M. BOIGEY

MANUEL SCIENTIFIQUE D'ÉDUCATION PHYSIQUE

MASSON et Cie

MANUEL SCIENTIFIQUE
D'ÉDUCATION PHYSIQUE

DU MÊME AUTEUR

A LA MÊME LIBRAIRIE :

L'ENTRAÎNEMENT : *Bases physiologiques, Technique, Résultats.* 2e édition, 1948. 1 volume de 330 pages, avec figures.

LA CURE D'EXERCICE AUX DIFFÉRENTS AGES DE LA VIE ET POUR LES DEUX SEXES,. 2e édition, 1946, 1 volume de 300 pages, avec 204 figures.

HYDROTHÉRAPIE ET MASSAGE. 1941, 1 volume, de 392 pages, avec 181 figures.

LÉSIONS ET TRAUMATISMES SPORTIFS. 1 volume de 330 pages, avec 207 figures.

MAURICE BOIGEY
Directeur médical de l'Établissement thermal et de la Cure d'exercice de Vittel,
Docteur ès sciences (Univ.)

MANUEL SCIENTIFIQUE D'ÉDUCATION PHYSIQUE

OUVRAGE COURONNÉ PAR L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PRIX VERNOIS

CINQUIÈME ÉDITION

MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 120 — PARIS
1948

(Printed in France.)

PRÉFACE DE LA CINQUIÈME ÉDITION

Il faut, à propos de l'éducation physique, faire une part de plus en plus grande à la physiologie. C'est la seule manière de gagner le monde savant et le public éclairé à la cause de ce prodigieux élément de santé qu'est l'exercice.

On célèbre tous les jours le triomphe des champions. Mais on laisse délibérément dans l'ombre le retentissement organique des efforts accomplis. Cette connaissance est cependant d'une utilité certaine.

Montrer ce que vaut l'exercice comme agent de santé, apprendre à le proportionner aux forces de chacun, à le doser comme un remède, — car il se révèle efficace, même à petite mesure, — comprendre enfin que les plus grands problèmes biologiques se trouvent inscrits dans son étude : voilà qui élève la conception qu'il est justifié de s'en faire.

Réduire son étude à celle de procédés et de techniques plus ou moins sommaires : cela n'est plus possible. La vérité scientifique s'introduit dans ce nouveau domaine.

Chaque exercice comporte un commentaire hygiénique et physiologique. C'est ce commentaire que nous donnons ici.

Nous avons mis à profit les travaux récents qui jettent sur la physiologie de l'éducation physique des lumières nouvelles. C'est l'un des devoirs des auteurs que d'opposer leur propre sévérité à la bienveillance des lecteurs et de ne point laisser amollir par le succès l'instinct du mieux et la juste défiance de soi-même.

M. B.

PRÉFACE DE LA PREMIÈRE ÉDITION

Cet ouvrage est destiné à donner un aperçu d'ensemble des problèmes biologiques que pose aujourd'hui la pratique de l'éducation physique et des sports.

L'éducation physique ne peut plus être réduite à des questions de forme et de style. La méthode expérimentale, introduite dans son domaine, apparaît désormais comme seule capable de permettre de substituer des données positives à un empirisme capricieux et à des considérations purement descriptives.

Il s'agit moins de commenter les diverses modalités de l'exercice musculaire que de décrire ses effets sur l'économie et d'en déduire les limites dans lesquelles il convient de l'exécuter en tenant compte de l'âge, du développement et de la constitution générale de chacun.

Le médecin apparaît comme le guide et le conseiller indispensable de l'éducateur. Il le met en garde contre les excès, lui signale les erreurs et lui indique, dans chaque cas particulier, la meilleure méthode à employer. Ce n'est que lorsque l'éducation physique sera contrôlée physiologiquement, qu'elle s'imposera à tous d'une manière évidente. Les exercices n'effraieront plus personne quand on saura les proportionner à la force de chacun et quand il résultera de leur pratique bien dosée une santé florissante et un développement corporel parfait.

***

Nous nous sommes attaché à connaître les différentes méthodes d'éducation physique. Nous avons, à loisir, analysé les effets de chacune d'elles. Après des observations nombreuses poursuivies pendant plusieurs années, nous sommes arrivé à cette conviction qu'il n'est pas de méthode qui puisse légitimement prétendre être la meilleure. Aucune d'elles ne possède, en soi, des qualités qui la puissent faire équitablement prévaloir sur toutes les autres.

Elles ont presque toutes des effets excellents lorsqu'elles tendent à améliorer la santé générale, en régularisant les échanges nutritifs et en augmentant la force de résistance. Elles sont recommandables lorsqu'elles tiennent compte des différences de sexe, d'âge et de constitution. Elles peuvent, au contraire, devenir la source de graves accidents lorsqu'elles imposent indistinctement à tous et à toutes des exercices bons en soi, mais appliqués sans discernement.

La vérité est que les mouvements que l'homme peut accomplir ne sont pas nombreux.

Ils se réduisent à six groupes : flexions, extensions, adductions, abductions, rotations et circumductions.

Mais il y a la manière de les utiliser et de les combiner, l'ordre dans lequel ils doivent se succéder, leur étendue, leur dosage aux différents âges, pour chaque sexe et pour chaque constitution. L'éducation physique n'est qu'une question de mesure.

Toutes les méthodes sont composées d'une série de mouvements qu'on retrouve, d'ailleurs, dans celles qui paraissent le plus s'opposer. Les théories sont fort belles et d'une surprenante diversité. La pratique est beaucoup plus simple et, ramenée à ses éléments, se ressemble fort, qu'il s'agisse, par exemple, des Suédois ou des Français. A l'heure où nous écrivons ces lignes, nous parcourons des yeux les photographies des leçons données à l'Institut National de Stockholm, et nous y voyons que les moniteurs suédois, comme ceux de Joinville, font des exercices d'opposition, d'équilibre, travaillent aux agrès, jouent au rugby, sautent, grimpent, courent, manipulent des haltères, des disques, des javelots, bref, emploient les mêmes procédés que nous.

Il faut résolument s'affranchir de toute doctrine cataloguée et ne plus parler que pour mémoire de ces belles conceptions schématiques par lesquelles on prétendait représenter la gymnastique d'école. Ce faisant, on ne commet que des erreurs ; on jette le discrédit sur des procédés qui ont parfois de bons effets. On entoure d'une atmosphère antipathique ce qui ne mérite pas d'être jugé défavorablement. Avec de telles habitudes de langage, le rejet d'une méthode accule à la nécessité d'en adopter une autre qu'on lui oppose. Que de fois nous avons entendu l'apologie d'une gymnastique considérée comme le « mouvement scientifique réglé », et, par contraste, tourner en dérision la gymnastique d'Amoros, par exemple, qu'on lui opposait. Sait-on que, contrairement au schéma insuffisant par lequel il est convenu de la représenter, la gymnastique d'Amoros ne fut pas seulement une gymnastique acrobatique et de poids lourds, mais un programme gymnastique empirique très complet, qui comprenait tous les exercices éducatifs employés aujourd'hui dans les différents pays, tous les jeux que nous préconisons pour l'enfance et l'adolescence, les exercices naturels de la méthode Hébert, sans en excepter un seul, enfin jusqu'à la danse et aux chants.

Méthode d'Amoros, méthodes de Ling, de Demeny, d'Hébert, de Racine, de Desbonnet, de Duncan, de Jacques Dalcroze, de Joinville : voilà qui est bientôt dit. Sous ces vocables, se cachent diverses modalités du mouvement. Les résultats physiologiques sont identiques lorsque les exercices sont bien faits : ils se traduisent par la santé pour celui ou celle qui les exécute. Soyons prudents et modestes dans la création de nos beaux systèmes éducatifs. Inspirons-nous d'une maxime de Leibniz : « Tous les systèmes sont vrais dans ce qu'ils affirment, et faux dans ce qu'ils nient. » Rappelons-nous que les compétitions sportives ne datent pas d'hier. On lançait le disque peut-être mieux que nous au siècle de Périclès. On parle beaucoup du rythme introduit dans les exercices par nos professeurs d'éducation physique contemporains ; mais l'orchestrique était en honneur, il y a trois mille ans, dans les fêtes. On sait aujourd'hui les noms de deux cents danses grecques et nos poètes lyriques ne sont pas encore redevenus, comme

leurs devanciers de la belle époque hellénistique, maîtres de chœurs ; leurs demeures ne sont plus les maisons des « muses ». Simonide de Céos habitait ordinairement le Chorégeion, près du temple d'Apollon ; il enseignait la musique, la récitation, l'art des belles attitudes. Les fêtes les plus saintes étaient alors des défilés rythmés par des chants et des danses exécutées devant les dieux par des citoyens choisis.

Ce que nous tentons aujourd'hui pour fortifier et embellir la race n'est qu'un recommencement. Au point de vue de la technique de l'éducation physique, nul ne peut se flatter avec certitude d'avoir découvert quelque chose de nouveau sous ce vieux soleil qui nous éclaire.

Ce qui importe avant tout, c'est de déterminer les limites au delà et en deçà desquelles l'exercice devient nuisible ou demeure inopérant chez un sujet donné. Par son œil exercé et sa connaissance des fonctions organiques, le véritable professeur de gymnastique doit saisir l'instant où les signes avant-coureurs de la fatigue apparaissent. Entre l'excitation salutaire qui suractive la respiration, accélère modérément la circulation du sang, et le surmenage musculaire qui aboutit à l'anhélation et à la dilatation du cœur, existent des phases intermédiaires. Le véritable maître les appréciera exactement.

Cette science est délicate. Elle ne s'acquiert pas du jour au lendemain. Il faut bien du temps et faire bien des observations pour arriver à établir promptement le bilan physiologique d'un exercice chez un sujet donné. Et on se trompe quelquefois ! Se prononcer judicieusement sur les problèmes courants de l'éducation physique est aussi difficile que faire un diagnostic au lit d'un malade. En cette matière, trancher ou affirmer a priori *peut avoir de funestes conséquences.*

Nous avons rassemblé jusqu'à ce jour, soit sur le stade, soit sur les terrains de jeux, un peu plus de deux cents observations d'exercices au cours desquels, manifestement, le dosage a été mal fait par excès ou par défaut. Dans le premier cas, l'exercice a abouti au surmenage ; dans le second, il n'a pas produit sur la santé les heureux effets qu'on devait en attendre.

***

La physiologie humaine, cette synthèse des sciences biologiques, appliquée à l'organisme de l'homme, est une étude indispensable à celui qui veut remplir dignement et, nous dirons, honnêtement, son rôle d'éducateur. Il faut, en cette matière, laisser le moins possible au hasard et à l'inspiration du moment.

Il convient de soumettre l'exercice, comme tous les autres agents de l'hygiène, au contrôle scientifique. La science expérimentale ne donne pas toujours raison à l'empirisme qui fut longtemps seul à la base de l'éducation physique. Il est nécessaire de connaître les mécanismes secrets de la machine humaine pour l'employer judicieusement. Les connaissances physiologiques permettent seules de diriger l'éducation physique dans la bonne voie. Sur beaucoup de points de physiologie, on peut greffer des applications importantes qui intéressent à la fois l'athlète et l'éducateur : un détail en apparence négligeable peut avoir une grande importance pratique.

La supériorité des modernes sur les anciens ne réside pas dans une perfection plus grande de la technique sportive pure. Il est probable qu'on luttait au moins aussi bien que nous dans les palestres de l'Hellade et que les coureurs d'Olympie valaient les nôtres. Notre supériorité est tout entière dans ce fait que, grâce aux progrès de la biologie, nous interprétons *les effets de l'exercice sur l'organisme et sommes capables de le mieux doser suivant les circonstances et les constitutions. C'est là un avantage que nous serions inexcusables de négliger puisqu'il nous permet d'entraîner, de retenir, de guider nos enfants, nos adolescents et nos athlètes avec sécurité.*

En soumettant au public cet ouvrage, il nous reste à solliciter son indulgence pour les omissions, les erreurs de détail, les imperfections, qu'en dépit du soin apporté à sa composition il peut présenter.

Nous avons visé beaucoup moins à être complet dans les détails qu'à être clair dans l'interprétation des faits. C'est dire que nous nous sommes refusé, sur bien des points, les développements que la matière eût pu comporter, afin de ne laisser dans l'ombre aucun des objets sur lesquels il convenait d'appeler l'attention.

Les difficultés d'une telle œuvre seront comprises de tous. Elles serviront d'excuse aux imperfections qu'elle présente et dont l'auteur a conscience plus que qui que ce soit.

ECOLE NORMALE D'ÉDUCATION PHYSIQUE DE JOINVILLE.

M. B.

CHAPITRE PREMIER

LA RESPIRATION DANS SES RAPPORTS AVEC L'EXERCICE (1)

L'oxygène, comburant nécessaire à toutes les réactions chimiques qui traduisent l'activité des tissus vivants, pénètre dans l'organisme humain par les poumons. Nous le captons dans l'atmosphère, mélange de corps nombreux dont la liste va s'allongeant tous les jours, et réserve inépuisable d'oxygène. Notre vie dépend à tout instant d'un double conflit : l'un se passe dans les poumons, entre l'air et le sang ; l'autre dans l'intimité des organes, entre le sang chargé d'oxygène et les tissus qu'il baigne.

Vous êtes peut-être de ceux qui se servent de leurs jambes pour la promenade et de voitures quand ils sont pressés. Vous vous essoufflez s'il vous faut courir quelques centaines de mètres, et vous ne vous êtes point demandé comment il se pouvait faire que votre respiration devînt haletante, alors que vos jambes paraissent seules travailler.

Cet essoufflement n'est sans doute qu'un malaise passager que certains exercices ou certains mouvements ont le privilège de provoquer, plus que d'autres. Tandis que des *actes musculaires limités*, comme le grimper, ou l'exercice des haltères, fatiguent les muscles qui travaillent, bien avant de provoquer l'essoufflement, au contraire, des *actes musculaires généraux*, comme la course à pied, essoufflent bien avant que la moindre fatigue n'apparaisse dans les muscles.

L'ESSOUFFLEMENT. — *L'essoufflement survient chaque fois qu'une grande dépense d'énergie a eu lieu en un temps court.* Les raisons de ce phénomène physiologique sont les suivantes : parmi tous les tissus, celui qui est le plus avide d'oxygène et qui occupe la plus grande place au milieu des autres est le tissu musculaire. Si nous mettons à la fois en mouvement de nombreux muscles par un exercice, tel que la course qui mobilise la presque totalité de la musculature, nous verrons s'élever considérablement la consommation d'oxygène.

(1) Nous plaçant au seul point de vue des effets de l'exercice physique, nous nous astreindrons délibérément à n'étudier avec détails que certains actes de la fonction respiratoire. Qu'on n'attende pas que nous fassions ici une nouvelle compilation abrégée de la physiologie des poumons. Cette étude est partout et sans doute mieux faite que nous ne l'aurions su faire nous-même, après tant d'autres qui s'y sont essayés.

Il en découlera la nécessité de multiplier les mouvements respiratoires pour fournir à cette consommation.

Lavoisier avait déjà observé que, chez un homme qui absorbe *par heure* 24 litres d'oxygène à l'état de *repos*, cette consommation s'élevait à 63 litres et demi *pendant un travail de quinze minutes seulement*. Le besoin d'oxygène peut se trouver décuplé par le travail musculaire.

Ce n'est pas tout : en se contractant, le muscle libère une quantité d'acide carbonique d'autant plus grande qu'il travaille davantage. Ce fait est général chez tous les animaux, même chez les insectes. Une ruche d'abeilles renferme vingt-sept fois plus d'acide carbonique quand l'essaim travaille que lorsqu'il se repose. Chez l'homme, ce gaz se forme dans l'organisme même. C'est un des résidus de la combustion du muscle et aussi des matières grasses pendant le travail. Sa présence en plus grande abondance dans le sang produit une vive excitation du centre nerveux respiratoire, situé, comme nous le savons, dans le bulbe rachidien. Par action réflexe, les muscles inspirateurs sont automatiquement mis en jeu d'une manière plus rapide.

La respiration est ainsi suractivée sous une double influence : 1° un plus grand besoin d'oxygène ; 2° la présence dans le sang d'une quantité anormale d'acide carbonique.

« Pour que l'essoufflement se produise, a écrit Lagrange, il faut que beaucoup de travail soit fait, en peu de temps, que l'exercice soit pris à dose massive, parce qu'il faut que l'augmentation de l'acide carbonique soit assez rapide pour amener l'accumulation de ce gaz et la saturation du sang. »

Inversement, chaque fois que la proportion d'acide carbonique contenu dans le sang est plus faible qu'à l'état normal, le besoin de respirer diminue. C'est le cas pendant le sommeil naturel. Si l'acide carbonique tend à s'accumuler à haute dose, le besoin de respirer prend les caractères de la dyspnée intense et provoque des mouvements respiratoires d'une énergie et d'une fréquence de plus en plus grandes.

L'essoufflement apparaîtra avec une extrême rapidité chez les sujets obèses. Ils libèrent, en effet, des quantités très élevées d'acide carbonique, au moindre mouvement un peu vif, qui provoque la combustion de leurs réserves graisseuses, source importante de production de l'acide carbonique. De plus, chez eux, le cœur est surchargé de graisse et assure avec une énergie insuffisante la propulsion du sang dans le réseau des capillaires pulmonaires. Conséquemment, l'acide carbonique dissous dans le sang n'est pas échangé contre l'oxygène de l'air avec l'activité nécessaire au niveau des poumons. Les signes d'intoxication se montrent donc, dans ce cas, avec une extrême promptitude.

Effets expérimentaux de l'acide carbonique. — L'action toxique de l'acide carbonique est aujourd'hui bien connue. Lorsqu'on en injecte dans les veines d'un chien, la respiration de l'animal s'accélère d'abord, devient oppressée, anxieuse ; le chien manifeste une gêne respiratoire de plus en plus accusée. Si on poursuit l'injection, la mort survient lorsque le sang renferme de 105 à 120 volumes d'acide carbonique pour 100, au lieu de 30 volumes que contient environ, à l'état

normal, le sang veineux. Le cœur de l'animal en expérience va se ralentissant d'une façon graduelle et continue à battre encore après que la respiration a cessé. Assez longtemps avant la mort, l'animal ne réagit plus ; il se trouve dans un état d'anesthésie très prononcé. L'acide carbonique à très haute dose n'est nullement un poison *convulsivant* mais un *anesthésique*. Comme tel, il diminue, en général, l'excitabilité de tout le système nerveux.

Ceci nous explique la prostration extrême et l'insensibilité relative des coureurs qui ont fourni un grand effort et arrivent au but profondément épuisés. Ils sont sous l'influence d'une intoxication générale rapide, dans laquelle l'acide carbonique joue le principal rôle.

Expérience de Haldane montrant l'influence de l'acide carbonique et de l'oxygène sur la fonction respiratoire. — Si l'on fait respirer un sujet dans un sac de caoutchouc contenant de l'air ordinaire, au bout d'un certain temps l'air du sac s'appauvrit en oxygène et se surcharge d'acide carbonique. (Expérience Haldane.) La respiration se précipite au fur et à mesure de l'accroissement de l'acide carbonique. Ce dernier, surabondant dans l'air inspiré, accroît encore la quantité de CO^2 déjà contenue dans l'air alvéolaire. Il en résulte un trouble considérable dans les échanges. Le sang veineux ne se débarrasse que difficilement de l'acide carbonique qu'il contient. Celui-ci est retenu dans le sang. Il en résulte une surexcitation extrême des centres nerveux bulbaires préposés à la régulation automatique de la respiration et, conséquemment, une dyspnée intense.

Haldane a complété l'expérience précédente par la suivante qui la confirme et explique en même temps le rôle joué par l'oxygène. Le sujet en expérience respire, comme tout à l'heure, dans un sac de caoutchouc, mais une certaine quantité de lessive de potasse contenue dans le sac absorbe l'acide carbonique de l'air expiré au fur et à mesure de sa production. De sorte que l'atmosphère du sac s'appauvrit progressivement en oxygène, mais ne contient pas d'acide carbonique. Dans ce cas, le sujet en expérience ne présente aucun essoufflement. En effet, l'élimination de l'acide carbonique de son sang n'est pas gênée ; son sang en est donc normalement chargé et ses centres respiratoires ne sont pas surexcités par une surabondance d'acide carbonique. Par contre, il asphyxie progressivement, l'oxygène du sac s'épuisant peu à peu. Mais sa respiration ne s'accélère pas pour cela, car l'oxygène n'est pas excitateur des centres respiratoires.

Degrés de l'essoufflement. — Lutte contre l'essoufflement. — Selon son intensité, l'essoufflement peut apparaître sous trois aspects.

Sous le premier, le nombre et l'amplitude des mouvements respiratoires sont accrus, la production d'acide carbonique est augmentée, mais il y a équilibre entre l'élimination plus active de ce gaz et le fonctionnement des poumons. Le sujet ne ressent pas de malaise ; il éprouve seulement une sensation générale de chaleur, quelques battements artériels aux tempes et aux extrémités et présente un teint rose, un aspect général d'épanouissement dû à l'activité plus grande des fonctions (fig. 1 à 3).

« C'est là, a écrit Lagrange, la dose réellement salutaire de l'exercice, la limite dans laquelle il faut se tenir pour que le travail ne puisse avoir aucun inconvénient. Mais rien n'est plus variable chez les différents individus que la durée de cette période inoffensive, qui est, en quelque sorte, la préface de l'essoufflement. Pour les uns, elle se prolonge pendant une heure : c'est le cas

des sujets entraînés par l'éducation physique ; chez d'autres, quelques secondes suffisent pour arriver à la seconde période où le malaise commence. »

Dans la seconde période dont parle Lagrange, l'équilibre est rompu entre la production de l'acide carbonique, qui devient de plus en plus abondante, et le pouvoir éliminateur des poumons qui diminue d'instant en instant. C'est

FIG. 1. — *Tracé respiratoire normal, au repos.*

alors qu'un malaise général survient. Une sensation de poids oppresse la poitrine : il semble au sujet que l'air lui manque. Sa vue cesse d'être nette ; des brouillards l'obscurcissent ou des étincelles apparaissent dans le champ visuel ; des bourdonnements d'oreille surviennent ; les idées cessent d'être claires et les impressions deviennent confuses. Nous assistons au début d'une

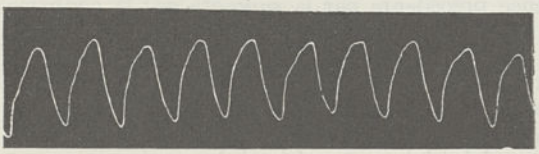
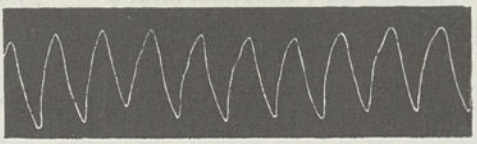


FIG. 2. — *Tracé respiratoire après une marche de deux heures. Accélération de la respiration.*

intoxication générale par l'acide carbonique et par les toxines mises en liberté dans les muscles qui travaillent.

Le visage a cessé d'être rose, il est blafard et pâle, à l'exception des pommettes et des lèvres, qui sont violacées. En ces derniers endroits, les capillaires de la peau sont dilatés au maximum. Le sang, surchargé d'acide

FIG. 3. — *Tracé respiratoire après un assaut de boxe de 2 rounds de 3 minutes chacun, chez un sujet très entraîné. Phase salutaire de l'exercice, au point de vue respiratoire.*



carbonique, y stagne. Il n'est plus vermeil mais noirâtre, comme l'est le sang veineux. En d'autres endroits, les vaisseaux artériels de petit calibre sont, au contraire, en état de véritable contracture, et la peau sus-jacente est blême et décolorée. Les zones violacées et décolorées voisinent et donnent à l'ensemble du visage un teint livide caractéristique.

Si le travail musculaire continue, on voit survenir une période de graves accidents causés par une asphyxie générale des tissus. Le sentiment d'angoisse est extrême. Les sensations n'ont plus aucune netteté; après une période

très brève d'excitation assez semblable à celle de l'ivresse alcoolique, période pendant laquelle les muscles ne fonctionnent plus qu'automatiquement, des vertiges surviennent ; ils sont promptement suivis de l'évanouissement du sujet. L'insensibilité de ce dernier est alors complète. Les mouvements res-

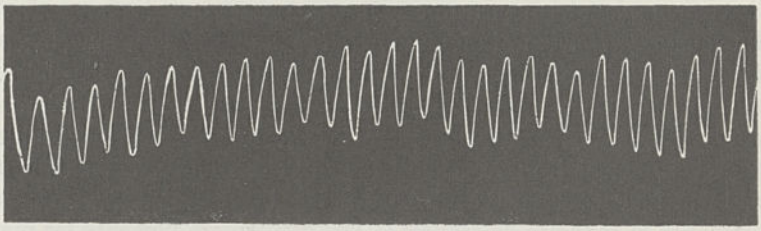


FIG. 4. — *Tracé respiratoire obtenu chez un sujet très essoufflé à la suite d'une course de cinq kilomètres* (58 mouvements respiratoires à la minute). *Rythme pendulaire de la respiration adopté par les coureurs de fond qui s'abandonnent à l'automatisme des centres respiratoires.*

piratoires sont très courts, saccadés et entrecoupés d'arrêts. Parfois on observe du hoquet, qui traduit des contractions spasmodiques du diaphragme. Le cœur a depuis longtemps fléchi et le pouls est petit et irrégulier (fig. 4 et 5).

C'est le tableau de l'asphyxie par l'acide carbonique qui imprègne les

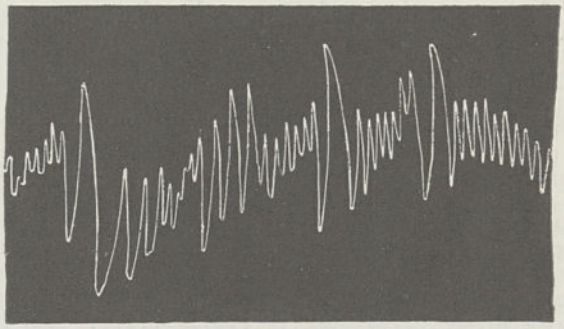


FIG. 5. — *Tracé respiratoire indiquant un degré d'anhélation extrême chez un sujet non entraîné arrivé à la limite de sa résistance à l'essoufflement. Ce sujet est obligé de s'arrêter. L'oxygène n'a plus le temps d'être fixé ; l'acide carbonique n'a plus le temps d'être éliminé ; la respiration est extrêmement rapide et superficielle ; l'asphyxie est imminente. A certains moments, l'inspiration est plus longue que l'expiration, réduite d'ailleurs à l'état d'ébauche du mouvement expiratoire ; le rythme normal est inversé.*

muscles. L'arrêt complet du travail musculaire, en interrompant la surproduction de l'acide carbonique et des toxines, la position horizontale, les mouvements de respiration artificielle combinés à la flagellation de la poitrine et des temps avec un linge mouillé, suffisent généralement à ramener la connaissance, tandis que le cœur régularise spontanément ses battements.

RÔLE DE L'OXYGÈNE COMME EXCITANT ET AGENT DÉFATIGANT. — Léon

Binet et ses élèves ont démontré le rôle prépondérant de l'oxygène, non seulement comme aliment et excitant du muscle, mais aussi comme agent défatigant au cours du travail musculaire (1). Leurs conclusions sont les suivantes :

1° La capacité de travail et la fatigue musculaire sont influencées par l'apport d'oxygène mis à la disposition de l'organisme ;

2° La sous-oxygénation diminue la capacité de travail du muscle ;

3° La suroxygénation accroît la capacité de travail musculaire. Ces actions sont précoces ;

4° Au point de vue pratique, la sous-oxygénation agit défavorablement sur l'exercice musculaire ; le travail fourni est moindre, l'épuisement plus rapide, la fatigue consécutive plus durable ; inversement, la suroxygénation augmente la capacité de travail et fait disparaître plus vite les manifestations de fatigue.

***

MÉCANISME DE LA VENTILATION PULMONAIRE. — La lutte contre l'essoufflement est assurée de deux manières différentes :

1° Par un ravitaillement plus abondant de l'organisme en oxygène ;

2° Par l'expulsion d'une plus grande quantité d'acide carbonique.

Ceci nous amène à étudier le mécanisme de la *ventilation pulmonaire.*

Le nombre des mouvements respiratoires (l'inspiration, l'expiration et la pause postexpiratoire constituant un mouvement complet de respiration) varie suivant les individus. On le fixe en moyenne à dix-huit par minute chez l'adulte. Quételet, d'après une statistique portant sur trois cents individus, a donné les nombres suivants pour les différents âges :

AGE	RESPIRATIONS PAR MINUTE
0 à 1 an	44
5 ans	26
15 à 20 ans	20
20 à 25 —	18,7
25 à 30 —	16
30 à 50 —	18,1

A chaque inspiration, l'air pur qui entre dans les poumons s'y mélange avec celui qui a déjà été modifié par les échanges respiratoires. Gréhant a calculé que les deux tiers seulement de l'air inspiré restent dans les poumons ;

(1) LÉON BINET, DANIEL BARGETON et CLAUDE LAROCHE. Oxygène et fatigue musculaire. L'action défatigante de l'oxygène. *Presse médicale,* 13 avril 1946, n° 17.

Mêmes auteurs. — Sous-oxygénation et travail musculaire. *C. R. Soc. Biol.,* 9 juin 1945, et *Journ. Physiol. et Path. Gén.,* 1941-1943, 38, 26.

LÉON BINET et D. BARGETON. Action de l'inhalation de mélanges riches en oxygène, sur le travail musculaire fourni par le rat normal et par le rat décapsulé. *C. R. Soc. Biol.,* 13 décembre 1942.

P. BERGERET, P. GIORDAN et M.-V. STRUMZA. Echanges respiratoires au cours de l'exercice sur bicyclette ergométrique en atmosphère sous-oxygénée. *Le Travail humain,* 5, n° 2.

un tiers ressort tel quel, en même temps que l'air vicié par l'hématose.

Dans la respiration ordinaire, c'est-à-dire conduite sans effort, chaque inspiration fait pénétrer, dans la poitrine, environ un demi-litre d'air. Le nombre des respirations par minute est de dix-huit. Nous introduisons donc par la respiration, dans nos poumons, 9 litres d'air en une minute, 540 litres en une heure, 12 à 13 mètres cubes en vingt-quatre heures.

Pendant le même temps, il entre dans le sang, à chaque respiration, 20 à 25 centimètres cubes d'oxygène environ, 400 centimètres cubes en une minute, 24 litres en une heure, 570 litres en vingt-quatre heures. Cette quantité équivaut, en poids, à environ 800 grammes d'oxygène, qui reparaît en partie combiné à du carbone et à de l'hydrogène, sous forme d'acide carbonique et de vapeur d'eau.

On appelle, en physiologie, *coefficient de ventilation pulmonaire*, le rapport de la quantité d'air nouveau qui reste dans les poumons à la capacité vitale de ces organes. A la suite d'une inspiration et d'une expiration ordinaires, qui mettent en mouvement 500 centimètres cubes d'air, la quantité d'air neuf conservée par les poumons représente les deux tiers, soit environ 330 centimètres cubes. Ce chiffre est le numérateur de la fraction par laquelle nous exprimerons le coefficient de ventilation pulmonaire. La capacité vitale moyenne de l'adulte est d'environ 3 litres ; ce chiffre représentera le dénominateur. Le rapport est donc $\frac{330}{3.000} = 0{,}113$. C'est le coefficient de ventilation. Ce rapport peut avantageusement s'écrire : $\frac{330}{3.000} = \frac{110}{1.000} = \frac{11}{100}$, ce qui signifie que l'air conservé est à la capacité vitale comme 11 est à 100, soit à peu près le neuvième de la capacité vitale. Il indique qu'à *chaque respiration ordinaire, les poumons ne renouvellent qu'un neuvième de l'air qu'ils contiennent. Ils ne le renouvellent donc entièrement qu'après neuf mouvements respiratoires, quand le sujet est à l'état de repos et quand sa respiration est calme.* C'est là une moyenne qu'il est utile de connaître.

Une inspiration profonde, faisant, par exemple, entrer d'un coup dans les poumons un litre d'air neuf, renouvelle l'air dans ces organes, à peu près comme deux inspirations superficielles de 500 centimètres cubes. Mais deux inspirations superficielles de 250 centimètres cubes chacune le renouvellent moins bien qu'une seule inspiration de 500 centimètres cubes.

Voici un tableau emprunté à Morat (1) qui indique que *les inspirations profondes assurent plus efficacement que les inspirations superficielles le renouvellement de l'air dans la poitrine.*

VOLUME de l'inspiration	VOLUME de l'expiration	VOLUME de l'air pur expiré	VOLUME de l'air pur conservé	VOLUME du poumon après l'expiration	COEFFICIENT de ventilation
cmc.	cmc.	cmc.	cmc.	lit.	
300	345	161,5	138,5	2,295	0,060
500	475	180	320	2,365	0,135
600	625	231,2	368,8	2,315	0,159
1.000	1.300	464,1	535,9	2,04	0,262

(1) *Traité de physiologie*, p. 106, tome IV.

Ce tableau nous montre que le coefficient de ventilation pulmonaire s'élève, ou, ce qui revient au même, que le renouvellement de l'air est plus actif dans les poumons, quand le volume de l'air introduit à chaque inspiration augmente.

Courbe de la ventilation pulmonaire. — J. Amar a fait d'intéressantes recherches sur la ventilation pulmonaire, au cours des exercices poussés jusqu'à la fatigue. A mesure que l'exercice se développe, le volume d'air qui traverse la poitrine augmenterait rapidement sans dépasser toutefois 21 litres par minute. Il atteindrait son régime à la troisième minute et demeurerait constant, suivant les sujets, durant une demi-heure à une heure. Cette période de constance répond à ce qu'Amar a appelé : le *plateau d'endurance respiratoire*, élément que cet auteur considère comme très important pour s'assurer qu'il n'y a point surmenage (1).

L'exercice musculaire terminé, la ventilation reviendrait, en quatre minutes, au taux du repos, qui serait, en moyenne, de 7 litres par minute.

L'activité humaine (travail, sport, etc.) devrait être réglée d'après la courbe de la ventilation pulmonaire, en tenant compte du tableau d'endurance respiratoire propre à chaque sujet et en ménageant entre chaque effort des intervalles de repos rationnels.

Ce principe est on ne peut plus juste, mais les chiffres qu'Amar indique, tant comme volume d'air que comme durée, nous ont paru avoir été établis sur des sujets peu entraînés. Nos observations personnelles ne les ont pas confirmés. Elles portaient sur des athlètes qui nous ont fourni des chiffres bien plus élevés, au point de vue du volume d'air, et bien inférieurs au point de vue du temps.

Rôle des muscles intercostaux pendant la respiration. — D'après les notions classiques, les intercostaux externes élèvent les côtes et sont inspirateurs ; les intercostaux internes abaissent les côtes et sont expirateurs. Cette conception apparaît inexacte, si l'on considère que, loin de constituer un segment rigide, les vertèbres dorsales sont mobiles l'une sur l'autre dans un plan vertical antéro-postérieur, et de l'inspiration à l'expiration extrême, les modifications de courbure de la colonne dorsale sont plus importantes que l'élévation ou l'abaissement des côtes. On arrive à cette conclusion que les intercostaux internes sont des élévateurs des côtes et du sternum, donc des inspirateurs ; les intercostaux externes fléchissent la colonne vertébrale et sont expirateurs.

En réalité, les fibres de ces derniers sont dirigées comme celles du grand oblique, muscle expirateur, et celles des intercostaux internes, comme celles du petit oblique, muscle inspirateur.

Le sternum est un point d'appui fixe; quand, avec l'âge, le premier cartilage costal vient à s'ossifier, une néo-articulation se développe dans ce cartilage, entre le segment interne, juxtasternal, et le segment externe, adjacent à la première côte ; ainsi le sternum et la colonne vertébrale conservent leur mobilité relative.

Chez les hommes qui exécutent des travaux de force, l'effort continuel des intercostaux internes, qui s'oppose au déplacement en avant des deux premières vertèbres dorsales, aboutit à la formation d'une épaisse couche de

(1) J. Amar, *Comptes rendus Acad. Sc.*, 14 avril 1919.

tissu fibreux, véritable ligament intercostal, qui est situé sous le quart postérieur de la première côte, en dedans de l'intercostal interne et qui continue les fibres de ce dernier. C'est une transformation évolutive de ce muscle, qui détermine une économie d'énergie.

La dilatation de la cage thoracique, que provoque la contraction des muscles intercostaux internes, exige une certaine dépense d'énergie, tandis que la respiration abdominale ou diaphragmatique, qui est purement réflexe, s'exécute sans effort apparent. Tout ce qui diminue la vitalité du sujet, et, par conséquent, sa capacité d'effort, entrave la respiration thoracique ; ainsi les végétations adénoïdes prédisposent à la respiration abdominale, mais la rééducation respiratoire permet de développer la respiration thoracique.

Chez la femme, il y a des modifications anatomiques et physiologiques qui sont en rapport avec l'éventualité de la grossesse. Le thorax est fait de telle sorte que la respiration thoracique supérieure est d'emblée plus développée ; le sternum de la femme est plus court dans son ensemble, et le corps de l'os est relativement plus réduit que chez l'homme ; six cartilages, et souvent même sept, s'attachent au sternum ; aussi les dernières côtes sont-elles plus mobiles et se portent-elles plus facilement en dehors.

Rôle respectif du diaphragme et des autres muscles de la respiration. — Le diaphragme est le muscle de la respiration par excellence. On ne peut se passer de son concours. Les autres muscles de la respiration insérés sur la cage thoracique ne peuvent le suppléer. Une expérience faite, il y a bien longtemps, par Duchenne, de Boulogne, le prouve. Ce physiologiste tétanise par un courant électrique le seul diaphragme, chez le chien. L'animal ne tarde pas à succomber par asphyxie. Les autres muscles de la respiration, répartis autour de la cage thoracique, insérés, d'une part, sur elle, d'autre part sur l'humérus, l'omoplate ou la colonne vertébrale, ont une activité insuffisante pour provoquer la ventilation pulmonaire. Ces faits expliquent que des sujets ayant une faible élasticité thoracique peuvent néanmoins avoir une bonne ventilation pulmonaire si les excursions de leur diaphragme sont amples. Une faible élasticité thoracique n'est donc pas forcément le signe d'une capacité vitale réduite.

Inspiration et expiration. — L'ampliation de la poitrine se fait inégalement dans les différentes régions de celle-ci. On a distingué trois types respiratoires différents : le *type diaphragmatique*, qu'on observe chez le cheval et chez l'homme ; le *type costo-inférieur*, toujours associé au précédent et prédominant chez le chien ; et le *type costo-supérieur* qui est commun chez la femme et seul usité par elle lorsqu'elle se trouve en état de gestation.

Normalement, à l'état de repos, l'inspiration a une durée qui est deux ou trois fois moindre que l'expiration, selon les sujets. On le constate aisément chaque fois qu'on inscrit les mouvements de la poitrine à l'aide d'un pneumographe. Cet instrument, mis en contact avec les parois thoraciques, subit, du fait de ce contact, une déformation proportionnelle à celle de la poitrine. Conjugué avec un tambour auquel est adapté un levier inscripteur, il lui communique cette déformation, qui est, dès lors, inscrite automatiquement sur une surface animée d'un mouvement uniforme (fig. 1).

Chez un homme qui court ou se livre à tout autre exercice essoufflant, les rapports normaux entre l'inspiration et l'expiration changent. L'inspiration devient profonde et le temps consacré à l'expiration se raccourcit. En cas d'essoufflement extrême, la durée de l'inspiration peut arriver à dépasser celle de l'expiration. Les *rapports entre les* deux temps principaux de l'acte respiratoire sont inversés : c'est l'inspiration qui dure plus longtemps que l'expiration. Ce rythme respiratoire est tout à fait exceptionnel et marque l'épuisement du coureur. Tandis que l'inspiration est libre, facile, profonde et se fait aisément, l'expiration, au contraire, est brève, insuffisante et donne au coureur l'impression d'un besoin non satisfait. L'athlète n'éprouve aucune difficulté à faire entrer l'air dans sa poitrine ; c'est, au contraire, la sortie de l'air qui est pénible, incomplète. Le coureur Bouin connaissait bien ces faits. Dans une course de longue durée, il pratiquait toujours ce qu'il appelait : « l'égalité des deux temps ». Il s'astreignait à donner à l'inspiration la même durée qu'à l'expiration, et il maintenait volontairement ce rythme (fig. 2, 3, 4).

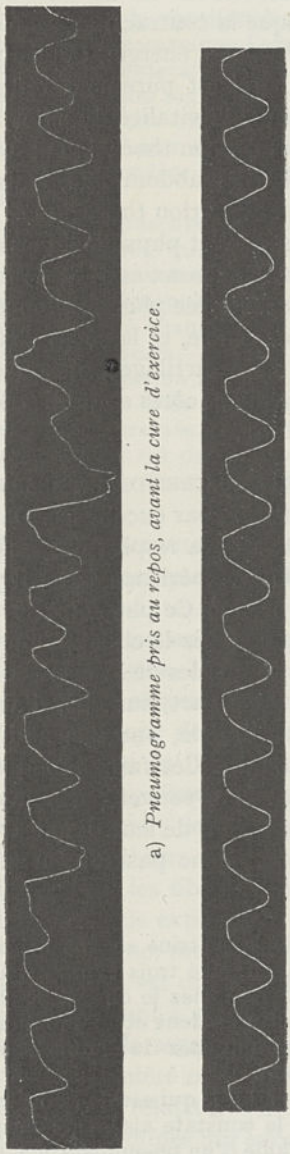


FIG. 6.

a) *Pneumogramme pris au repos, avant la cure d'exercice.*

b) *Pneumogramme provenant du même sujet que ci-dessus, pris au repos au 20e jour de la cure d'exercice.*

a) Sujet de 46 ans, comptable, sédentaire, menant depuis seize ans une vie de bureau, très confinée, sans exercice d'aucune sorte. Essoufflement très rapide au moindre effort. Respiration irrégulière et inégale.

b) Tracé respiratoire du même sujet que ci-dessus, au vingtième jour de la cure d'exercice. Les mouvements respiratoires se succèdent très régulièrement. Sujet bien entraîné au point de vue respiratoire. La tendance à l'essoufflement a disparu.

Il faut expliquer la profondeur de l'inspiration, au cours d'un exercice essoufflant, par l'irritation très vive du centre respiratoire bulbaire, sous l'influence de l'acide carbonique surabondant dissous dans le sang. Dans l'état normal, le réflexe qui part du bulbe met exclusivement en jeu les muscles inspirateurs. Au cours d'un exercice violent provoquant l'essoufflement, l'intensité du phénomène nerveux est telle que les mouvements d'inspiration qu'il provoque prennent nettement la prédominance sur les mouvements d'expiration. Ces derniers sont, d'ailleurs, *passifs* et dus au jeu de l'*élasticité pulmonaire*. Les muscles expirateurs n'interviennent que dans les mouvements d'expiration forcée. Dans une respiration calme, ils n'entrent pas en action. Les poumons, violentés par les muscles inspirateurs, suivent d'abord les mouvements de la dilatation thoracique. Ils reviennent ensuite spontanément sur eux-mêmes par le jeu de leur élasticité propre et entraînent, à leur tour, toute la cage thoracique dans leur mouvement de retrait.

Plus l'exercice est violent, plus la production d'acide carbonique est abondante, plus l'excitation du bulbe est vive et plus la réaction inspiratoire que le bulbe provoque automatiquement est prolongée. Les causes et les effets physiologiques s'enchaînent et se succèdent pour produire, en fin de compte, la prédominance du mouvement inspiratoire, acte vraiment *actif*, sur le mouvement expiratoire, qui demeure, normalement, une réaction *passive*. Celle-ci ne devient à son tour active que lorsque, volontairement, dans des circonstances tout à fait exceptionnelles, le sujet met en jeu ses muscles expirateurs.

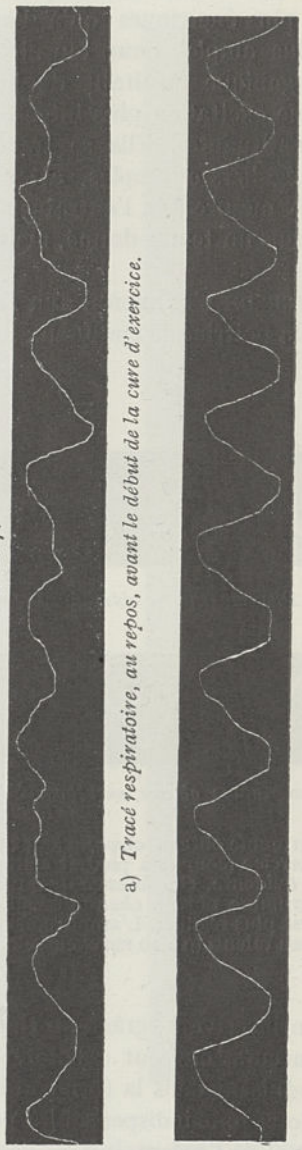


FIG. 7.

a) *Tracé respiratoire, au repos, avant le début de la cure d'exercice.*

b) *Tracé respiratoire, au repos, le 22e jour de la cure d'exercice.*

a) Pneumogramme chez un prédiabétique de cinquante et un ans, sédentaire et n'ayant jamais fait d'exercice. Respiration superficielle, irrégulière. Grande tendance à l'essoufflement.

b) Pneumogramme provenant du même sujet que ci-dessus. Amplitude beaucoup plus grande des mouvements respiratoires. Rythme très amélioré. La tendance à l'essoufflement a disparu.

INFLUENCE DE L'EXERCICE SUR LE RYTHME RESPIRATOIRE ET L'AMPLITUDE THORACIQUE (1). — L'exercice bien dosé peut améliorer le rythme respiratoire, le régulariser et, en quelque sorte, le stabiliser. Les tracés pneumographiques produits ci-contre à l'aide du pneumographe de Paul Bert proviennent de sujets dont aucun ne présentait de signes d'affections pulmonaires aiguës ou chroniques en évolution. La plupart étaient des sédentaires n'accomplissant aucun exercice régulier, menant la vie confinée de l'homme de cabinet, respirant superficiellement, juste assez pour vivre, n'ayant aucun souci de leur hygiène respiratoire, ignorant tout de l'importance de cette fonction primordiale et de la solidarité qui la lie aux autres grandes fonctions de l'économie (fig. 6, 7, 8, 9, 10, 11).

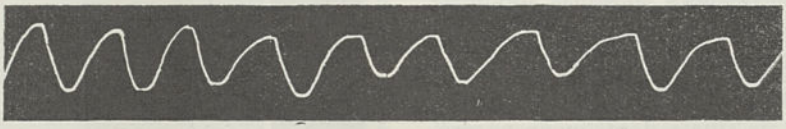
Ces pneumogrammes ont été pris au repos, d'abord avant le début de la cure d'exercice, puis au cours de celle-ci, à des intervalles de temps plus ou moins rapprochés. La lecture de ces pneumogrammes nous montre que l'exercice dosé suivant

(1) M. BOIGEY. Influence de l'exercice sur la fonction respiratoire. *Journal médical français*, juillet 1927.

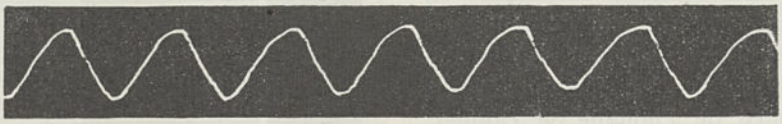
les possibilités physiologiques de chacun, peut favorablement influencer la fonction respiratoire et, en quelque sorte, la stabiliser. Le centre respiratoire bulbaire, vivement sollicité d'agir par son excitant électif, le sang veineux chargé d'acide carbonique, dépêche aux muscles de la respiration des ordres plus énergiques qu'à l'ordinaire. Leurs contractions sont plus fortes et plus amples pour fournir aux besoins nouvellement créés par la dépense organique résultant de l'exercice. La fonction respiratoire est l'objet d'une excitation plus intense qui retentit à la longue sur toutes ses parties constituantes. Elle se traduit, graphiquement, par des pneumogrammes réguliers et amples, attestant la stabilisation de la fonction respiratoire. A mesure que l'entraînement se fait, le nombre des respirations diminue, dans un temps donné, mais leur amplitude s'accroît notablement.

INFLUENCE DE L'EXERCICE SUR LE DÉVELOPPEMENT THORACIQUE. — En observant la poitrine de nombreux sujets à différentes époques de l'entraîne-

FIG. 8.



a) *Pneumogramme obtenu, au repos, avant le début d'une cure d'exercice.*



b) *Pneumogramme obtenu, au repos, chez le même sujet que ci-dessus, au vingtième jour de la cure d'exercice.*

a) Pneumogramme obtenu, chez un sujet de quarante-deux ans ayant fait autrefois beaucoup d'exercice (courses à pied et courses cyclistes). La souplesse des muscles respiratoires est évidente. On observe quelques inégalités des mouvements respiratoires.
b) Pneumogramme obtenu chez le même sujet au vingtième jour de la cure d'exercice. Le tracé est plus régulier. L'amplitude de la respiration est plus grande. Le rythme s'est quelque peu ralenti (9 à 10 mouvements par minute, au lieu de 14).

ment et en inscrivant, grâce au thoracomètre, les profils du thorax à différentes hauteurs, on peut constater facilement la nature des modifications qui se produisent dans la forme et dans les mouvements de la poitrine. Ces constatations sont indispensables pour suivre soit la marche du développement normal de l'enfant, soit les changements qui, chez l'adulte, résultent de l'exercice physique.

On constate d'abord que les sujets qui ont une grande capacité vitale ne sont pas nécessairement les sujets qui ont un thorax de grandes dimensions, mais ceux qui présentent une grande élasticité thoracique. On atteint à une

grande capacité vitale en exerçant la mobilité des articulations du thorax et en augmentant la puissance des muscles inspirateurs, pour une course du diaphragme.

Chez tous les individus qui ont une grande capacité vitale, on constate une grande étendue des mouvements du thorax. Mais cette étendue n'est pas répartie également sur tous les points de la paroi thoracique. C'est tantôt le diamètre antéro-postérieur, tantôt le diamètre transversal qui augmente le plus pendant l'inspiration. Mais, en général, l'augmentation simultanée des dimensions antéro-postérieures transversales est la condition la plus favorable à la pénétration d'une grande quantité d'air dans les poumons.

Dans les grandes inspirations, la clavicule se soulève très obliquement ; toute la ligne sternale est portée parallèlement à elle-même en avant et en haut ; l'abdomen se creuse pendant que les courbures de la colonne vertébrale tendent à s'effacer.

Les causes d'augmentation de la capacité vitale agissent toutes par le mécanisme de la dilatation thoracique, soit directe, soit indirecte.

Ainsi, un sujet qui produit une grande somme de travail musculaire dans un temps donné se trouve dans la nécessité de faire pénétrer une grande quantité d'air dans ses poumons ; il pourvoit économiquement à ce besoin en exagérant l'action de ses muscles inspirateurs et en augmentant l'amplitude de ses mouvements respiratoires. C'est inconsciemment et par action réflexe que se produit cette exagération. De plus, cette sorte d'exaltation de la fonction respiratoire n'est

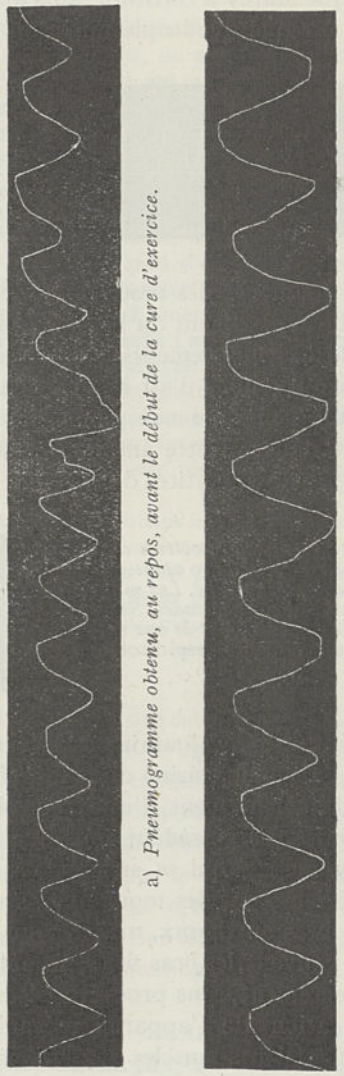


FIG. 9.

a) *Pneumogramme obtenu, au repos, avant le début de la cure d'exercice.*

b) *Pneumogramme obtenu, au repos, chez le même sujet que ci-dessus au vingt-huitième jour d'une cure d'exercice.*

a) Tracé respiratoire obtenu chez un homme de 48 ans, habitué à la marche à pied faite modérément (2 à 5 kilomètres par jour). Le rythme de la respiration est assez régulier. De loin en loin, grandes reprises inspiratoires suivies de pauses expiratoires prolongées. Légère tendance à l'essoufflement.

b) La respiration s'est beaucoup stabilisée. Les mouvements sont plus amples, moins rapides (12 mouvements par minute au lieu de 16-17). Toute tendance à l'essoufflement a disparu.

que passagère, elle cesse avec la cause qui la provoque. Cependant, si cette cause se renouvelle fréquemment, elle finit par produire des modifications persistantes dans le rythme et dans l'amplitude des mouvements respiratoires.

C'est ainsi que Marey a constaté jadis que, chez des gymnastes, cette amplitude avait presque quadruplé après un entraînement de quelques mois,

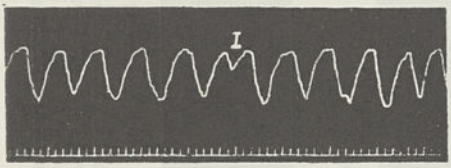
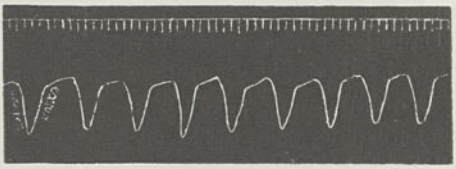


FIG. 10. — *Tracé respiratoire obtenu chez une jeune fille bien portante mais ne prenant aucun exercice régulier. L'inspiration et l'expiration sont saccadées. Au centre du tracé, en I, une inspiration et une expiration superficielles, en quelque sorte ébauchées* (13 mouvements respiratoires par minute).

tandis que la fréquence des mouvements respiratoires diminuait de moitié. Dans ce cas, l'accroissement du travail musculaire produit un accroissement de l'amplitude des mouvements respiratoires et amène, en définitive, une augmentation du volume d'air inspiré pendant un temps donné. L'ampliation thoracique est ici obtenue par action réflexe. Mais il y a des moyens directs de contribuer à cette ampliation sans, pour cela, produire nécessairement une grande quantité de travail musculaire. Ainsi, les chanteurs

FIG. 11. — *Tracé respiratoire obtenu chez le même sujet qu'à la figure 10 après une cure de deux mois. Régularité. Les mouvements se succèdent sans saccades. Sujet parfaitement éduqué au point de vue respiratoire* (9 mouvements respiratoires par minute).



suivent une éducation volontaire qui consiste principalement à conserver sous pression l'air emmagasiné dans la poitrine après une profonde inspiration et à le débiter lentement, d'une façon régulière, en rapport avec la hauteur des sons produits. Ils possèdent tous une capacité vitale moyenne considérable. Les gymnastes, qui se suspendent par les mains et exercent leurs membres supérieurs par des mouvements variés, fortifient ainsi les muscles qui relient les bras au thorax, muscles qui, par une interversion de leurs insertions fixes, peuvent, les bras fixés, produire l'élévation des côtes. Ces sujets font donc directement, sans produire nécessairement un grand travail musculaire, l'éducation de l'appareil mécanique de la respiration car, d'une part, ils fortifient leurs muscles et, de l'autre, ils donnent aux articulations de la cage thoracique une grande mobilité. Leur appareil respiratoire se trouve donc amélioré et prêt à fonctionner utilement sous l'action réflexe qui suit la production d'un travail musculaire intense et qui se manifeste par le besoin de respirer.

Ces deux moyens, le direct ou l'indirect, ajoutent leurs effets pour accroître la capacité vitale des poumons. C'est pourquoi ils doivent occuper une

place importante dans l'éducation physique. Mais il faut que l'on soit bien pénétré que l'on augmente surtout sa capacité pulmonaire en produisant une grande somme de travail mécanique répartie sur des masses musculaires importantes.

L'ERREUR DE LA GYMNASTIQUE RESPIRATOIRE EN POSITION D'IMMOBILITÉ. — La gymnastique respiratoire pratiquée sur place, en salle ou en chambre, alors que l'ensemble du corps conserve l'immobilité est une erreur. La physiologie nous apprend que les oxydations sont surtout actives dans nos muscles. Tandis qu'un kilogramme de muscle au repos est traversé en une heure par 12 litres de sang, fixe 0 l. 307 d'oxygène et libère 0 l. 221 d'acide carbonique, ce même kilogramme de muscle, en état de travail, est traversé par 56 l. 321 de sang, consomme 6 l. 207 d'oxygène et élimine 5 l. 835 d'acide carbonique. L'intensité des oxydations, partant de la nutrition, se proportionne à l'activité musculaire. On se trompe donc quand on prétend *faire provision d'oxygène* en exécutant sur place les mouvements de la gymnastique respiratoire. Sans doute, on ventile les poumons, mais le surplus de l'oxygène qui y est amené par les grandes ampliations du thorax est rejeté en presque totalité dans l'air expiré. Il n'est pas fixé en surabondance dans l'intimité des muscles, puisque, à part ceux qui meuvent la cage thoracique, les autres, c'est-à-dire le plus grand nombre, ne travaillent pas. La gymnastique respiratoire pratiquée sur place est impuissante à accroître les oxydations. Dix minutes de course atteignent plus efficacement ce but qu'une demi-heure de gymnastique respiratoire faite sur place, dans une immobilité relative.

Est-ce à dire qu'il faille condamner comme inutiles les mouvements de la gymnastique respiratoire ? En aucune manière. Ces mouvements, soumis au contrôle de la volonté, sont utiles à l'enfant, qui ne sait pas respirer, et plus utiles encore à l'athlète, qui veut ramener le calme dans sa poitrine essoufflée.

Ils développent et entretiennent l'élasticité thoracique, mais il ne faut pas leur attribuer l'accélération des oxydations quand ils ont lieu sur place et en chambre.

BÉANCE DES VOIES RESPIRATOIRES. — L'air qui est appelé dans les poumons doit traverser, avant d'y pénétrer, plusieurs orifices relativement étroits dont les dimensions varient sous l'action de certains muscles. Ce sont : les *orifices des narines* dont les ailes se relèvent légèrement à chaque inspiration sous l'action de muscles spéciaux, les releveurs de l'aile du nez, commandés par le nerf facial ; le *pharynx*, rétréci par le voile du palais et, latéralement, par la saillie des amygdales ; enfin, au niveau du larynx, la *glotte*, que régit un double système de muscles et des nerfs à fonctions antagonistes ; les uns l'élargissent et servent à la respiration ; les autres la resserrent et servent à la phonation.

Il importe que ces défilés soient libres. Les végétations nasales, les amygdalites, les inflammations chroniques du larynx, en rétrécissant les voies respiratoires, entravent le libre et large accès de l'air dans la poitrine et rendent impossible la pratique assidue de l'athlétisme.

Un homme vigoureux peut respirer pendant quelques instants à travers une colonne de mercure, de 8, 10 et même 15 centimètres de hauteur, mais sa puissance inspiratoire s'épuise rapidement. Langlois et Richet ont démontré que l'interposition entre la bouche et l'air extérieur d'une résistance de

2 centimètres de mercure devenait, à la longue, insupportable. Le moindre obstacle, placé sur les voies respiratoires, devra donc être enlevé, chaque fois que ce sera possible, chez un sujet se destinant à la carrière sportive.

Dans le reste de l'arbre respiratoire, la béance des voies est assurée par une charpente rigide, osseuse dans les narines et le pharynx, cartilagineuse dans la trachée et les bronches. Au sein même des poumons, organes essentiellement élastiques, la béance est assurée par les forces de l'aspiration thoracique.

Livrés à eux-mêmes, ces organes expulseraient tout l'air qu'ils contiennent. Mais, renfermés dans la cavité close du thorax, enveloppés dans le sac pleural où règne le vide, ils restent appliqués et étalés contre la paroi thoracique qu'ils suivent exactement dans ses mouvements de va-et-vient. A chaque inspiration, « l'élasticité pulmonaire cède aux puissances musculaires qui agrandissent le thorax » (Morat). A chaque expiration, c'est, au contraire, le thorax qui cède à la force élastique des poumons revenant sur eux-mêmes ; mais cette force élastique n'est jamais complètement satisfaite. *Il règne donc sans cesse dans l'arbre respiratoire une béance des voies et des cavités.* Elle est abolie quand cesse le vide pleural, par exemple après l'ouverture accidentelle du thorax, à la suite d'une blessure.

L'élasticité pulmonaire joue, à l'égard du sang, le même rôle qu'à l'égard de l'air. Le même mécanisme qui maintient béantes les voies aériennes ou modifie leur capacité maintient également ouvertes les voies circulatoires et accroît le calibre des vaisseaux. Dans ces conditions, la résistance au cours du sang est diminuée et la circulation facilitée.

On comprend que, dans ces conditions, la pression du sang soit moindre dans l'artère pulmonaire que dans l'aorte, par exemple, et que l'effort que doit fournir le cœur droit qui commande la circulation pulmonaire soit moindre que celui du cœur gauche. Celui-ci est, on le sait, doté de parois plus épaisses que celui-là.

Pendant l'inspiration, l'expansion du thorax, en entraînant celle des poumons accroît la béance de toutes les voies, respiratoires et circulatoires, appelle du même coup l'air dans les alvéoles et le sang dans les vaisseaux, et favorise ainsi au maximum leur conflit, nécessaire à l'entretien de la vie. Inversement, pendant l'expiration qu'accompagne le retrait des poumons, l'excès du sang appelé par l'inspiration est chassé des vaisseaux pulmonaires, en même temps qu'une partie de l'air vicié est expulsée.

Pendant les efforts de courte durée (lever de poids, traction, équilibre, opposition), la respiration est momentanément suspendue, et cela pendant le temps correspondant à l'expiration. La poitrine s'est gonflée d'air, la glotte s'est fermée et l'effort est devenu possible. Pendant qu'il se produit, les tracés pneumographiques accusent de notables changements qui apparaissent bien dans les tracés ci-contre (fig. 12 et 13).

De même, pendant la phonation et le chant, les tracés pneumographiques subissent de profondes modifications (fig. 14 et 15).

FIG. 12. — *Modifications introduites dans le rythme respiratoire par l'effort.* (Tracé obtenu sur un athlète au moment du lever d'un poids de 50 kilos.) *L'effort a lieu après une phase inspiratoire normale. Il est aussitôt suivi d'un mouvement inspiratoire profond et d'une reprise régulière de la respiration.*

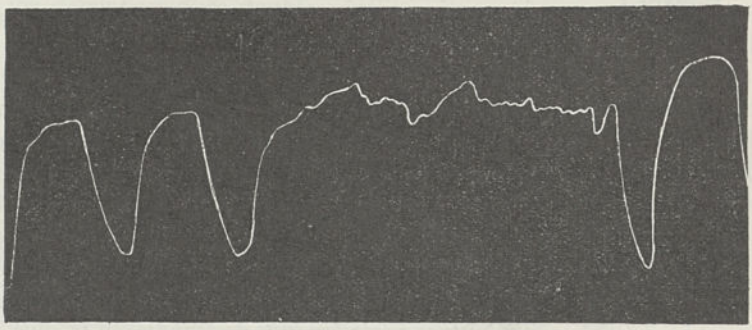


FIG. 13. — *Modifications introduites dans le rythme respiratoire par l'effort.* (Tracé obtenu sur un athlète exerçant une vigoureuse traction sur une corde.)

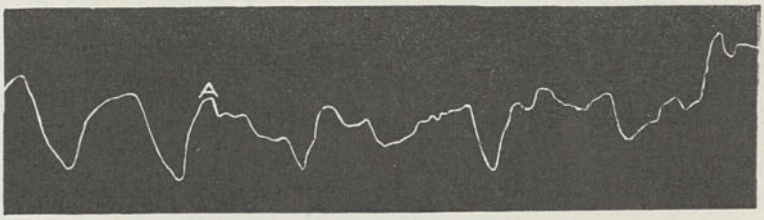


FIG. 14. — *Tracé respiratoire pris pendant l'émission de la parole, chez un sujet parlant vite, non entraîné à un débit de parole mesurée. Le sujet commence à parler en A.*

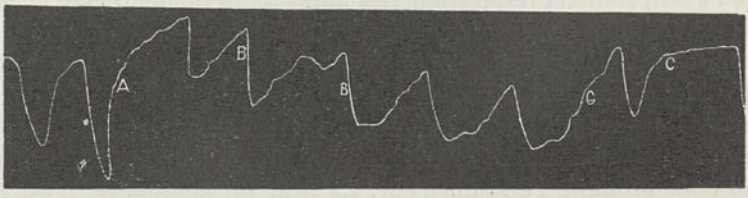


FIG. 15. — *Tracé pris, pendant l'émission de la parole, chez un sujet parlant posément. Les reprises inspiratoires (B) se font périodiquement et presque régulièrement. Les inégalités constatées pendant l'expiration correspondent aux phases d'émission de la voix. Le sujet commence à parler en A. En C, élévation du ton et phrase prolongée.*

***

Innervation des poumons et réflexes respiratoires. — Tous ces actes sont subordonnés au système nerveux. C'est lui qui ordonne le soulèvement et l'abaissement rythmiques de la poitrine quinze fois par minute. Toutes les commandes nerveuses nécessaires à l'entretien de la respiration sont situées dans un tronçon très court de l'axe nerveux comprenant le bulbe rachidien et quelques centimètres de la portion de moelle épinière qui lui fait suite immédiatement. Ce segment de l'axe nerveux est relié au diaphragme, muscle inspirateur par excellence, par un nerf moteur (le phrénique), et aux poumons par un nerf sensitif (le pneumogastrique).

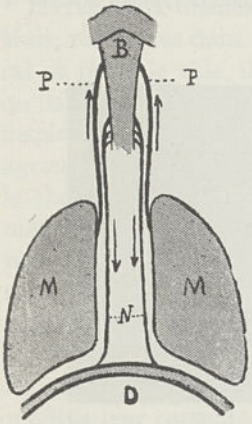


Fig. 16. — *Schéma du réflexe respiratoire.*

B, bulbe rachidien.
P, pneumogastrique.
N, nerf phrénique.
M, poumon.
D, diaphragme.

Chaque mouvement respiratoire est un acte réflexe : les excitations partent des poumons : elles sont produites par le retrait de ces organes sur eux-mêmes, lorsqu'ils se trouvent en position d'expiration. Le pneumogastrique recueille ces excitations, les conduit jusqu'au bulbe qui les réfléchit sur le diaphragme par le nerf phrénique ainsi que sur les autres muscles inspirateurs par d'autres nerfs émanés de la portion la plus élevée de la moelle. Alors survient l'expansion de la poitrine produite par la contraction du diaphragme et des muscles inspirateurs. Après quoi, les poumons, obéissant à leur élasticité propre, reviennent sur eux-mêmes pendant le temps de l'expiration. A peine sont-ils arrivés à un certain degré de reploiement qu'une nouvelle excitation repart pour le bulbe par la voie du pneumogastrique, s'y réfléchit et revient par le nerf phrénique, sous forme d'influx moteur qui provoquera la contraction du diaphragme et un nouveau mouvement d'inspiration. Ces mouvements se succèdent pendant toute la vie (voir fig. 16).

Ce mécanisme est celui de l'acte respiratoire schématique. Dans la réalité, de nombreuses excitations, émanées du cerveau, peuvent contribuer à précipiter ou à suspendre la respiration. Des impressions douloureuses, le chaud, le froid, des émotions de toutes sortes modifient le rythme respiratoire. En un mot, toute sensation physique ou morale violente, quel que soit son siège, retentit sur les poumons. La joie, le chagrin, la crainte, sont l'origine de mouvements respiratoires réflexes qui s'appellent le rire, le sanglot, le soupir ou le cri.

Les impressions morales, elles-mêmes, ajoutent leur influence à celle du travail pour produire l'essoufflement. La peur est dépressive. C'est elle qui explique que le cerf se laisse forcer par des chiens cependant moins rapides que lui. La frayeur diminue son aptitude respiratoire par des effets réflexes qui troublent le jeu régulier de ses poumons. Sous l'influence de la peur, il

sort de ses allures ; les mouvements de sa poitrine sont troublés et se succèdent à intervalles inégaux. La production de l'acide carbonique est intense et son élimination régulière est partiellement entravée ; l'animal s'essouffle, perd une grande partie de ses moyens et finit par être forcé.

Ce que nous venons de dire du retentissement des influences morales sur la respiration chez un animal chassé s'applique de tous points à l'homme. La maîtrise de soi dans les exercices du corps assure aux personnes calmes une grande supériorité sur les sujets impressionnables.

La respiration se passe a la fois dans les poumons et dans l'intimité des tissus vivants. — Au début de ce chapitre, nous avons dit que notre vie dépendait d'un double conflit : l'un qui se passait dans les poumons, entre l'air et le sang, et que nous venons d'étudier ; l'autre qui avait lieu dans l'intimité des organes entre le sang chargé d'oxygène et les tissus qu'il baigne. Ce second acte, qui représente une véritable respiration des tissus, a une importance capitale et mérite qu'on s'y s'arrête quelque temps.

« Le sang est un transporteur d'oxygène ; il reçoit ce gaz dans le poumon et le cède aux autres tissus ; il est aussi un transporteur d'acide carbonique ; il reçoit ce second gaz des tissus et l'exhale dans le poumon. » (Morat.)

Cette phrase contient l'indication des deux conflits dont nous venons de parler. Que font les tissus de l'oxygène que leur apporte le sang ?

Tissot a démontré que, si l'on place un muscle isolé, détaché du corps d'un animal, dans une atmosphère d'oxygène, il s'établit une véritable respiration spontanée du muscle, qui *absorbe de l'oxygène* et *exhale de l'acide carbonique*. Si le muscle, ainsi détaché et placé dans une atmosphère d'oxygène, est mis en état de travail par l'excitation électrique, la quantité d'oxygène absorbé par le muscle et d'acide carbonique exhalé par lui est plus grande qu'à l'état de repos.

Si le muscle est soumis électriquement à une longue série de contractions, au point de le fatiguer, — ce dont on s'aperçoit quand son raccourcissement diminue d'étendue à chaque contraction, — on constate que le muscle, ainsi fatigué, fixe une moindre quantité d'oxygène.

Enfin, si l'on chauffe le muscle jusqu'aux environs de 41°, on voit qu'il perd la propriété d'absorber l'oxygène.

Ces expériences nous montrent, d'une part, que le muscle est le siège d'une véritable respiration; d'autre part, que la fatigue et une certaine chaleur diminuent l'activité respiratoire — donc la vitalité — du muscle. Cet acte respiratoire ne se passe pas seulement dans le muscle, mais aussi dans toutes les cellules de l'organisme. L'oxygène n'emploie qu'une route pour parvenir jusqu'à elles : celle du sang. L'acide carbonique en utilise plusieurs pour s'échapper : le sang veineux qui représente la plus importante et les liquides de sécrétion ou d'excrétion issus des glandes (urines, sueur, lait, bile, salive), qui ne sont que des voies d'évacuation accessoires.

Les expériences de Tissot sont saisissantes dans leur simplicité. En réalité, elles s'éloignent assez sensiblement des conditions véritables de la respira-

tion des tissus. Ceux-ci ne puisent pas l'oxygène dans une atmosphère formée de ce gaz (ainsi que Tissot fait respirer les muscles sur lesquels il expérimente), mais dans un milieu liquide oxygéné qui est le sang. C'est donc sur des tissus baignés par le sang qu'il faut, pour être exact, étudier l'échange respiratoire dont l'intimité de nos organes est constamment le théâtre.

Chauveau a fait ces recherches. Il a déterminé :

1° La quantité d'oxygène cédée par le sang au muscle ; 2° la quantité d'acide carbonique cédée par le muscle au sang, pendant un temps déterminé, et cela à l'état de repos et à l'état de travail. Pour parler le langage physiologique, il a établi le *coefficient d'absorption d'oxygène et d'exhalation de l'acide carbonique du tissu musculaire.*

Nous n'entrerons pas dans le détail de la méthode. Elle consiste à analyser comparativement le sang à son entrée et à sa sortie du muscle, d'une part pendant le travail, d'autre part pendant le repos. C'est en comparant les sangs artériel et veineux d'un muscle que l'on peut juger de son activité respiratoire.

Voici un tableau emprunté aux expériences de Chauveau et Kaufmann qui indique le bilan des échanges respiratoires entre le sang et le muscle :

	Coefficient d'irrigation sanguine du muscle	*Oxygène absorbé par le muscle*	*Acide carbonique cédé par le muscle*	*Sucre du sang absorbé par le muscle* (1)
	gr.	gr.	gr.	gr.
Pendant le repos..	0,174	0,00688	0,00684	0,03644
Pendant le travail.	0,850	0,14079	0,24577	0,14027

Maintenant que nous connaissons, dans leurs traits essentiels, les échanges respiratoires dont nos tissus sont le théâtre, revenons un instant aux poumons et considérons l'échange gazeux qui s'y passe. Nous serons frappés de l'analogie qui existe entre les deux phénomènes. Le sang s'y charge de l'oxygène qu'il destine aux tissus ; il s'y débarrasse de l'acide carbonique que

(1) Le sucre ou glycose dont il est question dans ce tableau est celui qui se trouve dissous normalement dans le sang. Ce liquide en contient environ 1 gr 50 par litre. Ce taux est constant chez les personnes bien portantes, aussi bien pendant le repos que pendant le travail. C'est dans le foie, véritable grenier d'abondance de la matière sucrée, que le sang se ravitaille en glycose ; c'est dans le sang que le muscle se ravitaille en matière sucrée. Il s'empare d'elle, l'élabore et la transforme en glycogène ou sucre musculaire, qui sera la source principale de son énergie.

Cette transformation du glycose du sang en glycogène se fait dans le muscle lui-même par perte d'une molécule d'eau selon la réaction suivante :

$$\underset{\text{(Glycose)}}{C^6H^{12}O^6} - \underset{\text{(Eau)}}{H^2O} = \underset{\text{(Glycogène)}}{C^6H^{10}O^5}$$

L'acide carbonique, mis en liberté pendant la respiration du muscle, provient de la combinaison du glycogène contenu dans le muscle avec l'oxygène, apporté par le sang, selon la réaction suivante :

$$\underset{\text{(Glycogène)}}{C^6H^{10}O^5} + \underset{\text{(Oxygène)}}{6\,O^2} = \underset{\text{(Acide carbonique)}}{6\,CO^2} + \underset{\text{(Eau)}}{5\,H^2O}$$

ces mêmes tissus ont déversé en lui. Ici, comme là, il y a fixation d'oxygène et élimination d'acide carbonique.

La respiration apparaît donc, en définitive, comme une circulation d'oxygène puisé dans l'atmosphère et une circulation d'acide carbonique né dans l'intimité des tissus et véhiculé par le sang jusqu'aux poumons où il est mis en liberté en traversant, par osmose, les minces parois des alvéoles pulmonaires. 100 volumes d'air inspiré se composent de 79 volumes d'azote, 21 volumes d'oxygène et 0,0003 d'acide carbonique. Mais l'acte respiratoire accompli, nous retrouvons à l'expiration 99 volumes, 5 d'air rejeté, se composant de 79 volumes d'azote, 16 volumes d'oxygène et 4 volumes 5 de gaz carbonique.

La respiration ne comprend pas seulement les échanges qui se font dans les poumons, elle comprend, au même titre, ceux qui ont lieu dans les différents tissus. La respiration est un phénomène physiologique unique qui se passe sur deux théâtres distincts :

RESPIRATION :

Respiration pulmonaire.	*Respiration des tissus.*
Captation de l'air au niveau des poumons. Fixation de l'oxygène par le sang. Rejet par l'air expiré de l'acide carbonique contenu dans le sang veineux et véhiculé par lui.	Captation de l'oxygène du sang par les tissus vivants. Passage dans le sang de l'acide carbonique formé dans les tissus.

En résumé, il faut tenir compte à la fois de la respiration pulmonaire et de la respiration interne des tissus. Celle-ci se fait par l'entremise de catalyseurs variés et à actions complexes, oxydases, oxygénases, peroxydases, catalases qui sont produits soit par les cellules intéressées et sur place, soit à distance par certains organes et particulièrement par les glandes endocrines.

Que ces ferments viennent à manquer et le processus de la respiration interne est troublé sans que la capacité pulmonaire y soit pour rien. La clinique, l'expérimentation physiologique s'accordent pour démontrer le bien-fondé de cette conception et l'exagération évidente de l'importance donnée à la spirométrie, à la cyrtométrie, à la pneumométrie et à toutes les déductions cliniques et thérapeutiques qui en ont été tirées à tort. Quant au fait évident et incontestable de la correction de la prétendue insuffisance thoracique par l'exercice ou le sport, il faut l'expliquer autrement qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

Des champions ont des capacités spirométriques très moyennes, et cependant ils ignorent l'essoufflement pendant l'effort. Inversement, des sujets à thorax bien fait et à bonne spirométrie sont médiocres au point de vue du fonctionnement respiratoire et incapables d'accomplir un effort prolongé.

Dans le premier cas il s'agit de sujets chez lesquels la respiration cellulaire se fait bien ; dans le second, il s'agit de sujets chez lesquels elle se fait imparfaitement. Pour bien apprécier la fonction respiratoire, il ne faut pas seulement le faire par des mensurations externes du thorax, il faut plus encore

étudier l'allure des échanges respiratoires. (Voir chapire du Dosage de l'exercice par la mesure des échanges respiratoires.)

Rôle du poumon dans la transformation des graisses. — A côté des phénomènes physiques et mécaniques de l'acte respiratoire, il est toute une série de phénomènes chimiques, dont les poumons sont électivement le siège. Des graisses neutres qui, après avoir été dédoublées, se trouvent reconstituées dans l'intestin, une petite portion passe dans la veine porte, et sur cette petite portion le foie va intervenir. Mais la partie la plus importante s'engage dans les chylifères, traverse les ganglions mésentériques, arrive dans la veine sous-clavière gauche, puis dans le cœur droit, est enfin lancée dans la petite circulation. Le poumon est le premier organe qu'elles rencontrent, il est placé sur leur trajet comme le foie est placé sur le trajet des autres substances alimentaires, analogie d'ordre anatomique qui a suggéré au professeur Roger l'idée d'une analogie fonctionnelle. Le poumon agit-il sur les graisses comme le foie sur les albumines et les sucres ?

L'expérience démontre la réalité de cette hypothèse. Sur les chiens qui ont fait, quatre heures auparavant, un repas riche en matières grasses et qu'on endort par une injection intraveineuse de chloralose, on met à nu l'artère fémorale et la veine jugulaire externe du côté droit. Par cette dernière, on fait pénétrer dans le cœur une sonde. On recueille simultanément par l'un et l'autre vaisseau une certaine quantité de sang qu'on porte immédiatement à 100° pour éviter toute transformation possible des matières grasses. Les dosages faits par la méthode de Kumagawa ont montré que le sang, en traversant les poumons, perd 10 % de la graisse qu'il contenait. Le poumon exerce donc une action lipopexique indiscutable et d'importance, en tous points comparable à la fonction glycopexique du foie. Ce dernier, d'ailleurs, joue un rôle accessoire dans cet arrêt des graisses. C'est sans doute par un simple phénomène d'oxydation que les graisses disparaissent dans le poumon, par l'intermédiaire d'une lipase pulmonaire mise en évidence par A. Mayer et P. Morel. En traversant le poumon le sang acquiert le pouvoir de détruire les matières grasses comme les auteurs l'ont montré par la méthode des circulations artificielles. C'est aux hématies, et non au plasma, qu'appartient ce rôle lipodiurétique du sang.

Ces données nous expliquent que les sujets respirant mal ou insuffisamment deviennent aisément obèses. Elles nous incitent également à déduire que quiconque veut faire maigrir un obèse doit susciter de manière active la fonction respiratoire. Les graisses, en définitive, sont, de manière élective, brûlées dans les poumons (1).

Respiration cutanée. — La peau, chez l'homme et les mammifères, n'a, au point de vue respiratoire, qu'un rôle insignifiant. Lavoisier et Séguin ont tenté de déterminer ce rôle. Ils enveloppaient et maintenaient, pendant un certain

(1) H. Roger. Le rôle du poumon dans le métabolisme des graisses. *Presse médicale*, 18 novembre 1922.

temps, des sujets dans un espace clos en ménageant une communication entre leurs poumons et le dehors. Ils analysaient ensuite les gaz contenus dans cet espace clos. Plus tard, Regnault et Reiset reprirent ces recherches. Ils placèrent des animaux (chien, lapin, poule) dans un sac imperméable contenant de l'air, dont l'analyse faisait connaître l'altération, au bout d'un temps donné. Starling a renouvelé les observations de Lavoisier sur l'homme et est arrivé aux nombres suivants pendant vingt-quatre heures :

QUANTITÉS D'ACIDE CARBONIQUE EXHALÉ PAR LA PEAU ET PAR LES POUMONS.

	Poids	CO^2 *de la peau*	CO^2 *des poumons*
	kg.	gr.	gr.
Garçon de dix ans.....	22,0	4,34	488,16
Fille de onze ans.....	23,0	2,97	459,84
Homme de seize ans.....	57,7	4,34	812,72
Homme de vingt-huit ans...	82,0	8,95	878,88

L'ensoleillement, la digestion, le régime carné, augmenteraient légèrement l'activité de la respiration cutanée. Mais le travail musculaire, l'élévation de la température qui en est la conséquence et surtout l'activité circulatoire qui l'accompagne, accroissent notablement l'exhalation d'acide carbonique par la peau.

CHAPITRE II

LA CIRCULATION DU SANG DANS SES RAPPORTS AVEC L'EXERCICE

Rôle du sang. — La vie ne peut exister que par un échange incessant entre l'être vivant et le milieu dans lequel il se trouve placé. Dans les organismes les plus élevés, le sang est l'intermédiaire qui préside obligatoirement à cet échange. En circulant dans toute l'économie, ce liquide nourricier, d'une part, cède aux cellules vivantes l'oxygène qu'il a capté dans les poumons et les aliments élaborés que lui a livrés la muqueuse intestinale ; d'autre part, il se débarrasse, au niveau des reins, du foie, etc., des déchets provenant de l'usure des tissus.

La circulation du sang entretient donc la vie cellulaire, en apportant aux organes les substances nécessaires à leur entretien et en entraînant les produits usés. Mais là ne se borne pas son rôle. C'est encore par la circulation que se répartit la *chaleur* dans toute l'économie. C'est en grande partie par le jeu du rayonnement calorique, subordonné lui-même à l'activité circulatoire dans certains organes superficiellement placés, que le corps humain conserve une température interne toujours identique, quelles que soient les variations de la température extérieure.

Pour remplir son triple rôle de *nourricier*, de *purifiant* et de *calorivecteur*, le sang doit circuler un grand nombre de fois et rapidement à travers tout l'organisme. Sa marche continue et sa distribution sont assurées par un ensemble d'organes : le cœur, les artères, les veines et un réseau de canaux très fins, les capillaires. Ceux-ci servent de trait d'union entre les artères et les veines. Ils sont formés de tubes à parois extrêmement minces, perméables, à travers lesquels s'effectueront, pendant toute la vie, par des phénomènes d'osmose et de diffusion, les échanges entre le sang et les cellules des tissus vivants. Ces échanges représentent la raison d'être de la circulation.

Tache respective du cœur, des artères, du système nerveux. — On peut synthétiser la circulation du sang en disant que le ventricule droit du cœur lance le sang dans les poumons. En cet endroit, le sang se charge d'oxygène, s' « artérialise » et revient au cœur par l'oreillette gauche. Celle-ci le transmet au ventricule gauche, qui l'envoie dans tous les organes. Le sang y perd son oxygène, ses matériaux nutritifs et cède, en même temps,

aux émonctoires (reins, foie) les déchets dont il a été chargé, chemin faisant. Après quoi, il revient à l'oreillette droite sous forme de sang veineux. Cette oreillette le transmet au ventricule correspondant, qui le renvoie dans les poumons, et le cycle recommence.

Le *cœur* est un muscle creux. Il joue le rôle de pompe aspirante et foulante, grâce au mécanisme des valvules qui commandent ses orifices. Il est animé de mouvements rythmiques. Lorsqu'il se contracte, on dit qu'il est en *systole* ; lorsqu'il se relâche, on dit qu'il est en *diastole*. Chez l'homme, le nombre de ses contractions ou pulsations varie avec l'âge.

De 0 à 1 an.....	135	pulsations par minute.
De 1 à 2 ans.....	110	—
De 2 à 5 ans.....	105	—
De 5 à 8 ans.....	95	—
De 8 à 20 ans.....	85	—
De 20 à 80 ans.....	70	—

La contraction affecte d'abord les deux oreillettes, et, aussitôt après, les deux ventricules. Elle a, dans son ensemble, une durée égale au tiers de celle du relâchement de l'organe. Au cours d'une révolution cardiaque (systole et diastole réunies), le cœur ne travaille donc que pendant un tiers du temps et se repose pendant les deux autres tiers.

La quantité de sang lancée dans l'aorte à chaque systole est variable, car le cœur ne se vide jamais complètement. On l'évalue en moyenne à une quantité comprise entre 50 et 100 grammes.

Les *artères* sont des canaux élastiques et contractiles. Elles ont pour rôle de transformer le cours du sang, intermittent à son origine, en un cours continu. Par ce mécanisme, elles augmentent le débit de l'écoulement et économisent le travail du cœur. Elles règlent toujours l'afflux du sang chez un sujet normal, proportionnellement aux besoins de chaque organe particulier.

La contractilité des artères est sous la dépendance du système nerveux. Lorsque les artères d'une région se contractent, il y arrive moins de sang ; par contre, d'autres régions voisines en reçoivent davantage. La contractilité des artères assure la régularisation des circulations locales.

La cause essentielle de la circulation dans les veines est la force propulsive du cœur qui se transmet jusqu'à elles par les artères, à travers le réseau capillaire. Des valvules situées sur leur paroi interne contribuent à empêcher le retour du sang vers les capillaires, de sorte que, sous l'influence d'une pression extérieure, le sang veineux est toujours poussé vers le cœur. C'est en partie par ce mécanisme que les masses musculaires, en comprimant les veines, pendant l'exercice, activent la circulation. Enfin, chaque mouvement d'inspiration qui dilate la poitrine provoque un appel de sang de la périphérie vers le centre et favorise la circulation veineuse. Nous savons déjà que c'est à travers les minces parois des capillaires que le sang abandonne les matières nutritives utiles aux tissus vivants et se charge de déchets provenant de la vie cellulaire. Ces échanges sont facilités par la faible vi-

tesse du courant sanguin, qui n'est plus dans les capillaires que de huit millièmes de millimètre par seconde, au lieu de 50 centimètres dans les gros troncs artériels. Suivant la comparaison de Claude Bernard, les artères et les veines sont les rues qui nous permettent de parcourir la ville : les capillaires nous font pénétrer dans les maisons, nous montrent la vie, les occupations et les mœurs des habitants, c'est-à-dire des cellules vivantes.

Enfin le *système nerveux* exerce sur le cœur et sur les vaisseaux une influence considérable. Il en règle les mouvements. Le cœur possède en propre un appareil d'innervation doué d'une autonomie suffisante pour provoquer sa contraction. C'est sous l'influence de cet appareil nerveux que le cœur continue à se mouvoir, alors qu'il se trouve artificiellement isolé, au cours de certaines expériences de physiologie, par exemple. Mais le cœur est, en outre, étroitement uni au système nerveux général par des nerfs qui ont deux origines différentes. Les uns sont *modérateurs* de ses mouvements et viennent du bulbe rachidien ; les autres sont *accélérateurs* de ses battements et viennent des ganglions nerveux sympathiques du cou. Que l'on excite les premiers : le cœur se ralentit et finit par s'arrêter ; que l'on provoque sur les autres la même excitation, et le cœur s'accélère. Normalement, ce double mécanisme entre en jeu pour rythmer, selon le besoin du moment, les mouvements de l'organe.

Les artères et les veines reçoivent, elles aussi, des filets nerveux. Ils proviennent du système sympathique. Ces nerfs agissent sur les vaisseaux en les faisant, selon les circonstances et les besoins, se contracter ou se dilater. Leur rôle est important, puisqu'ils règlent le degré d'abondance du sang circulant dans les organes et, par suite, régissent la nutrition générale dans l'économie. Cette vue d'ensemble rapide nous permet de situer, physiologiquement parlant, chacun des appareils qui concourent à la fonction circulatoire. Leur rôle respectif est tracé. Il nous sera désormais facile de revenir en arrière et d'examiner en détail quelques points de physiologie circulatoire appliquée aux exercices physiques et à l'hygiène sportive.

TENSIONS ARTÉRIELLES. — POULS. — TRAVAIL DU CŒUR

Le sang se trouve dans les artères sous une certaine tension. Il s'en échappe, en effet, en donnant un jet assez fort lorsqu'une ouverture est pratiquée à l'un de ces vaisseaux. La tension du sang résulte de deux facteurs :

L'impulsion du cœur ;

La résistance élastique opposée par les artères, au moment de l'arrivée de chaque ondée nouvelle envoyée par le cœur. Cette tension n'est pas uniforme ; elle oscille sans cesse entre deux points : l'un, le plus élevé, représente la *tension maxima* ; il est atteint pendant la systole du cœur ; l'autre, le plus bas, correspond à la *tension minima* : on l'observe pendant la diastole. La tension qui sépare les tensions maxima et minima est appelée *tension variable*. La connaissance de l'une ne renseigne pas sur la valeur des

deux autres, car les variations de ces diverses tensions ne suivent pas une marche parallèle. On devra donc les connaître toutes trois, chaque fois qu'on voudra apprécier le fonctionnement du cœur et des artères.

La connaissance des tensions artérielles apparaît aujourd'hui comme ayant une importance de premier ordre, parce qu'elle nous permet d'évaluer d'une manière approchante l'état du cœur et de la circulation, non seulement pendant le repos, mais encore au cours du travail musculaire et de l'entraînement physique.

MESURES DES TENSIONS ARTÉRIELLES. — On a pu, chez des blessés auxquels on devait pratiquer l'amputation d'un membre, mesurer la tension dans une grosse artère du membre condamné à l'aide des appareils usuels en physiologie. C'est ainsi que Faivre et Albert ont trouvé que, dans un cas, la tension était de 120 millimètres de mercure dans l'artère fémorale et que, dans un autre, elle oscillait de 120 à 125 millimètres de mercure dans l'artère humérale.

Mais, pratiquement, le problème est de mesurer de l'extérieur, sans mutilation, la tension du sang dans les artères de l'homme.

Je ne décrirai ici ni les appareils ni les méthodes, qui sont du domaine de la clinique et de la physiologie. Je ne ferai qu'énumérer :

Le *sphygmomanomètre* de Potain, qui ne permet la notation que de la seule tension maxima ;

Le *sphygmomètre* de Riva-Rocci, composé d'un manchon de caoutchouc, d'une soufflerie, d'un manomètre à mercure, et auquel Vaquez a adjoint son *sphygmosignal*, index très sensible, qui permet de mesurer la pression maxima avec la rigueur désirable :

La *méthode vibro-palpatoire* (méthode d'Ehret), basée sur l'emploi d'un appareil de même principe que celui de Riva-Rocci, avec le concours d'un doigt explorateur placé sur l'artère humérale, au-dessous du bord inférieur du manchon du caoutchouc.

La *méthode auscultatoire* (méthode de Korotkow), basée, elle aussi, sur l'emploi du manchon de Riva-Rocci, mais avec adjonction d'un appareil auditif (*sphygmophone* de Laubry), qui permet d'étudier les modifications des bruits qu'engendre le passage de l'ondée artérielle dans l'humérale, au cours de la compression effectuée par le manchon ;

Le *sphygmométroscope* d'Amblard, basé sur la méthode des oscillations, et qui permet la mesure des trois tensions ;

L'*oscillomètre sphygmométrique* de Pachon, d'un usage aujourd'hui courant, et qui fournit les mêmes indications que le précédent.

Ces appareils et ces méthodes ne peuvent prétendre exprimer la valeur absolue des tensions artérielles. Ils donnent toutefois une idée assez approchée des variations de ces tensions. Si les observateurs agissaient sur une artère nue, les résultats seraient à peu près justes. Mais, les appareils qu'ils emploient agissent à travers des tissus qui, selon leur nature et leur état, se comportent différemment dans chaque cas.

De plus, ces appareils et ces méthodes donnent des valeurs de tension maxima et minima un peu différentes les unes des autres. Mais, comme la tension variable demeure identique, chez un même sujet, quels que soient les appareils employés, on peut pratiquement admettre ces résultats.

Voici les valeurs généralement attribuées aux tensions artérielles normales mesurées avec les principaux appareils en usage

Tension maxima.

	Cm. Hg.
Appareil Potain	17
— Riva-Rocci	11 à 12
Méthode de Korotkow	12 à 13
Appareil Amblard	12 à 14
— Pachon	15 à 17
— Vaquez	13 à 15

Tension minima.

	Cm. Hg.
Méthode d'Ehret	9
— de Korotkow	9
Appareil Amblard	7 1/2 à 8 1/2
— Pachon	9

On voit, à la lecture de ces chiffres, qu'une tension minima de 8 centimètres de mercure s'accompagne d'ordinaire d'une tension maxima de 14 centimètres de mercure et que, dans ce cas, la tension variable est de 6 centimètres de mercure. Ces valeurs sont celles qu'on enregistre communément chez un sujet de vingt-cinq à trente ans bien portant et au repos.

Tensions et pouls pendant le travail musculaire. — Pour évaluer le travail du cœur et des artères, les éléments précédents ne suffisent pas. Il faut faire intervenir un autre facteur : *la fréquence du pouls*, que l'on doit toujours étudier conjointement avec les tensions artérielles.

Les valeurs des tensions moyennes que nous venons d'indiquer vont de pair avec un pouls battant de soixante-dix à soixante-quinze fois par minute. Mais si, au lieu de considérer un sujet de repos, nous évaluons ses tensions après lui avoir fait accomplir un travail musculaire qui porte son pouls à 90 pulsations par minute, nous constatons que ses tensions auront acquis les valeurs suivantes :

	Cm. Hg.
Tension minima	12
Tension maxima	20
Tension variable	8

Poursuivons l'observation. Faisons accomplir à ce sujet bien constitué un travail qui porte son pouls à 100, ses tensions vont être exprimées par :

	Cm. Hg.
Tension minima	13
Tension maxima	23
Tension variable	10

Augmentons encore le travail, de manière que le pouls atteigne 120 pulsations par minute ; l'oscillomètre enregistrera les tensions suivantes :

	Cm. Hg.
Tension minima.....	15
Tension maxima	30
Tension variable	15

Poussons l'expérience à ses dernières limites, de telle manière que le pouls atteigne 180 ou 200 pulsations à la minute, nous verrons alors un événement

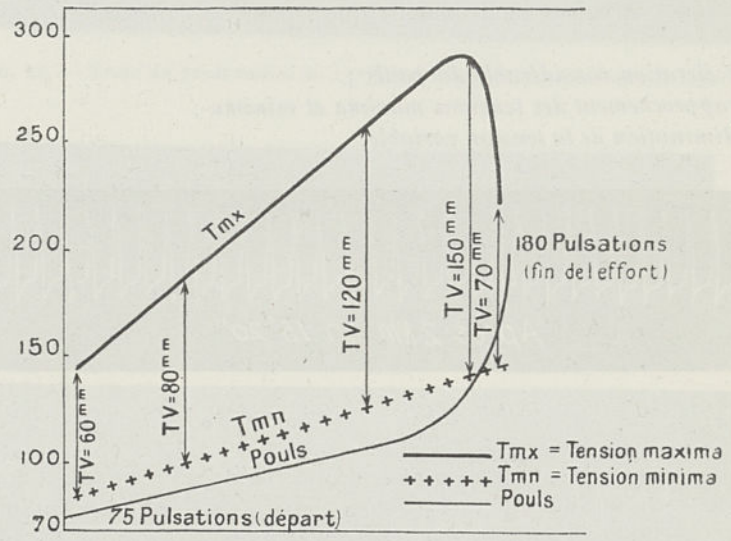


FIG. 17. — *Graphique indiquant les valeurs des tensions maxima, minima et variable, ainsi que les changements du pouls survenus pendant une performance, poussée à ses dernières limites, par un sujet non entraîné.*

La tension maxima s'est élevée à 29 cm. Hg puis a fléchi brusquement. La tension minima s'est élevée progressivement de 8 cm. Hg à 13 cm. Hg. La tension variable s'est effondrée brusquement après avoir atteint une valeur de 15 cm. Hg. Le pouls, qui au départ était à 75 pulsations par minute, s'est élevé, au moment de l'effondrement de la tension artérielle, à 180 pulsations.

considérable se produire : l'effondrement de la tension maxima et de la tension variable, la tension minima demeurant élevée. Les tensions, à la fin de l'expérience, auront acquis les valeurs suivantes :

	Cm. Hg.
Tension minima.....	13
Tension maxima	21
Tension variable	8

Ces constatations indiquent que le sujet est à bout de forces. Son cœur a fléchi. Ce fléchissement a pu se faire *brusquement* (le fait se produit après un exercice extrêmement violent tel qu'une course de 400 mètres faite de bout en bout, en vitesse) ; ou bien il s'est produit *lentement* (c'est le cas lorsque l'observation porte sur des sujets robustes et bien entraînés).

FIG. 18. — *Tracé du pouls radial, au repos, avant une course.*

Les signes auxquels on reconnaît que le muscle cardiaque s'épuise sont donc :

L'accélération considérable du pouls ;
Le rapprochement des tensions maxima et minima ;
La diminution de la tension variable.

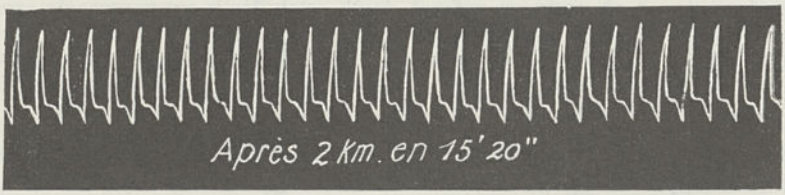


FIG. 19. — *Tracé du pouls radial, après 2 kilomètres de course (phase salutaire de l'exercice).*

Tant que le cœur lutte par la violence accrue de ses systoles, il maintient la valeur de la tension maxima éloignée de celle de la tension minima, et la tension variable ne s'effondre pas. Lorsque le moteur cardiaque accroît beaucoup la fréquence de ses contractions, c'est en vue de compenser l'insuffisance imminente de son énergie (fig. 19).

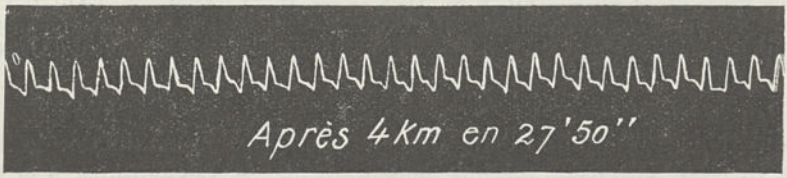


FIG. 20. — *Tracé du pouls radial après 4 kilomètres de course.*

En consultant ce graphique, qui est purement expérimental et où se trouvent inscrites les valeurs de tension ainsi que la fréquence du pouls, enregistrées au cours de quarante-neuf performances accomplies par des sujets normaux, on verra immédiatement si, à l'hypertension accusée par un

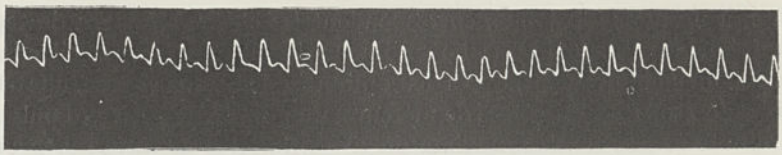


FIG. 21. — *Tracé du pouls radial après 6 kilomètres de course.*

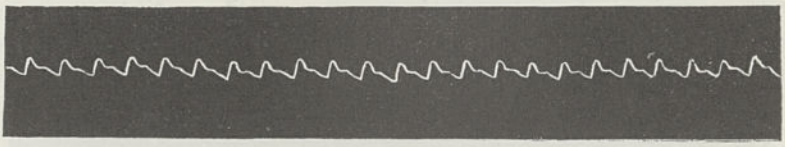


FIG. 22. — *Tracé du pouls radial au 15e kilomètre après deux minutes de repos.*

FIG. 23. — *Tracé du pouls radial après le 20e kilomètre. Effondrement de la tension artérielle Le coureur est obligé de s'arrêter.*

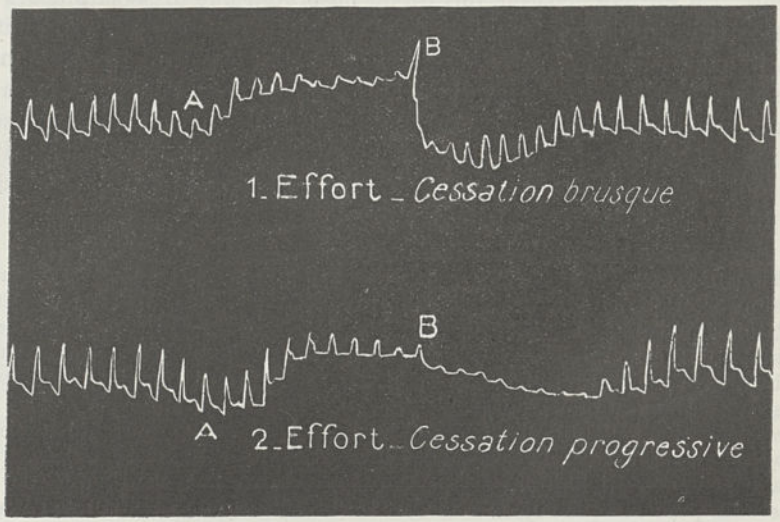


FIG. 24. — *Tracé du pouls radial pendant l'effort.*

1. En A, on fait un effort (sujet cherchant à briser un morceau de bois sur son genou). En B, le bois se rompt brusquement. Chute de pression brusque dans l'artère. — 2. En A, on fait l'effort (sujet pliant sur son genou un ressort d'acier). En B, le sujet laisse le ressort se détendre en résistant de moins en moins. La pression, dans l'artère, diminue sans brusquerie (d'après Demeny).

athlète, à un moment donné, correspondent les chiffres moyens de tension et la fréquence du pouls que l'on note habituellement en pareil cas. Par exemple, un coureur ayant, après deux minutes de courte vitesse, une tension minima de 15 à 16 centimètres de mercure, un pouls battant à 120 pulsations par minute et une tension maxima de 30 centimètres de mercure, peut être considéré comme ayant une circulation suffisante. Il en sera tout autrement si, pour ce même nombre de pulsations, la tension maxima se trouve aux environs de 22, 23 centimètres de mercure, tandis que la tension minima atteint 16 ou 18 centimètres de mercure ; ou encore si le pouls s'élève à 150 pulsations, par exemple, alors que les tensions maxima et minima sont respectivement aux environs de 23 centimètres de mercure et 18 centimètres de

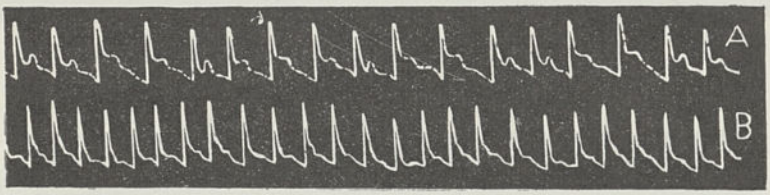


FIG. 25. — *Pouls radial.*

A, chez un sujet, au repos. — B, chez le même sujet, après une partie de foot-ball d'une demi-heure. — B, indique le tracé d'une phase salutaire de l'exercice caractérisée par une impulsion énergique du myocarde.

mercure. En un mot, chaque fois qu'on observera une dissociation des rapports expérimentalement établis entre la tension maxima, la tension minima et la fréquence du pouls, il y aura lieu de considérer le sujet présentant ces signes, ou bien comme atteint d'une lésion cardio-vasculaire latente, ou bien comme insuffisamment entraîné. Il sera prudent de ne lui faire poursuivre que modérément le genre d'exercice auquel il se livre et qui se traduit par un trouble si grave de la coordination des mouvements cardio-vasculaires (fig. 18 à 25).

Observations sur la tension artérielle au cours de l'exercice. — Houdré a étudié la pression artérielle avant, pendant et après l'exercice. Elle s'est placée dans les conditions où s'effectue normalement l'entraînement, au gymnase, au stade, à la piscine, etc. L'appareil employé par elle a été le sphygmomanomètre de Vaquez-Laubry, et la fréquence du pouls a été notée pendant ou immédiatement après la prise de pression au bras gauche.

Les sensations d'euphorie, d'essoufflement et de fatigue ont été notées, de même que l'âge, le sexe, la durée et la nature d'entraînement des sujets.

La pression artérielle (ou pression cardiaque transmise par l'humérale) a été recherchée pour chaque sujet : 1° avant tout exercice ; 2° au cours de l'exercice, à la période d'euphorie ; 3° au moment d'un essoufflement violent se traduisant par des respirations buccales précipitées, par la coloration rouge du visage et souvent par une sudation plus ou moins abondante ; 4° enfin, après deux à cinq minutes de repos complet succédant à la période d'essoufflement.

Houdré a observé, pendant la période d'euphorie chez des sujets entraînés, un abaissement très net de la pression artérielle, 2 à 4 centimètres de mercure quelle

que soit la pression initiale, pour les exercices suivants : suédoise, haltères, barre fixe, trapèze.

Elle a obtenu cette succession de pressions :

Avant exercice.

Pa	48 ans	15 1/2 — 10
Bri	48 —	16 1/2 — 10
Ma	65 —	22 — 13
Lo	15 — 1/2	16 — 11

Euphorie.

Pa	13 1/2 — 10	(barre fixe).
Bri	13 1/2 — 10	—
Ma	17 1/2 — 13	(haltère et massue).
Lo	13 — 9 1/2	(suédoise).

La lutte, la boxe, la natation, la danse rythmique (genre Duncan) lui ont donné, par contre, même si le sujet déclare n'être ni essoufflé ni fatigué, des élévations de pression.

	Avant exercice.		*Pendant exercice.*	
Pe	34 ans	15 1/2 — 10	19 — 10	(natation).
Bro.....	18 —	16 1/2 — 10	17 — 10 1/2	(boxe).

L'essoufflement a été obtenu par la course rapide, le grimper à la corde, des nages de course, de la danse rythmique, de la suédoise rapide. Il lui a paru être fonction surtout de la rapidité des mouvements ; il s'est accompagné chez le plus grand nombre des sujets d'une élévation parfois considérable de la pression artérielle.

Avant l'exercice.

Ro.....	29 ans	15 — 10
Dev....	24 —	14 — 9 1/2
Cas.....	17 —	13 — 10 1/2

Essoufflement.

17 — 10	(danse rythmique).
19 — 9 1/2	(nage de course).
20 — 6	(course).

Deux lutteurs de vingt-sept et vingt-six ans (ayant pris part aux jeux olympiques d'Anvers) ont atteint + 25 — 8 et + 28 — 11 en période d'essoufflement intense, mais sans sensation de fatigue.

Chez quelques sujets bien entraînés, l'élévation de pression, malgré un essoufflement très apparent, a été nulle.

Avant exercice.

Pa	48 ans.....	15 1/2 — 10
J. Brus	30 —	14 1/2 — 10

Essoufflement.

15 1/2 — 10 (corde lisse et course).
14 1/2 — 10 (saut à la corde très rapide).

Enfin, Houdré a cherché ce qui se passait durant les cinq premières minutes de repos, et elle a constaté que la pression décroissait rapidement et qu'elle retombait au chiffre bas de la période d'euphorie en un temps variant de deux à trois minutes après l'essoufflement.

Par exemple, elle a obtenu :

	Avant.		*Euphorie.*
Ni..	42 ans.....	15 — 10	13 1/2 — 10
Bi..	23 —	18 1/2 — 9	12 1/2 — 9

Essoufflement.	*Repos.*
19 — 10	13 — 10
15 — 9	12 1/2 — 9

Chez un sujet qui présentait une hypertension habituelle de + 28, après l'essoufflement produit par du travail à la barre fixe, la pression a dépassé la graduation du manomètre + 30 ; après cinq minutes de repos, elle n'était pas encore retombée à + 28. Houdré a conseillé à ce sujet d'aller au plus tôt voir son médecin.

Il apparaît que l'exercice modéré produit un abaissement de pression, qui est dû à une intensité plus grande de la circulation périphérique ; l'exercice violent, surtout s'il est accompagné d'essoufflement, amène une augmentation de pression souvent considérable, augmentation diminuée ou supprimée par l'entraînement.

Hypertension artérielle et travail musculaire (1). — Les données précédentes indiquent donc que des variations de la pression artérielle sont en rapport avec le travail physique. Le mémoire de V. Pachon, primordial sur ce point, a été développé ultérieurement dans les thèses de ses élèves A. Léger et J. Chevallereau et détaillé et amplifié par Roger Fabre dans un rapport très précis exposé au Congrès national d'Education physique (1923).

Les conclusions de V. Pachon peuvent ainsi se résumer d'après l'auteur lui-même :

a) Chez l'individu à entraînement absolument nul, complètement inadapté dans le moment présent à l'exercice auquel il est soumis, les valeurs de la pression artérielle (Mx et Mn) fléchissent immédiatement ;

b) Chez l'individu présentant un certain degré d'entraînement ou d'adaptation naturelle à un exercice déterminé, il se produit au contraire une hausse

(1) Louis Merklen. Le rythme du cœur au cours de l'activité musculaire, et, notamment, des exercices sportifs. *Thèse Nancy* ; 1926. Léon Binet. Activité musculaire et réactions circulatoires. *Presse médicale*, 10 décembre 1927. V. Pachon. Education physique et critères fonctionnels. Les variations de la pression artérielle, critère d'entraînement. *C. R. Soc. Biologie*, 4 mai 1910. Roger Fabre. Dynamique cardiaque et exercices physiques. *Rapport au Congrès d'éducation physique*, Bordeaux, 24-26 septembre 1923. P. Chailley-Bert. La pression artérielle. Les modifications au cours du travail et de l'effort. Inscription continue de la pression artérielle. *Thèse pour le concours d'agrégation*, 1926. Bellin du Coteau. Les efforts. Leur retentissement cardio-pulmonaire. Le cœur sportif. *Bull. Acad. Méd.*, 18 mars 1924. André Mourgeon. Etude oscillométrique de la tension artérielle. *Thèse Paris*, 1922. Pascal Piedallu. Les phénomènes cardio-vasculaires engendrés par l'effort, *Thèse Paris*, 1925. P. Chailley-Bert. *Sports, éducation physique. Leurs réactions sur l'appareil circulatoire.* Baillière, Edit., Paris, 1946.

primitive des valeurs de la pression artérielle. Ces valeurs de travail restent un temps déterminé à un régime fixe ; cette fixité marque la constance de travail de l'appareil cardio-vasculaire pendant cette période, qui apparaît dès lors comme la phase d'entraînement de l'individu à l'exercice. Celui-ci peut être continué tout le temps pendant lequel les pressions restent à leur plateau de travail ;

c) La chute secondaire et progressive des valeurs de la pression artérielle et surtout, dans le cas particulier, de la pression maxima, traduit le fléchissement cardiaque. Et ainsi l'hypotension, qui se manifeste alors, marque le signal d'alarme qui doit imposer la fin de l'exercice ;

d) Le retour des valeurs de la pression artérielle à la normale est très lent, chez les individus non entraînés ou non adaptés à un exercice qui les a mis en hypotension. Il se fait, au contraire, rapidement chez les individus entraînés ou adaptés, qui cessent l'exercice pendant que leurs pressions maxima et minima présentent leur valeur de travail.

Ainsi, pour juger de l'endurance d'un organisme qui fournit un travail physique, le critère oscillométrique est d'un intérêt capital, par ses trois renseignements essentiels : la « valeur de travail », le « plateau de travail », le « signal d'alarme ».

P. Chailley-Bert, poursuivant l'inscription continue de la pression artérielle chez l'homme avec la capsule oscillographique de V. Pachon, a pu enregistrer les modifications de cette pression au cours même du travail musculaire, le sujet en expérience marchant ou courant sur le tapis roulant de J.-P. Langlois.

Au cours de la marche ou de la course, on constate une augmentation de la pression maxima et de la pression minima, mais celle-ci s'élève moins que celle-là, de sorte que la pression différentielle est augmentée.

La pression maxima, au début, s'élève de 5 cm. de mercure, mais ne tarde pas à s'abaisser un peu ; ce phénomène apparaît au bout de 10 minutes environ et correspond à l'apparition de la transpiration et à une diminution des échanges respiratoires (second wind ou second souffle des coureurs). La pression maxima reste élevée tout le temps du travail ; en cas de fatigue, elle s'élève d'abord un peu plus mais ne tarde pas à s'abaisser, alors que la pression minima s'élève ; la pression différentielle s'abaisse donc. Après l'arrêt de la marche, la pression maxima revient graduellement à son point de départ.

La pression minima s'élève moins que la pression maxima et suit à peu près les variations de celle-ci ; mais après l'arrêt, elle descend généralement au-dessous de sa valeur primitive, alors que la pression maxima est encore élevée. La pression différentielle, augmentée pendant le travail, augmente donc encore après le travail.

Les réactions hypertensives, déterminées par l'exercice musculaire, sont à la fois sous la dépendance du cœur et des vaisseaux périphériques, et l'activité musculaire, par les produits métaboliques auxquels elle donne naissance, peut, par voie humorale, exciter les centres vaso-constricteur et adrénalino-sécréteur.

Examen clinique du cœur pendant l'exercice. — Sur un cœur normalement construit et indemne de toute lésion antérieure, le premier résultat de l'exercice est de provoquer son accélération. Au fur et à mesure que l'exercice se prolonge, les bruits par lesquels s'atteste, à l'extérieur, la révolution cardiaque, sont modifiés. Le premier bruit est intense et prolongé, le second est retentissant et bref. Lorsque le travail augmente, les systoles se succèdent de plus en plus rapidement, et la période du silence diastolique est beaucoup abrégée. Néanmoins, il ne se produit encore, à cette période, aucun signe stéthoscopique anormal. Mais, dès que le travail du cœur atteint une intensité soutenue pendant une durée très variable suivant les sujets, on voit survenir des symptômes que nous croyons avoir été le premier à signaler et qui sont les signes avant-coureurs du surmenage.

On sait que l'orifice mitral est ouvert pendant la diastole pour laisser descendre le sang de l'oreillette gauche dans le ventricule gauche. Sous l'influence d'un travail de contraction énergique, une sorte de spasme du myocarde se produit, tendant à rétrécir l'orifice mitral. A partir de ce moment, l'hydraulique du cœur commence à être troublée. L'oreillette gauche s'engorge ; le ventricule correspondant ne se remplit plus : il n'envoie que des ondées sanguines réduites dans l'aorte. En même temps, apparaissent les signes stéthoscopiques qu'entraîne le passage du sang dans un orifice rétréci. Parmi ces signes, il en est un qui est fondamental, c'est le roulement diastolique. Il traduit les vibrations de l'ondée sanguine passant, pendant la diastole, de l'oreillette gauche dans le ventricule gauche, à travers l'orifice mitral rétréci.

Le cœur étant très rapide, la diastole est courte, et l'on perçoit ce roulement avec quelque difficulté. Mais le perçoit-on, c'est le signe prémonitoire d'une véritable contracture du myocarde. Elle se révèle à la base des ventricules par un rétrécissement orificiel ou par un spasme des piliers des valvules mitrales, qui, rapprochant à l'extrême ces valvules, ne laisse entre elles qu'un étroit pertuis.

Cet état est transitoire. Si le travail se prolonge, alors apparaissent les grands souffles tricuspidiens qui traduisent la dilatation du ventricule droit. A ce moment, la contracture du myocarde a fait place à un relâchement général du muscle cardiaque qui se laisse dilater et forcer par le sang qui y arrive à flots, tous les orifices étant dilatés au maximum. C'est à ce moment que la tension sanguine s'effondre. La syncope est imminente et l'athlète est obligé de s'arrêter.

Le déroulement des symptômes ne se fait pas aussi vite que la brièveté de cette description pourrait le laisser supposer. Le forcement du cœur est fonction de sa résistance et des modalités de l'exercice. Ce sont les exercices de vitesse s'accompagnant d'un grand déploiement de force qui sont les plus surmenants pour le cœur.

Les tracés sphygmographiques montrent qu'à mesure que la puissance musculaire développée augmente et que la durée du travail se prolonge, le rythme du cœur s'élève. L'amplitude de ses mouvements va croissant. La

orme de la systole qui ressemblait, au repos, à un plateau ondulé, devient peu à peu aiguë, et l'ondulation de droite s'abaisse de plus en plus. Avec la fatigue, l'amplitude des systoles diminue et le fonctionnement du cœur ne se produit plus dans des conditions d'irrigation sanguine normale ; le remplissage des ventricules est incomplet, et l'engorgement des oreillettes peut devenir extrême (fig. 20 à 23).

De cet état de choses résulte : d'une part, le développement de congestions locales dans le système veineux viscéral en amont du cœur, et, d'autre part, l'insuffisance d'irrigation dans le domaine artériel.

MODIFICATIONS DE L'HYDRAULIQUE CARDIAQUE DANS LE CAS DE SURMENAGE AIGU. — Lorsque l'accélération du cœur atteint un certain degré, il en résulte une série d'accidents circulatoires qui s'enchaînent dans un ordre régulier et se déduisent les uns des autres.

Aux environs de 170 à 180 pulsations par minute chez des sujets de 20 ans, vers 140 ou 160 pulsations chez des sujets ayant dépassé la quarantaine, enfin, dès que le régime des pulsations est aux environs de 120 chez des personnes ayant dépassé la cinquantaine, on constate les faits suivants : contemporain des contractions, une sorte de spasme du myocarde se produit, tendant à rétrécir les orifices auriculo-ventriculaires. L'aire de ces orifices n'est plus suffisante pour admettre la quantité de sang nécessaire au remplissage des ventricules pendant le délai diastolique très abrégé imparti au sang pour passer des oreillettes dans les ventricules. Lorsque la systole a lieu, le myocarde ne lance dans les grosses artères de la base du cœur qu'une quantité de sang réduite.

Il est vrai que la poussée de l'onde systolique dans les artères s'exerce avec une force supérieure à la normale et que les systoles sont plus fréquentes. Mais leur fréquence et leur force ne compensent pas l'insuffisance de débit que révèle, dès ce moment, l'abaissement de la tension dans le système artériel en aval du cœur.

Cet abaissement marque le début du fléchissement de l'organe central de la circulation, au cours d'un effort physique prolongé et violent. En même temps, en amont du cœur, les phénomènes suivants se produisent : plénitude et surpression dans les oreillettes et dans tout le système veineux, attestée par une sensation d'oppression pénible, observée chez les athlètes qui touchent à la limite de leurs efforts.

Très rapidement, la gêne circulatoire qui règne dans le système des veines pulmonaires retentit sur le ventricule droit. Il se dilate, vaincu par la résistance opposée à l'écoulement du sang dans la petite circulation.

Lorsque l'athlète fournit son effort dans de telles conditions, très rapidement survient une congestion intense dans le territoire des veines caves. Le gonflement des jugulaires et des veines des membres supérieurs en témoigne. Ces symptômes sont d'observation courante chez les athlètes épuisés.

L'hypotension continuant à s'accentuer dans les artères, la syncope peut survenir. Le pouls est alors devenu incomptable. Le sujet, arrivé à ce point,

est obligé de s'arrêter. Il a des vertiges, des hallucinations, titube et perd conscience de ce qui l'entoure. S'il ne cesse d'agir, il tombe, tout à coup, inanimé.

Telle est la conclusion d'un effort poussé bien au delà des limites raisonnables et qu'aucune considération, fût-ce le gain d'un championnat, ne saurait justifier.

En résumé, de cet état de choses résultent, d'une part, le développement de congestions locales dans le système veineux des viscères, en amont du cœur, et, d'autre part, l'insuffisance d'irrigation et la chute de pression en aval, dans le système artériel.

Le cœur dans le surmenage chronique. — Bradycardie des sportifs. — Le surmenage du cœur, chez l'athlète, ne répond pas toujours à la description que je viens d'en faire et qui correspond à la forme aiguë. Il arrive aussi que les athlètes professionnels présentent l'aspect de la meilleure santé.

Ils sont souples, bien en muscles, le visage ouvert et gai, et donnent l'impression d'une force prête à entrer en action et ne demandant qu'à agir. Or, si l'on examine leur formule circulatoire, on constate souvent que, chez eux, au repos, la tension maxima est abaissée, la tension minima élevée, que l'amplitude de l'ondée sanguine est diminuée et qu'enfin la contractilité du myocarde et des artères est amoindrie. Chez ces sujets, le cœur n'est pas organiquement malade, mais il apparaît comme fonctionnellement atteint. Il s'agit d'athlètes ou de sujets qui ont abordé les pratiques athlétiques sans se maintenir dans la juste mesure.

J'ai connu une célèbre championne de tennis, qui, périodiquement, se trouvait dans l'impossibilité de participer aux compétitions de sa spécialité. L'état de son cœur ne le lui permettait plus. De même, j'ai rencontré d'anciens lutteurs professionnels, qui étaient des cardiaques latents.

Enfin, la bradycardie a été constatée par H. Herxheimer (1) chez 76 jeunes gens adonnés aux sports ; le pouls battait en moyenne à 63 en position assise.

Quelle est la cause de cette bradycardie ? Comme le montre l'épreuve de de l'atropine, elle est indépendante de tout état vagotonique ; elle peut exister en l'absence de tout autre symptôme de vagotonie ou inversement on peut constater chez certains sportifs des signes de vagotonie sans bradycardie concomitante.

Rejetant ainsi l'intervention du système nerveux extracardiaque, Herxheimer tend à placer la cause de la bradycardie dans le cœur même ; il rattache à l'hypertrophie cardiaque qui, selon les diverses constatations d'ordre radiologique et expérimental, existerait chez les sujets habitués aux exercices physiques violents ; l'ondée sanguine chassée par le cœur hypertrophié, plus volumineuse que normalement, conditionnerait la bradycardie,

(1) H. Herxheimer. La bradycardie des hommes de sport. *Münchener medizinische Wochenschrift*, 25 novembre 1921.

le cœur pouvant suffire à pourvoir d'oxygène l'organisme avec un nombre moindre de battements.

DURÉE DES PERTURBATIONS CARDIO-VASCULAIRES PRODUITES PAR L'EXERCICE. — De mes observations conduites pendant plusieurs années à l'Ecole de gymnastique de Joinville sur les catégories de sujets les plus diverses, il résulte que, d'une manière générale, le système cardio-vasculaire est influencé par l'exercice bien plus longtemps qu'on ne le croit généralement (1).

Course de 100 *mètres.* — *a*) Chez soixante et onze sujets de vingt à vingt-huit ans, tous indemnes de lésions cardiaques apparentes, et bien portants au moment de l'observation, cet effort violent, mais court (11 à 13 secondes), a troublé le rythme cardiaque soit en l'accélérant, soit en le rendant irrégulier pendant une durée qui varie de quarante-neuf minutes — c'est le cas des sujets très entraînés — à deux heures, c'est le cas des sujets ne pratiquant pas d'exercice physique.

Enfin, ce n'est qu'au bout de deux à cinq heures que le tracé obtenu après le travail est redevenu semblable à celui de repos.

b) Chez vingt-six adolescents de quatorze à dix-huit ans, exécutant une course de cent mètres, on a constaté que les perturbations du rythme cardiaque se manifestaient pendant un laps de temps variant de quarante minutes à cinq heures. On a trouvé cependant des sujets dont le cœur ne se rétablissait qu'après un repos de plus de neuf heures.

c) Chez sept personnes âgées de plus de quarante et de moins de cinquante ans, qui avaient bénévolement effectué la même course, les perturbations cardio-vasculaires ont duré de deux à huit heures selon les sujets et leur état d'entraînement aux exercices physiques.

Course de 3.000 *mètres.* — Ce travail qui dure de neuf à onze minutes environ, suivant la vitesse des coureurs, perturba le régime cardio-vasculaire pendant une durée moyenne de trois heures chez dix-sept d'entre eux, pendant huit et onze heures chez deux sujets peu entraînés, enfin pendant un laps de temps de dix-sept heures chez cinq sujets non entraînés à la course. Le sommeil de la nuit qui suivit l'épreuve fut très agité pour quatre de ces derniers.

Vingt-neuf adolescents de quatorze à dix-huit ans qui affrontèrent cette course en compétition — ce qui était un abus flagrant — mirent de quatre à dix-neuf heures, suivant les sujets, pour retrouver des conditions circulatoires identiques à celles que l'on avait constatées avant l'épreuve.

Deux sujets de quarante-cinq et quarante-sept ans, se disant entraînés, et l'étant, en effet, accusèrent après la course des perturbations vasculaires qui durèrent, pour l'un pendant six heures, et, pour l'autre, pendant neuf heures et demie.

Aviron pratiqué au régime de vingt coups de rame à la minute, pendant trente minutes. — Sur dix-neuf sujets de vingt à trente-deux ans, observés avant, pendant et après l'exercice, on a constaté que le cœur était complètement rétabli dans un délai de deux à trois heures après la cessation du travail.

Jeux. — Les perturbations cardio-vasculaires causées par les jeux chez les adolescents et les jeunes hommes sont de courte durée. Les jeux comportent, en effet, une activité musculaire intermittente sans cesse coupée d'arrêts, sans doute très courts mais suffisants pour empêcher le surmenage cardiaque. Après une partie de barres, de jeux de poursuite divers ou de foot-ball association durant

(1) M. BOIGEY. Durée des perturbations cardio-vasculaires, produites par l'exercice. *Bull. Acad. méd.*, 12 février 1924.

pendant plus de trente minutes, on constate que le cœur a retrouvé son rythme et que les conditions circulatoires sont redevenues normales dans un laps de temps qui varie de quarante minutes à trois heures environ suivant le degré d'entraînement des joueurs.

Conclusions. — D'une manière générale, la position couchée, prise à l'issue d'un exercice, abrège notablement la durée des perturbations cardio-vasculaires après un effort sportif ; la coutume de s'étendre devrait être une règle parmi les champions. L'entraînement progressif aux exercices et aux sports, en « stabilisant » le cœur, abrège également la durée des troubles circulatoires consécutifs à l'exercice.

La circulation du sang est d'autant plus vivement influencée par un exercice que ce dernier se prolonge davantage. La durée d'un exercice a, sur la circulation, une influence perturbatrice plus grande que l'intensité avec laquelle il est accompli.

Enfin, les mouvements coupés d'arrêts fréquents et, pour tout dire, les jeux, apparaissent comme les exercices les plus salutaires au point de vue circulatoire, parce qu'ils n'agissent sur le cœur qu'à dose en quelque sorte fractionnée. Ils n'ont pas les inconvénients des compétitions qui exigent du système cardio-vasculaire un effort maximum ne comportant aucun répit.

L'INFLUENCE DE L'EXERCICE SUR LA TONICITÉ CARDIAQUE ET LE RYTHME DU CŒUR (1). — Sous l'influence de l'exercice, le cœur acquiert une tonicité plus grande. L'accroissement de sa puissance contractile est l'un des changegements matériels les plus tangibles, survenus à la suite d'une cure d'exercice. Des sujets d'âge mûr, ayant atteint ou dépassé la quarantaine, exercés très prudemment, de plus en plus énergiquement ensuite, pendant trois semaines ou davantage, ont été guéris du syndrome d'encombrement vasculaire, si fréquent à cette période de la vie.

J'ai principalement en vue, ici, des sujets présentant à des degrés divers des congestions œdémateuses viscérales passives (râles sous-crépitants aux bases pulmonaires, foie gros et douloureux, urines diminuées et foncées, etc.) et jusqu'à des œdèmes manifestes du tissu cellulaire et des séreuses.

J'ai également en vue certains malades présentant une dyspnée *sine materiâ* avec ébauche de cyanose des extrémités, dilatation des veines jugulaires et pression veineuse un peu plus élevée que la normale.

Chez la plupart de ces malades sédentaires, habituellement affranchis depuis des années de toute espèce de travail musculaire ou d'exercice régulier, le myocarde, à la longue, ne suffit plus à sa tâche. Il accomplit imparfaitement les actes mécaniques, sans lesquels la progression du sang est mal assurée. Ces malades sont atteints d'insuffisance myocardique. Chez eux, l'asthénie cardiaque procède des mêmes causes que l'asthénie musculaire générale. Aussi la cure d'exercice apparaît-elle comme un agent thérapeutique de premier ordre, pour le moins aussi efficace et plus durable dans ses effets que certaines médications cardiotoniques de la pharmacopée.

Ce réentraînement physique a un double résultat : il tonifie le myocarde

(1) M. BOIGEY. Influence de l'exercice sur les fonctions circulatoire et respiratoire. *Journal médical français*, juillet 1927.

et il allège le travail du cœur en faisant disparaître le syndrome d'encombrement vasculaire.

C'est surtout dans le système de la veine cave inférieure que l'allégement

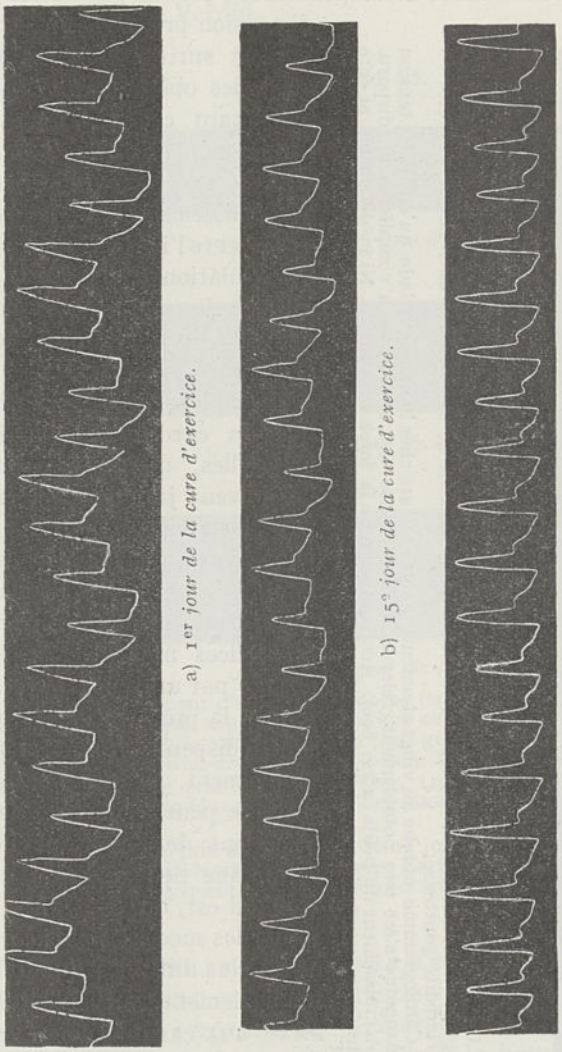


FIG. 26.

a) 1er *jour de la cure d'exercice.*

b) 15e *jour de la cure d'exercice.*

c) 25e *jour de la cure d'exercice.*

a) Cardiogramme obtenu avant la cure d'exercice chez un malade lithiasique urinaire, sédentaire et obèse. La fonction circulatoire est considérablement influencée par la respiration. Pas de lésions orificielles. Syndrome d'encombrement vasculaire surtout dans le domaine des veines pulmonaires. Emphysème. Cure de diurèse (eau de Vittel, 500 gr. par jour) instituée en même temps que la cure d'exercice.
b) Cardiogramme obtenu au quinzième jour de la cure. L'influence de la respiration sur le fonctionnement cardiaque est beaucoup moins accusée qu'en *a*). Tendance à la stabilisation fonctionnelle du cœur.
c) Cardiogramme obtenu au vingt-cinquième jour de la cure. L'influence de la respiration sur le fonctionnement cardiaque est devenue presque négligeable. Myocarde plus tonique qu'au début de la cure. Pas de remèdes pendant la cure d'exercice.

se fait sentir. Le cours du sang est accéléré dans le territoire de la veine porte. Les gros vaisseaux abdominaux subissent directement l'action des pressions exercées sur eux à la suite des divers mouvements, que ceux-ci soient actifs ou passifs.

Le témoignage des effets heureux de la cure d'exercice sur la circulation abdominale nous est donné par la réduction des veines hémorroïdaires. Leur gonflement traduit la stase sanguine dans les vaisseaux abdominaux ; au

contraire, leur diminution et même leur disparition sont des symptômes significatifs de la déplétion veineuse sous l'influence du mouvement. Les vaisseaux reviennent sur eux-mêmes et retrouvent, au moins pour un temps, l'énergie contractile qu'ils avaient momentanément perdue par l'effet d'une distension prolongée.

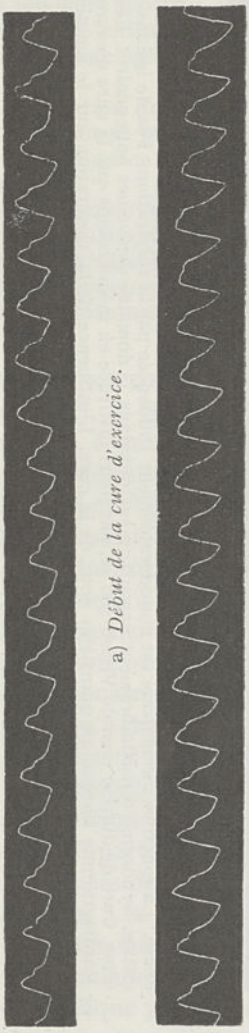


FIG. 27.

a) *Début de la cure d'exercice.*

b) 21e *jour de la cure d'exercice.*

a) Cardiogramme obtenu avant le début de la cure d'exercice chez une jeune fille présentant de l'hypotension et des signes d'asthénie myocardique. Ebauche de cyanose des extrémités. Sédentarité. Hérédité goutteuse.

b) Cardiogramme obtenu au vingt et unième jour de la cure chez la même malade qu'en *a*). La tension sanguine s'est très notablement relevée et la cyanose des extrémités a complètement disparu. Accroissement du poids (2 kg. 800). Accroissement de la force musculaire. Ni médicaments ni cure hydrique pendant la cure d'exercice.

C'est surtout chez les hépatiques, les obèses et les malades présentant ce syndrome d'encombrement vasculaire progressif avec stase sanguine dans les gros vaisseaux abdominaux, que se présente l'indication d'activer la circulation de la veine porte à l'aide de mouvements énergiquement localisés aux muscles des parois abdominales.

Il convient toutefois de noter que les cardiopathies à lésions orificielles, même compensées, ne doivent jamais être traitées par l'exercice. D'autre part, mieux vaut, pour les cardiaques latents, la privation absolue de tout exercice que la pratique d'exercices mal dirigés. Ici, le dosage par un médecin compétent et la prescription formulée sont indispensables. Alors que le mouvement, pratiqué sans mesure, ne peut donner, dans les affections de l'appareil circulatoire, que des résultats désastreux, il est, au contraire, couronné des succès les plus certains et les plus durables quand il est médicalement surveillé et réservé aux cas que nous venons d'indiquer.

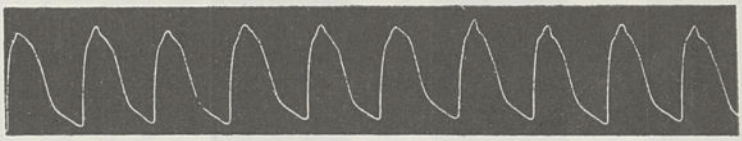
L'exercice gradué augmente et maintient l'énergie du muscle cardiaque, comme de tous les autres muscles, notamment ceux des parois vasculaires. Pour cela, deux conditions doivent être remplies : la première consiste à appliquer une forme de mouvement qui n'exige pas l'effort. La seconde doit tendre à doser le travail de façon à ne pas imposer au myocarde une dépense supérieure à ses possibilités. Les cœurs gras, les sédentaires à myocarde asthénique et, d'une

manière générale, les insuffisants cardiaques sans lésions orificielles présentant le syndrome d'encombrement vasculaire progressif, sont ceux qui bénéficient le plus de la cure d'exercice (fig. 26, 27, 28, 29). Les cardiogrammes que j'ai reproduits ci-contre ont été obtenus à l'aide de la capsule oscillographique de Verdin.

FIG. 28.

A) *Avant la cure d'exercice.*

B) 16e *jour de la cure.*



C) 22e *jour de la cure.*

Cardiogramme provenant d'une grande obèse (taille : 1 m. 67, poids : 103 kilos). Cœur gras. En A, tracé pris avant le début d'une cure d'exercice. Cure de diurèse appliquée conjointement avec la cure d'exercice (450 gr. d'eau par jour). Dyspnée. Urines peu abondantes. Râles sous-crépitants aux bases. Tension sanguine inférieure à la normale.

En B. Cardiogramme pris au seizième jour. La dyspnée s'est beaucoup atténuée. Les urines sont devenues plus abondantes. Les râles sous-crépitants aux bases tendent à disparaître.

En C. Cardiogramme pris au vingt-deuxième jour de la cure d'exercice. La tonicité du myocarde s'est considérablement accrue. La tension sanguine s'est relevée très notablement. Plus de dyspnée ni de râles sous-crépitants.

RELATIONS ENTRE LA FORME GÉNÉRALE DU CORPS ET LA FORME DU CŒUR. — Le Dr A. Martinet a attiré l'attention sur les rapports qui existent entre la morphologie du corps et celle du cœur. Il a établi une classification des sujets basée sur les relations entre la taille et le diamètre frontal biaxillaire.

Ces deux mesures fournissent un bon indice de la morphologie frontale du sujet, c'est-à-dire du rapport moyen du diamètre vertical (taille) au diamètre transversal (thorax). Plus le sujet est longiligne, plus le rapport $\frac{\text{D. Taille}}{\text{D. biaxillaire}}$ est élevé ; plus le sujet est bréviligne, plus évidemment ce rapport est bas. Chez les médiolignes, de morphologie harmonieuse moyenne, ce rapport oscille entre 5,5 et 6 ; il est supérieur à 6 chez les longilignes ; il est inférieur à

5,5 chez les brévilignes, ces définitions numériques étant bien entendu purement conventionnelles.

A n'en pas douter et dans l'ensemble, la morphologie cardiaque reflète la morphologie corporelle, ainsi qu'en témoignent les trois types adultes normaux figurés ci-contre (fig. 30) et le type atrophique longiligne.

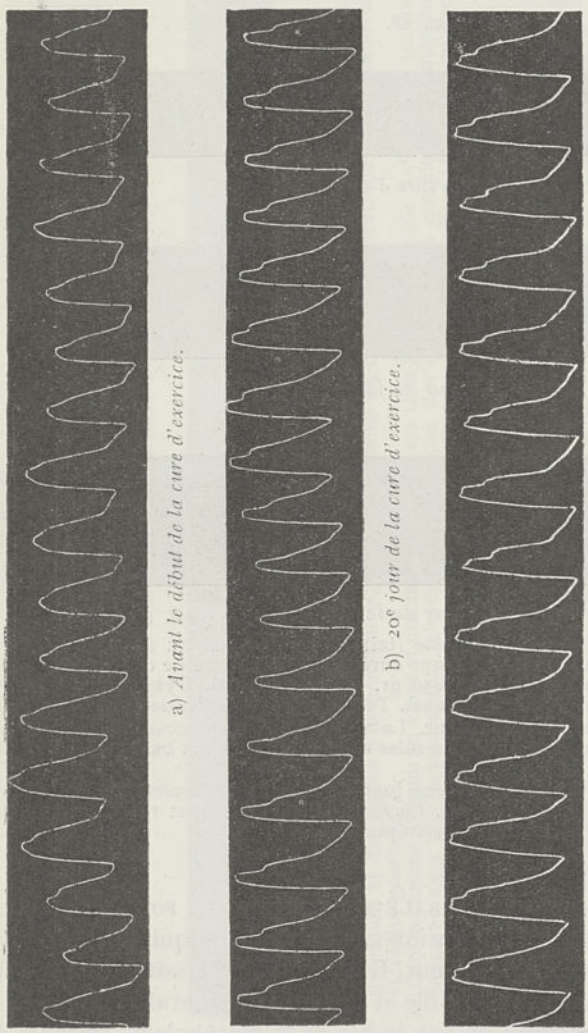


FIG. 29.

a) *Avant le début de la cure d'exercice.*

b) *20e jour de la cure d'exercice.*

c) *35e jour de la cure d'exercice.*

a) Cardiogramme obtenu chez un sujet de 48 ans, hypertendu, fumeur et buveur, présentant de l'œdème bimalléolaire, un foie gros et un peu douloureux, dont le bord inférieur est facilement accessible à la palpation. Syndrome d'encombrement vasculaire progressif et stase sanguine abdominale. Tracé obtenu avant le début de la cure.

b) Cardiogramme obtenu au vingtième jour de la cure. Le myocarde est devenu plus tonique. Son travail est plus régulier. Les systoles sont plus énergiques et, en même temps, l'hypertension est moins accusée (Mx = 14 au lieu de Mx = 17).

c) Cardiogramme témoignant d'une stabilisation cardiaque remarquable. La stase sanguine abdominale a complètement disparu. Disparition d'hémorroïdes observées depuis plusieurs mois. Le foie n'est plus perceptible à la palpation. L'œdème bimalléolaire a complètement disparu. Suppression de tout remède pendant la cure d'exercice. Tracé obtenu au trente-cinquième jour de la cure.

La forme du cœur est, dans une certaine mesure, adéquate à la forme du corps et, comme cette dernière, *moyenne, trapue* ou *allongée*. A cette dernière forme correspondent des troubles circulatoires fréquents et une faible aptitude au travail physique. Dans ce cas, la circulation est généralement ralentie, peu active en raison de la petitesse du cœur (*microchordie*), du dia-

mètre réduit des gros vaisseaux (*atrésie aortique*), et, d'une façon générale, des artères, ainsi que de l'hypotension artérielle avec très faible amplitude (*microsphygmie*) (fig. 30).

Au contraire, les cœurs moyens et trapus sont construits de manière à suffire longtemps à un travail musculaire, sans fatigue.

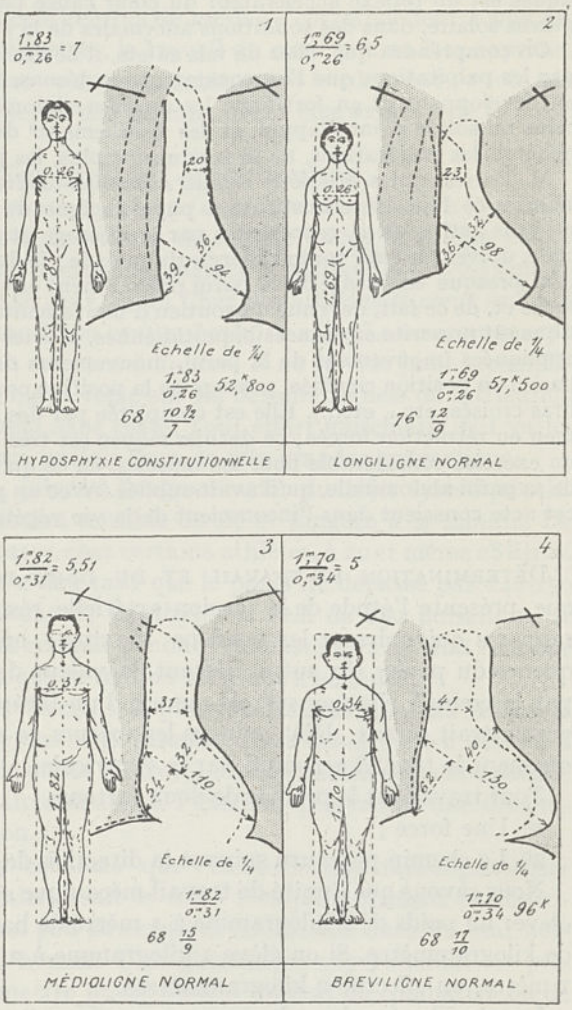


FIG. 30. — *Relations entre la forme générale du corps et la forme du cœur* (d'après A. Martinet). *A côté de la silhouette de chaque sujet est tracée l'aire cardiaque donnée par la radioscopie et la radiographie.*

ACCÉLÉRATION DU CŒUR CHEZ LES PTOSIQUES. — Indépendamment de toute espèce de lésion cardiaque, il n'est pas rare de constater, chez certaines personnes, de véritables crises de palpitations, notamment après les repas. Il s'agit, dans ce cas, d'une accélération du cœur d'origine nerveuse. Les viscères abdominaux, chez de tels sujets, sont mal suspendus dans l'abdomen dont les parois flasques ne remplissent pas leur rôle de sangle sustentatrice. Ces viscères sont en état de ptose. Or, ils sont littéralement enserrés dans un véritable réseau nerveux à la constitution duquel prennent part les rameaux du sympathique, efférents du plexus solaire, et les rameaux du pneumogastrique, issus des branches abdominales des pneumogastriques droit et gauche. Les deux systèmes, intriqués d'une façon étroite, subissent également l'excitation mécanique provoquée par la distension atonique et la chute passive de la poche stomacale, à laquelle ils sont intimement attachés. Ces deux groupes nerveux réagissent inégalement ; s'il en était autrement, leur action réciproque s'annulerait et l'accélération n'aurait pas lieu. Le sympathique étant accélérateur du cœur et le pneumogastrique modérateur, il reste à penser que l'excitation du premier l'emporte sur l'autre et que l'accélération ptosique se rencontre chez les sujets déséquilibrés de l'estomac et de l'intestin, à réaction sympathicotonique.

D'après Arthus, il est à noter que les phénomènes de fatigue sont plus précoces pour les nerfs modérateurs que pour les accélérateurs. Quoi qu'il en soit, on peut dire, sous une autre forme, que l'accélération cardiaque constatée chez les ptosiques est un réflexe accélérateur du cœur causé par l'excitation mécanique du plexus solaire, dans des conditions anormales de la statique abdominale.

On comprendra que, chez de tels sujets, il ne faut pas se laisser impressionner par les palpitations que l'on constate pour déconseiller l'exercice. Au contraire, en développant et en fortifiant les muscles abdominaux, on donnera aux viscères un solide point d'appui, et les tiraillements du plexus solaire, qui provoquaient des palpitations, ne se produisant plus, les palpitations cesseront.

M. Prevel, qui a étudié le *réflexe abdomino-cardiaque* (1), préconise, pour atteindre ce but, la reconstitution physiologique de la paroi abdominale. « Les moyens actifs, dit-il, représentés par le massage et surtout la gymnastique spéciale, doivent retenir toute l'énergie du malade ; ils tendent à réagir contre l'inaction presque constante de la paroi précocement envahie par l'infiltration graisseuse et, de ce fait, devenue un soutien d'une lamentable inefficacité. La gymnastique est prescrite en séances biquotidiennes, courtes mais bien enseignées et bien appliquées (mouvement de la paroi, mouvements des membres inférieurs sur le bassin en position couchée, passage de la position couchée à la position assise, les bras croisés, etc.., etc...). Elle est complétée par des exercices de marche, l'abdomen en rétraction forcée ; ce dernier moyen est très efficace en ce qu'il constitue un exercice considérable pour les muscles, en ce qu'il donne au sujet conscience de sa paroi abdominale, qu'il avait oubliée. Avec un peu d'habitude, il fera passer cet acte conscient dans l'inconscient de la vie végétative habituelle. »

Détermination du travail et du débit du cœur. — Tout l'intérêt que présente l'étude de la tension artérielle réside dans l'appréciation des rapports qui unissent les tensions maxima, minima, variables, et la fréquence du pouls. Un autre élément, la valeur de l'ondée sanguine projetée par le cœur à chaque systole, serait d'un intérêt considérable. Elle nous permettrait, étant déjà connues les valeurs de tension, d'évaluer numériquement le travail accompli par le ventricule.

Tout travail est le produit de deux facteurs :

1° Une force ;

2° Le chemin parcouru suivant la direction de cette force.

Nous savons que l'unité de travail mécanique est le travail nécessaire pour élever un poids de 1 kilogramme à 1 mètre de hauteur. On lui donne le nom de kilogrammètre. Si on élève 1 kilogramme à 2 mètres ou 2 kilogrammes à 1 mètre, on effectue 2 kilogrammètres.

Le travail mécanique du cœur est un « travail résistant, ce qui signifie qu'il ne s'agit pas pour le cœur de soulever une charge à une certaine hauteur, mais de faire vaincre par cette charge une certaine résistance. Le travail mécanique est alors représenté par le produit de la charge par la résistance à vaincre » (Gley).

Tentons d'évaluer l'effet utile du cœur en le rapportant au kilogrammètre et essayons, très schématiquement, de donner une idée du travail du cœur.

Acceptons comme valeur de l'ondée systolique le chiffre moyen de 60 centi-

(1) M. Prevel. Réflexe abdomino-cardiaque. *Presse médicale*, 21 avril 1920.

mètres cubes ; le travail absolu du cœur normal sera obtenu en multipliant 60 centimètres cubes par la valeur de la tension dans l'aorte, que nous supposerons être aux environs de 15 centimètres de mercure. Mais la densité du mercure étant telle que 15 centimètres de mercure correspondent à une colonne d'eau ou de sang de 2 mètres, le travail du cœur pourra être exprimé, à chaque systole, par 60 × 2 = 120 grammètres. Si le cœur bat 70 fois par minute, le travail de l'organe, en une minute, devra être exprimé de la façon suivante :

Travail 120 × 70 = 8 kilogrammètres 400 grammètres.

De telles évaluations ne peuvent être qu'approximatives. Dans les conditions physiologiques de repos, le volume de chaque ondée systolique est de 60 à 80 cent. cubes. Le débit systolique augmente pendant le travail musculaire ; il peut passer à 120-150 cent. cubes. Chez des athlètes, le cœur arrive à expulser à chaque systole 170 à 200 cent. cubes (1) de sang. Le cœur augmente ou diminue de capacité d'un moment à l'autre. Il ne se vide jamais complètement. Son débit est variable et réglé sur les besoins actuels de l'irrigation sanguine. Or, ceux-ci changent sans cesse. Tout effort musculaire fait varier le travail et le débit du cœur, parfois dans de très grandes proportions.

L'accélération cardiaque, jointe à l'augmentation du débit systolique, détermine aussi une augmentation sensible du débit sanguin à la minute. De 5 litres environ au repos, il passe, chez certains athlètes, à 20 et même 28 litres. Cet accroissement du débit a lieu tant que le pouls ne dépasse pas 140-150 pulsations à la minute (Lindhard, Bootby). Au delà de 150 pulsations, le cœur n'a plus le temps de se remplir pendant la diastole et le débit diminue très rapidement, cependant que la tension sanguine s'effondre.

Lorsque, pour des raisons diverses, la pression diminue dans les veines, le cœur ne reçoit plus qu'une quantité insuffisante de sang et il n'envoie, à chaque systole, qu'une faible ondée (Marey). C'est le cas du coureur essoufflé dont les vaisseaux pulmonaires dilatés à l'extrême présentent une diminution appréciable de la tension.

Dans ce cas, nous avons constaté que l'électrification faradique légère de la région carotidienne ralentissait le cœur très promptement et contribuait beaucoup à ramener en peu de temps la circulation dans un état normal. Cette application sur l'homme d'un phénomène expérimental est précieuse pour contribuer à remettre promptement en état de combattre ou de courir des boxeurs et des coureurs épuisés.

INFLUENCE DU SYSTÈME NERVEUX SUR LE FONCTIONNEMENT DU CŒUR. — Dans les conditions ordinaires des exercices physiques, le travail cardiaque tend toujours à se proportionner à la résistance à vaincre, grâce à l'intervention des centres nerveux. Ce sont eux qui assurent la continuité et la régularité du rythme du cœur et qui harmonisent son fonctionnement avec celui des autres parties du corps.

(1) G. BIZARD. Influence de l'exercice physique sur la respiration et la circulation. *Echo médical du Nord*, 3e série, tome XIII, janvier 1942.

Au sein même de l'organe, autour de ses fibres musculaires, est disposé un réseau nerveux d'une richesse inouïe qui est l'aboutissant, d'une part, des nerfs *modérateurs* qui viennent du bulbe en suivant le tronc du nerf pneumogastrique, et d'autre part des nerfs *accélérateurs* qui émanent du système sympathique. Les uns et les autres, avant d'aborder le cœur, forment des amas ganglionnaires importants, véritables relais nerveux disposés dans la concavité décrite par la crosse de l'aorte. Des nerfs nombreux et ténus en partent, qui suivent les ramifications de l'artère coronaire, nourricière de la propre substance du cœur, et cheminent avec elles entre les fibres contractiles du myocarde.

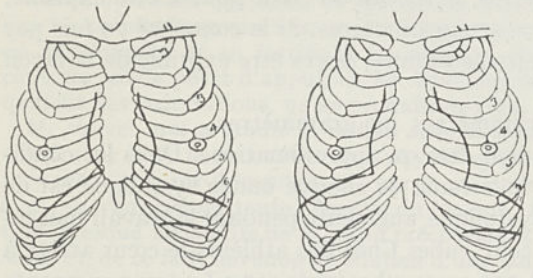


FIG. 31. — *Aires cardiaques données par la radiographie chez des sujets au repos* (d'après Mackensie).

Sous l'endocarde, vernis épithélial qui tapisse les cavités cardiaques, et sous le péricarde, sac conjonctif qui enveloppe extérieurement tout l'organe, sont ramifiés à l'infini un grand nombre de *nerfs sensitifs*.

Ces derniers ont pour fonction, non de provoquer ou d'enrayer le mouvement, comme les nerfs précédents, mais de porter sans trêve aux centres nerveux les renseignements nécessaires sur le degré de réplétion des ventricules et sur l'état de leur nutrition intime.

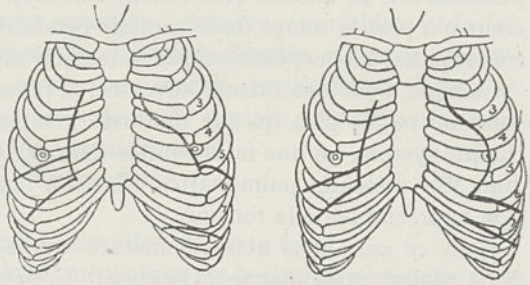


FIG. 32. — *Aires cardiaques chez des coureurs de fond* (course de Marathon). *Le cœur est étalé* (d'après Mackensie).

Ainsi informé par les nerfs sensitifs, le bulbe ordonne au muscle cardiaque la contraction adéquate et proportionnée au travail à fournir. Il le fait en combinant judicieusement l'action antagoniste des nerfs accélérateurs et modérateurs qui vont simultanément agir sur les fibres du myocarde.

L'action des nerfs modérateurs peut être comparée à celle d'un frein qui briderait les mouvements du cœur et empêcherait les nerfs accélérateurs d'emporter l'organe dans des contractions désordonnées.

On n'est pas éloigné de croire, à l'heure actuelle, que la fonction de chaque organe est ainsi gouvernée par des nerfs antagonistes.

La régularité des phénomènes biologiques naît sans doute de la juste proportion du rôle dévolu aux nerfs modérateurs et aux nerfs accélérateurs.

Dans un état de santé parfait, l'équilibre entre les deux influences contraires est toujours observé.

Les *nerfs de la sensibilité générale* consciente et inconsciente, distribués à la surface de la peau, des muqueuses, des organes des sens et même des organes internes, lorsqu'ils sont un peu vivement excités, donnent naissance à des sensations qui peuvent énergiquement réagir sur le cœur. Au début de l'anesthésie, l'impression vive provoquée par le chloroforme sur la muqueuse nasale peut provoquer la mort par arrêt brusque du cœur. La distension des poumons, chez un animal forcé à la course, peut amener l'arrêt réflexe du cœur. La distension de l'estomac chez les personnes atteintes de dilatation de cet organe, l'irritation des canaux biliaires par les calculs dans la colique hépatique, troublent également le rythme cardiaque.

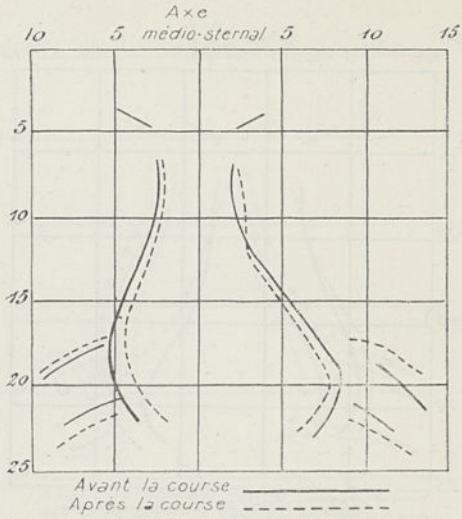


FIG. 33. — *Orthodiagramme réduit d'un coureur de 100 mètres, position debout.*

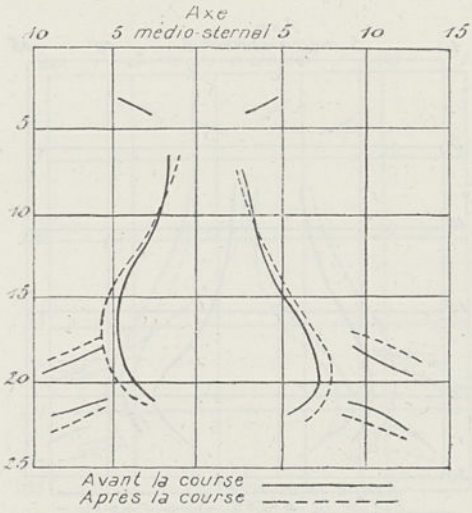


FIG. 34. — *Orthodiagramme réduit d'un coureur de 400 mètres en position debout.*

Enfin, les *phénomènes psychiques* ont une influence certaine sur le cœur. Les émotions, la joie, la douleur provoquent soit son accélération, soit son ralentissement. Il en est de même de l'idéation agréable ou triste.

EXAMEN RADIOSCOPIQUE DU CŒUR PENDANT LES EFFORTS SPORTIFS. — Nous avons procédé à l'examen systématique des tracés des aires cardiaques chez les moniteurs et les jeunes athlètes de l'école de Joinville. Ces tracés ont été pris avant, pendant et après l'exercice dans les positions verticale et horizontale.

Au moment où nous avons entrepris ces recherches, nous étions quelque peu perplexe en présence des résultats contradictoires rapportés par divers auteurs. Les uns (Mackenzie) affirmaient que l'aire cardiaque était accrue à la suite du travail muscu-

laire ; les autres (H. Dausset et Cluzet) avaient constaté, au contraire, sa diminution dans des proportions considérables (plus de 30 centimètres carrés). Les uns et les autres ont apporté à l'appui de leurs observations des orthodiagrammes démonstratifs (fig. 31 et 32).

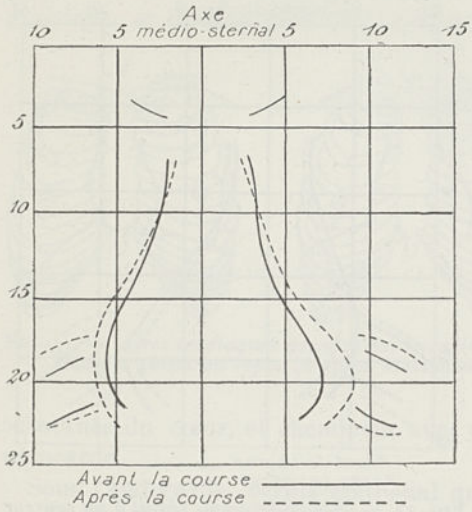


FIG. 35. — *Orthodiagramme réduit d'un coureur de 5.000 mètres en position debout.*

Nous avons groupé ici par catégories les observations faites à la station radiologique du laboratoire de Joinville. Elles ont porté sur des sujets vigoureux et jeunes (vingt et un à trente et un ans), adonnés aux pratiques d'un exercice physique modéré mais régulier et quotidien.

Examen radioscopique du cœur au repos. — L'examen pratiqué au repos successivement dans la station verticale et dans le décubitus ne nous a pas donné des tracés sensiblement différents. Les tracés pris dans les deux positions coïncident assez exactement, soit que l'on mesure l'aire cardiaque avec le planimètre, soit que l'on ait recours à la comparaison des diamètres. Ceci n'a rien qui doive surprendre, les cœurs examinés appartenant à des sujets vigoureux et jeunes. C'est surtout chez les malingres et les malades alités atteints d'affaiblissement général qu'on a observé une augmentation parfois considérable de la surface du cœur dans le décubitus au repos (Vaquez et Bordet).

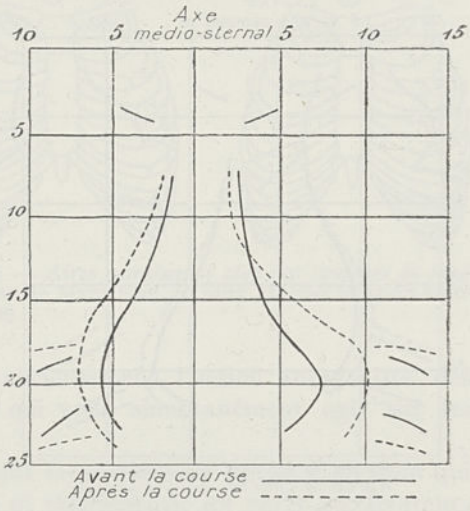


FIG. 36. — *Orthodiagramme réduit d'un coureur de Marathon* (42 km. 200) *en position debout.*

Examen radioscopique du cœur après les courses. — Aussitôt après une *course de vitesse de* 100 *mètres*, caractérisée par un travail musculaire généralisé intense, durant de onze à douze secondes, l'aire cardiaque est plus petite qu'au repos chez sept sujets sur huit observés. Chez le huitième, il n'y avait pas de changement appréciable. Cet exercice favorise l'hypertonicité du muscle cardiaque (fig. 33).

Après une course de 400 mètres qui représente, lorsqu'elle est menée au train d'une course de vitesse, un effort extrêmement violent d'une durée de cinquante à soixante secondes, l'aire cardiaque nous apparut très faiblement augmentée dans tous les cas. Après une course de 400 mètres, le cœur atteste un certain degré d'hypotonicité qui traduit un commencement de lassitude (fig. 34).

Après une course de 5.000 mètres, épreuve de fond dans laquelle le travail musculaire relativement modéré est, par contre, prolongé pendant plus d'un quart d'heure, l'accroissement de l'aire cardiaque est encore plus sensible. Il y a hypotonicité nette du cœur. C'est à la suite des courses de grand fond, 10.000 et au delà (Marathon, 40 km. 200), que nous avons retrouvé les grandes augmentations de l'aire cardiaque signalées par Mackensie et les observateurs américains. L'hypotonicité cardiaque est très accusée à la suite de pareils efforts (fig. 35, 36).

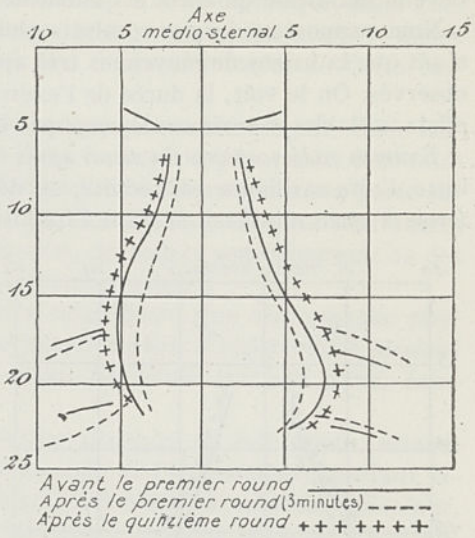


FIG. 37. — *Orthodiagramme réduit d'un boxeur.*

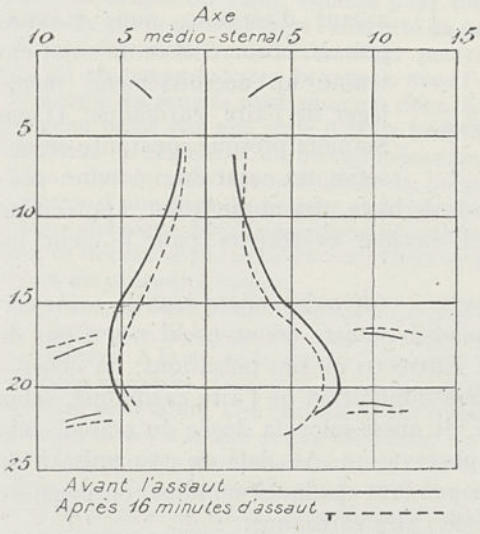


FIG. 38. — *Orthodiagramme réduit d'un lutteur.*

Examen radioscopique du cœur après la boxe. — Après un seul round de trois minutes, conduit vigoureusement, nous avons observé une diminution très nette de l'aire cardiaque chez tous les combattants examinés. Notre observation concorde donc sur ce point avec celles de H. Dausset et de Cluzet. Un assaut de boxe, dans ses premiers moments, s'accompagne d'hypertonicité myocardique.

Les rounds se succédant, séparés par une minute de repos, c'est après le quatrième round que nous avons, au contraire, observé un léger *accroissement* de l'aire cardiaque. Si le temps de repos, entre chaque reprise, est porté à deux minutes, nous n'avons constaté l'augmenta-

tion de l'aire cardiaque qu'après le onzième round. Enfin, si le temps de repos est porté à trois minutes, l'accroissement de l'aire cardiaque n'est devenu manifeste qu'après le quinzième round (fig. 37).

Nous rapportons ici des résultats globaux, et les limites que nous fixons n'ont que la valeur de moyennes très approchantes dans la majorité des cas observés. On le voit, la durée de l'exercice joue un rôle important dans les effets variables exercés sur le cœur par la boxe.

Examen radioscopique du cœur après la lutte. — Au cours d'un assaut de lutte, l'aire cardiaque est réduite, au début, pendant un temps très variable (trois à onze minutes), suivant l'intensité du combat, le degré d'entraînement des lutteurs et l'énergie déployée par les combattants. Entre la onzième et la quinzième minute, surtout si le combat est mené avec ardeur, l'aire cardiaque commence à s'accroître, mais nous n'avons jamais constaté après des assauts de lutte, même très prolongés, les augmentations considérables observées à la suite des courses à pied de grand fond (fig. 38).

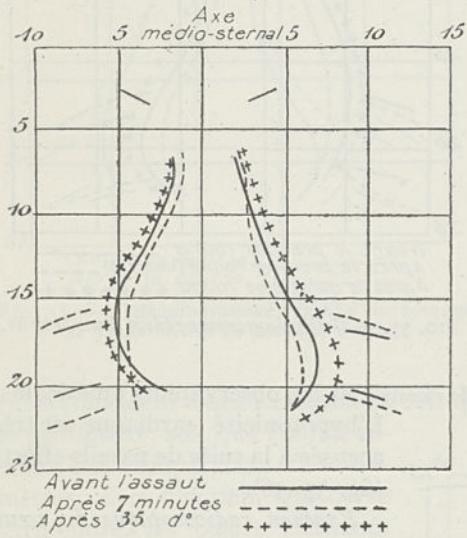


FIG. 39. — *Orthodiagramme réduit d'un escrimeur.*

Examen radioscopique du cœur des escrimeurs. — Au cours d'un assaut d'escrime, nous n'avons jamais observé chez un sujet entraîné un accroissement même léger de l'aire cardiaque. D'une manière presque constante on observe, au contraire, comme pendant les premiers rounds d'un match de boxe, une diminution appréciable de l'étendue de l'aire cardiaque. L'escrime représente pour le cœur un exercice hypertonique (fig. 39).

Aire cardiaque et fréquence du pouls. — Chez des sujets jeunes, sains, vigoureux et entraînés, tant que le pouls bat entre 60 et 90, il n'y a pas de changement dans l'aire cardiaque. Entre 90 et 140 pulsations, on observe tantôt une augmentation, tantôt une diminution de l'aire cardiaque, selon la forme et la nature de l'exercice, et aussi selon la durée du travail déjà effectué au moment où est faite l'observation. Au delà de 150 pulsations, surtout si ce régime est maintenu pendant quelques minutes, on constate presque toujours un accroissement de l'aire cardiaque.

Nous croyons pouvoir tirer de l'ensemble de nos observations les conclusions suivantes :

Au cours des exercices sportifs, la dilatation ou l'étalement du cœur, attestés par l'accroissement de l'aire cardiaque, n'apparaissent que lorsque le

travail est très intense et dure depuis un certain temps, variable selon les sujets. Un exercice intense, mais soutenu pendant un temps court, non seulement ne fait pas apparaître l'accroissement de l'aire cardiaque, mais s'accompagne très souvent de sa diminution. Enfin, un exercice modéré, même prolongé, provoque presque toujours une diminution nette de l'aire cardiaque.

Ces propositions peuvent paraître quelque peu schématiques. Elles traduisent cependant la réalité des faits dans la moyenne des cas. Il faut faire une très large place au coefficient individuel. Nos observations ont porté sur des sujets bien portants, vigoureux. Peut-être eussent-elles été tout autres si elles avaient porté sur des convalescents, des sujets peu vigoureux ou des sédentaires dépourvus de toute espèce d'entraînement.

Pour nous résumer en quelques mots, nous dirons que tout exercice physique comporte à l'égard du cœur *une première phase d'hypertonicité pendant laquelle l'organe, plus ramassé sur lui-même, fonctionne avec une grande énergie.*

Lorsque l'exercice est intense et qu'il se prolonge au delà d'une certaine durée, survient *une seconde phase qui est celle de l'hypotonicité*, pendant laquelle le cœur surmené se laisse peu à peu distendre. Le médecin éducateur, consulté sur le dosage de l'exercice, s'attachera à ce que la phase d'hypotonicité ne soit jamais atteinte, surtout chez les sujets jeunes, avant la dix-huitième année.

VARIATIONS ÉLECTRIQUES DU CŒUR PENDANT L'EXERCICE. — L'énergie du muscle cardiaque lui vient, comme pour tous les autres muscles, des réactions chimiques qui se passent dans l'intimité de ses éléments. Chauveau a montré que la source du travail musculaire était principalement dans la combinaison sur place du *glycogène* ou sucre du muscle avec l'oxygène apporté par le sang.

L'énergie du muscle cardiaque est donc, à l'origine, une énergie chimique. Le glycogène passe par une série d'états intermédiaires et se retrouve tout entier sous forme de chaleur et de travail mécanique.

L'une des formes intermédiaires de l'énergie entre le glycogène du muscle cardiaque d'une part, la chaleur et le travail mécanique du cœur de l'autre, est l'*énergie électrique* développée dans le muscle pendant sa contraction. A ce moment, ce dernier est le siège de variations de tension électrique qui donnent naissance à un courant d'action.

Au repos, le cœur est en équilibre électrique. Quand la contraction ventriculaire commence, cet équilibre cesse : la pointe du cœur devient négative et la base positive. A la fin de la systole, cet ordre s'inverse : la pointe devient positive et la base négative. Quand la diastole, ou repos du cœur, survient, l'équilibre électrique se rétablit. Les variations électriques dont le cœur est le siège se propagent au tronc, à la tête et aux membres. Au moment de la systole, la négativité affecte le tronc, les membres inférieurs et le bras gauche, parties situées en regard de la pointe du cœur, tandis que la tête, le cou et le bras droit, parties situées en regard de la base du cœur, se montrent positivement électrisés, comme cette base elle-même ; l'inverse a lieu à la fin de la systole ; pendant la diastole, toutes les parties du corps redeviennent électriquement neutres, comme le cœur lui-même (voir fig. 40).

A l'aide de l'électromètre à corde d'Einthoven, il est possible d'enregistrer

ces variations électriques et d'obtenir des électrocardiogrammes qui traduisent l'état de la conductibilité nerveuse du myocarde. Un électrocardiogramme est composé de cinq sommets : trois positifs (PRT) et deux négatifs (QS). Le sommet P représente la systole des deux oreillettes et l'ensemble des sommets (QRST), la systole des ventricules droit et gauche réunis (fig. 40 *bis*).

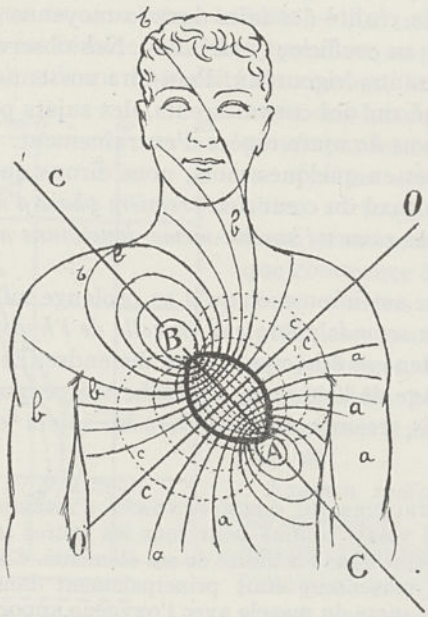


FIG. 40. — *Répartition du potentiel électrique dans le cœur et, par extension, dans le reste du corps, au moment de ses variations dans le cœur* (d'après Waller).

A, pointe du cœur. — B, base du ventricule présentant à un moment donné une différence de potentiel. — C, axe des lignes de flux du courant. — O, équateur ou plan de potentiel zéro. — *a, a... b, b, b,* lignes équipotentielles autour des pôles A et B. — En réunissant par son circuit des points de potentiel inégal, on peut dériver dans l'électromètre un courant plus ou moins intense suivant les places choisies pour placer les électrodes.

Les électrocardiogrammes permettent de déterminer les troubles les plus subtils de la conductibilité intracardiaque survenus sous l'influence de l'effort sportif. Cette méthode d'investigation permet de diagnostiquer et de pronostiquer des lésions commençantes, non décelables par les moyens ordinaires de l'auscultation et de la radioscopie. Grâce à elle, nous avons découvert chez des athlètes surentraînés ou surmenés, des lésions myocardiques ou coronariennes qui avaient échappé auparavant à des examens répétés.

Chez des cyclistes et des rameurs venant de terminer des épreuves d'endurance sévères, il n'est pas rare d'observer des extrasystoles auriculaires, des extrasystoles septales, une tachysystolie auriculaire permanente (4 et 5 contractions auriculaires pour une ventriculaire), l'allongement des espaces

PQ et ST, le raccourcissement des espaces diastoliques, la diminution de l'amplitude et des déformations du sommet R par une ou plusieurs encoches, la diminution d'amplitude et l'inversion du sommet T, signes électriques qui traduisent la déficience myocardique.

Chez un coureur de 5.000 m., un quart d'heure après la course les contractions auriculaires P avaient disparu. Elles étaient remplacées par des oscillations très rapprochées les unes des autres attestant la fibrillation auriculaire. Chez un autre les complexes ventriculaires QRST apparaissaient irrégulièrement, le rythme ventriculaire était plus ou moins rapide et l'amplitude des sommets R variait d'une systole à l'autre, attestant de l'arythmie. Chez des coureurs très entraînés et au repos, on constate parfois une grande lenteur du pouls. Dans un cas, les oreillettes et les ventricules se contractaient indépendamment, les premières à un rythme de 70 à 75 par minute, sous l'influence du stimulus physiologique sinusal, alors que les secondes se contractaient très lentement sous l'influence du stimulus nodal dont le rythme oscillait entre 30 et 40 par minute.

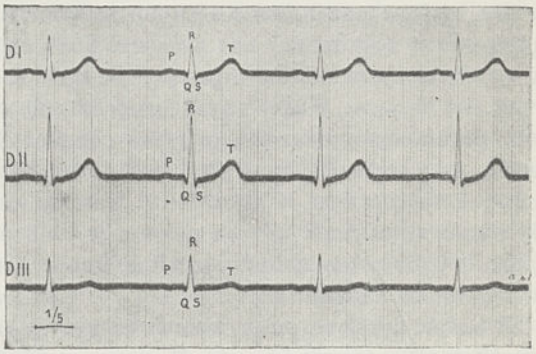


FIG. 40 *bis*. — *Trois électrocardiogrammes normaux* (1).

A plusieurs reprises, nous avons découvert une déficience du cœur à évolution lente et silencieuse (myocardite) que les courbes électriques permettaient de révéler d'une façon inattendue. Ces courbes étaient presque toujours caractérisées par une diminution plus ou moins notable de l'amplitude des sommets R et T du complexe ventriculaire.

Enfin, au lendemain d'une épreuve de cross-country sévère sur sept kilomètres, observant un coureur qui avait eu une défaillance à l'arrivée, nous avons constaté la fusion de la branche descendante du sommet R avec le sommet T. Trois jours plus tard, les sommets R et T s'étaient séparés, mais l'espace ST était arrondi, à convexité supérieure. Une dizaine de jours plus tard, le sommet T était positif, anormalement ample, cette amplitude dépassant celle du sommet R. Le mois suivant, le sommet T diminua progressivement d'amplitude, mais la courbe ne reprit son aspect normal que trois mois après la disparition des signes qui avaient traduit vraisemblablement la formation d'un infarctus du myocarde.

L'électrocardiogramme permet donc de déceler des lésions cachées et de les traiter avant qu'elles aient irrémédiablement compromis l'avenir de

(1) A. JOUVE, J. SENEZ et PIERRON. *Diagnostic électrocardiographique*. Masson éd., 1946.

leur porteur. C'est pourquoi nous pensons que la méthode électrocardiographique a suffisamment fait ses preuves pour passer dans la pratique médicale sportive (1).

INFLUENCE DE L'EXERCICE SUR LA COMPOSITION DU SANG. — *Accroissement du nombre des hématies.* — Parmi les effets produits par l'exercice sur l'organisme humain, l'accroissement du nombre des éléments figurés du sang se place au premier rang.

Depuis plusieurs années, nous avons fait porter nos observations sur les athlètes et les élèves de l'Ecole de Joinville. Après de longs tâtonnements, nous nous sommes arrêté, pour mettre en évidence le phénomène d'hyperglobulie, aux conditions suivantes d'observation.

Des sujets jeunes (20 à 28 ans), indemnes de toute espèce de lésions et présentant notamment une intégrité de la fonction hépatique et de la fonction rénale, tant au repos qu'après le travail, subissaient un premier prélèvement de sang, fait, vers 9 h. 30, à la pulpe du médius. Ces sujets avaient été préalablement laissés au repos complet depuis le réveil.

Le sang, recueilli par piqûre, était immédiatement dilué et examiné. Dans chaque observation, la dilution fut faite à l'aide de la solution de Hayem et la numération pratiquée au moyen de l'hématimètre de Thomas Zeiss. De plus, le même observateur procédait à toutes les numérations faites au cours d'une même expérience.

Aussitôt après ce prélèvement, le sujet prenait place sur un plan incliné de Hirtz et y faisait le geste de ramer pendant cinquante minutes, à la cadence de vingt coups de rame à la minute, des repos d'une minute étaient ménagés aux 9e, 19e, 39e et 49e minutes.

Il était alors procédé à une nouvelle prise de sang et à un nouvel examen dans des conditions et avec un outillage identiques.

Au cours de soixante-seize numérations portant sur vingt-deux sujets différents, l'augmentation moyenne du nombre des hématies a été de 400.000 par millimètre cube de sang, après cinquante minutes de travail. D'autre part, l'augmentation moyenne du nombre des globules blancs s'est élevée à environ 500 par millimètre cube de sang dans les mêmes conditions.

Cette polyglobulie est transitoire. Elle commence à décroître dans les ins-

(1) W. KNOLL. Electrocardiogramme de travail chez les jeunes sportifs. *Arbeits-physiologie*, avril 1932.

CH. LAUBRY et A. VAN BOGAERT. Réactions normales et pathologiques du cœur à l'effort. *Congr. int. Méd. appl. à l'Educ. phys. et aux Sports.* Expos. int. Paris, 1937, Rey, édit., Lyon.

A. HERZUM (Budapest). L'électrocardiographie du « cœur de sport » en particulier après les épreuves d'aptitude cardiaque à l'effort. *Zeitschrift für Kreislaufforschung*, t. 32, n° 5, 1er mars 1940.

EMILE VICIU. Interprétation des signes électrocardiographiques d'insuffisance coronarienne chez les sportifs. *Presse médicale*, 15 oct. 1940, n° 79.

H. REINDELL. Appréciation de la valeur du cœur chez le sportif et interprétation diagnostique de l'électrocardiogramme et du kymogramme. *Deutsche medizinische Wochenschrift*, t. 65, nos 35 et 36, 1er et 8 sept. 1939, p. 1369-1372 et 1423-1427.

tants qui suivent immédiatement la suspension du travail et a complètement disparu, en moyenne, au bout d'une heure et demie.

On ne saurait expliquer cet accroissement temporaire et presque immédiat du nombre des éléments figurés du sang par l'accélération des fonctions hématopoïétiques. Il semble qu'au cours de l'exercice et aussitôt après l'exercice, pourvu toutefois que celui-ci soit assez intense et assez prolongé, les organes hématopoïétiques, irrigués par un courant sanguin plus rapide, abandonnent en quelques instants dans le torrent circulatoire une quantité importante de globules qu'ils tenaient en réserve et qu'ils n'eussent, en d'autres circonstances, cédé au sang que petit à petit.

Au cours du mouvement, chez l'homme, le Dr Berthe Fournier (1) a noté une petite élévation du taux des globules rouges déclenchée au cours de l'exercice musculaire. Elle était inférieure aux chiffres trouvés par d'autres auteurs chez le cheval et chez le chien.

Cette polyglobulie semble bien dépendre d'une contraction splénique puisqu'elle fait défaut si l'animal est antérieurement dératé.

La rate, réservoir d'hématies, fait passer dans le sang circulant les globules rouges accumulés, et cela à la suite d'un trouble respiratoire, d'une hémorragie, d'un exercice musculaire.

Si les sujets en expérience se livrent à un exercice musculaire peu intense, qui ne soit suivi ni d'accélération notable du pouls et de la respiration, ni de sudation, ou bien s'ils accomplissent un exercice extrêmement violent, mais d'une durée très courte, dans l'un et l'autre cas, on ne constate point de variation globulaire appréciable. Pour que celle-ci soit patente, il faut provoquer par l'exercice des effets généraux, c'est-à-dire de l'essoufflement, de l'accélération du rythme cardiaque et au moins un début de sudation.

Les faits précédents expliquent, en partie, le mécanisme de l'accroissement des échanges respiratoires, chaque fois que l'activité musculaire s'accroît. Les globules rouges, transporteurs d'oxygène, voient leur nombre augmenter momentanément, de sorte qu'ils peuvent mettre à la disposition des tissus une plus grande quantité d'oxygène, nécessaire à l'accroissement du métabolisme pendant le travail, et, en particulier, pendant le travail musculaire.

En 1913, M. E. Cesari, vétérinaire sanitaire de la Seine, avait démontré l'augmentation du nombre des hématies chez le cheval, à la suite d'un exercice intense.

Il recevait du sang à la sortie de la veine, dans un récipient contenant une quantité suffisante de sel anticoagulant. Dans ces conditions, le sang demeure indéfiniment liquide et ses divers éléments se déposent en sédiments, par ordre de densité décroissante. Les globules rouges gagnent le fond du vase : ils sont surmontés des globules blancs au-dessus desquels s'élève la colonne de plasma décanté.

(1) Dr Berthe Fournier. *Des polyglobulies à court terme par contraction de la rate.* Thèse, Paris, 1928.

Cesari a déterminé l'indice de sédimentation par le rapport entre la hauteur de la couche de globules rouges et la hauteur totale du sang examiné dans un petit tube gradué et il a dressé une table donnant, pour le cheval, en face de chaque indice, variant de 20 à 40, le nombre de globules correspondant.

C'est ainsi, par exemple, que l'indice 35 correspond à 7.500.000 globules par millimètre cube.

De l'ensemble des observations faites par cet auteur, résultent les faits suivants :

a) Les chevaux communs, n'ayant été soumis à aucun entraînement spécial et travaillant généralement à des allures peu vives, ont un indice de 27 et au-dessous, correspondant à 5 millions et demi de globules par millimètre cube ;

b) Les chevaux de demi-sang, utilisés aux allures vives, après un faible entraînement, accusent un indice de 36, soit environ 8 millions de globules ;

c) Les chevaux de pur sang, entraînés sur les hippodromes et spécialisés dans le galop, ont un indice de 38 et au-dessus, soit de 9 à 10 millions de globules.

Le vétérinaire militaire Darrou, utilisant la méthode de Cesari, a confirmé les résultats précédents :

Il a trouvé les chiffres moyens suivants :

	Indice
Cheval avant l'entraînement	38,3
Cheval après l'entraînement	40,1

Il y a longtemps que le professeur F. Viault, de Bordeaux, avait constaté, pendant un séjour qu'il fit dans les Cordillères des Andes, à l'altitude de 4.000 mètres, que les montagnards de ces régions utilisés comme coureurs présentaient une hyperglobulie qui atteignait jusqu'à 8 millions d'hématies. Chez l'un deux, il en a même trouvé près de 10 millions, soit environ le double du chiffre normal.

De cet ensemble de faits et d'observations, il résulterait que le sang des individus soumis à un effort soutenu et prolongé est le siège d'une hyperglobulie en quelque sorte physiologique, cette dernière apparaissant comme liée à un accroissement de la capacité respiratoire du sang.

E.-J. Rud, de Copenhague, a publié deux mémoires importants sur les éléments figurés du sang. Après une revue détaillée de travaux antérieurs, l'auteur danois expose ses propres recherches conduites selon une technique rigoureuse. Il s'est servi, pour les numérations, de la chambre de Burker et des mélangeurs d'Ellerman ; pour les déterminations de l'hémoglobine, du colorimètre d'Autenrieth-Konigsberg, bien étalonné.

De ces conclusions, nous ne voulons retenir ici que celles qui sont relatives à l'influence du travail musculaire. Pour lui, cette influence ne se montrerait ni constante ni nettement marquée sur le nombre des globules rouges.

Cette affirmation, qui est en contradiction avec les observations de Cesari,

Darrou et Viault, est également infirmée par nos propres constatations, faites au laboratoire de physiologie de l'Ecole de Joinville dans les conditions que nous avons indiquées.

Nous supposons que E.-J. Rud n'a pas soumis les sujets qu'il observait à un travail musculaire assez intense pour amener les modifications que nous avons, pour notre part, toujours constatées.

L'exercice peut être pris à des doses très diverses, et ce n'est que lorsqu'il retentit sur la circulation et la respiration par l'accélération du cœur et des poumons, sur les fonctions éliminatrices, en provoquant une sudation abondante, qu'il convient d'entreprendre les observations. En un mot, c'est lorsque l'exercice a produit des effets généraux que les modifications tangibles se produisent dans le sang. Ce point est essentiel.

Accroissement du nombre des leucocytes. — Hugues Gounelle et Julien Warter (1) ont étudié l'influence de la course, effort musculaire intense et relativement bref, sur le nombre absolu et le pourcentage des diverses espèces leucocytaires.

« 1° Après une course de fond de 3 à 4 minutes, la quantité des globules blancs du sang périphérique augmente d'une façon constante. Ces élévations ont été respectivement de 34 %, 35 %, 37 %, 43 %, 44 %, 48 %, 55 %, 74 %, 81 %, 84 %, 87 %, et jusqu'à 123 % du taux initial.

« 2° Les augmentations les moins importantes ont apparu chez des sujets relativement habitués à l'effort : 34 %, 37 %, 35 %, 43 % et 48 % (futurs moniteurs d'instruction physique et étudiants en médecine entraînés à la course).

« Les taux les plus élevés : 81 %, 84 %, 87 % et 123 % chez des étudiants inaccoutumés à l'effort physique.

« 3° Cette élévation leucocytaire ne dure pas. Vingt à trente minutes après la course, le nombre des globules blancs s'est rapproché de la normale ou est descendu au-dessous du chiffre primitif du début de l'expérience : 73 %, 78-85 %, 87 % à 102-105-113 % de la teneur leucocytaire initiale.

« 4° L'étude des formules permet de constater que le pourcentage des polynucléaires neutrophiles s'atténue après la course pour se relever dans la demi-heure qui suit.

		Neutrophiles avant la course.	*Neutrophiles après la course.*	*Neutrophiles 1/2 heure après la cours.*
Expérience	I.....	64	48	55 p. 100
—	III.....	55	48	72 —
—	IV.....	50	39	61 —
—	VI.....	34	20	39 —
—	VII.....	46		62 —
—	VIII.....	48	29	47 —
—	X.....	41	37	55 —

(1) La leucocytose de mouvement et le rôle de la rate. *Archives des maladies du cœur*, décembre 1930.

« Même abaissement du taux de la neutrophilie dans les expériences où les taux passent de 67 à 45,6 %, de 79 à 52 % et de 54 à 28 % après la course. Seule l'expérience II, la polynucléose augmentant après l'effort de 26 % à 31 % ne cadre pas ; soulignons-en le caractère d'exception, en signalant comme déjà anormal le taux initial de 26 % de la polynucléose.

« Toutefois, étant donnée la progression du nombre global des leucocytes, cette baisse du taux des polynucléoses après la course ne correspond pas à une diminution réelle de ces éléments. En effet, si l'on recherche par le calcul le nombre absolu de polynucléaires par millimètre cube en rapportant les taux au chiffre global des leucocytes, on s'aperçoit que la masse des polynucléaires dans le sang circulant ne diminue pas après l'effort, mais a tendance à s'accroître. Remarquons pourtant que dans les expériences où les sujets n'étaient pas à jeun, mais en pleine digestion, et où les modifications globulaires produites par la course viennent s'intriquer avec la poussée polynucléaire de la digestion, le nombre des polynucléaires reste stationnaire ou s'abaisse.

« 5° A l'inverse du taux des polynucléaires, le pourcentage général des globules blancs mononucléaires (lymphocytes, moyens et grands mononucléaires, formes de transition) est augmenté après la course pour diminuer dans les 20 à 30 minutes consécutives. Leur nombre absolu augmente de même. Relevons notamment les chiffres suivants :

		Mononucléaires avant la course.	*Mononucléaires après la course.*
Expérience	I...	2,884	5,700
—	IV...	1,880	4,275
—	XIII...	2,744	8,611
—	VIII...	4,768	11,721

« Il faut en déduire que la leucocytose, dans le sang périphérique, après la course, provient avant tout d'une très forte augmentation des lymphocytes et monocytes dont l'irruption dans le sang circulant vient en bouleverser l'équilibre leucocytaire habituel.

« Il est intéressant de noter que les variations leucocytaires consécutives à la course ont été moindres chez les hommes entraînés que chez les autres. Faut-il considérer ce fait comme un test de l'accoutumance des sujets à l'effort physique et cela n'évoque-t-il pas celui de la constance du rythme des contractions cardiaques et des mouvements respiratoires provoqué par l'entraînement ?

« Quelle est l'origine de la poussée leucocytaire à prédominance mononucléaire ?

« Gounelle, dans sa thèse, remarquant les sautes brusques du taux des

monocytes, après blocage du tissu réticulo-endothélial, incriminait la contraction de la rate. En serait-il de même lors d'un effort musculaire intense ? Il arrive assez fréquemment aux marcheurs non entraînés, particulièrement aux enfants, d'être obligés d'interrompre une allure trop rapide en raison d'un violent point de côté dans la région splénique. A cette sensation désagréable de dureté s'ajoute de temps à autre la perception d'un déclic, qui pourrait représenter un redoublement de contraction de la rate, voisin de l'état de contracture. Par ailleurs et sans vouloir en tirer des conclusions exagérées, le langage populaire a bien consacré l'expression « courir comme un dératé ».

« La contraction de la rate, réservoir globulaire, par l'expression subite de son contenu dans le torrent circulatoire, expliquerait la hausse leucocytaire que nous avons constatée.

« L'augmentation porterait principalement sur les lymphocytes et les monocytes en raison de la double fonction splénique de néoformation lymphocytaire et monocytaire par ses tissus lymphoïde et réticulo-endothélial. D'autres arguments en faveur de cette opinion peuvent être trouvés dans l'étude des recherches faites ces dernières années, tant en France qu'à l'étranger, sur des questions connexes.

« En 1925, Barcroft et ses collaborateurs signalent que l'effort physique s'accompagne d'une contraction énergique de la rate et d'une augmentation des hématies dans le sang circulant. Scheunert, Krzywaneck et Arnold relient, eux aussi, la polyglobulie de l'effort musculaire à la spléno-contraction. Barcroft en 1923 et Henning en 1926, ayant insisté sur le rôle de la rate comme réservoir sanguin, on saisirait facilement que la contraction de cet organe au cours de l'effort musculaire provoque une chasse des hématies.

« Vaquez et Quiserne remarquent que la polyglobulie des altitudes est moins élevée chez l'animal dératé, et Nitzecu et A. Cosma considèrent cette polyglobulie des altitudes comme le fait de spléno-contractions déterminées par l'effort musculaire.

« De même Léon Binet décèle chez un sujet après l'effort une diminution du volume de la rate et simultanément une polyglobulie. Une de ses élèves, Mlle Fournier, précise dans sa thèse que ces polyglobulies ne se reproduisent plus chez l'animal dératé.

« Benhamou, John et Marchioni, par des radiographies en séries constatent la contraction de la rate au cours de l'exercice musculaire. Parallèlement apparaît la polyglobulie qu'ils ne mettent plus en évidence après splénectomie.

« De leur côté, Gounelle et Warter ont pu observer une forte augmentation des hématies après la course ; ils citent, par exemple, le résultat suivant:

Etudiant non entraîné		avant la course.....	5.440.000
—	—	après la course.....	6.640.000
—	— 30'	après la course.....	5.100.000

Pour Binet, la rate serait un organe annexé à la fonction respiratoire et les troubles sérieux de la respiration sont suivis d'une spléno-contraction qui fait passer dans la circulation générale un sang qui a des caractères particuliers.

Cependant cette augmentation du nombre des leucocytes et des hématies après la course ne peut s'expliquer par le rôle exclusif de la rate. D'autres facteurs doivent donc intervenir et notamment des réactions vaso-motrices. C'est l'opinion de MM. L. Bouisset, L. Bugnard et L. C. Soula (1) qui ont fait une remarquable étude de la question. Au cours d'études sur les liquides insaponifiables extraits de la rate, ils n'ont observé aucune correspondance entre l'expulsion du contenu splénique et le taux des hématies.

Ils apportent, au reste, d'autres faits nettement en contradiction avec le rôle de la rate, réservoir purement mécanique de globules. En particulier, procédant avec l'hématocrite qui mesure la proportion des hématies dans le sang veineux splénique et dans le sang artériel, ils n'ont jamais constaté une corrélation entre ces deux facteurs.

Pour eux, la rate ne jouerait aucun rôle spécial et particulièrement régulateur dans la répartition des masses respectives des globules et du plasma. Si la composition du sang subit des variations au point de vue du rapport globules-plasma en volume, elles relèvent probablement de la régulation de l'hydrémie, d'une part, et des phénomènes vaso-moteurs, d'autre part.

Effets de l'exercice sur la composition chimique du sang. — Le sang a une composition chimique d'une fixité remarquable. Ses composants ne varient que dans des limites très faibles, à l'état de repos. Pendant les épreuves sportives de fond, on observe des variations plus grandes, mais cependant relativement peu accusées.

1° *Oxygène et acide carbonique.* — En période de repos, un litre de sang artériel contient environ 200 cc. d'oxygène dont il cède 20 à 40 cc. aux tissus traversés. En période de travail actif, le sang artériel leur cède une notable quantité d'oxygène et le sang veineux ne contient plus que 70 à 80 cc. d'oxygène par litre. Après un travail très violent et prolongé, le taux de l'oxygène du sang veineux peut tomber à 30 et 40 cc. par litre (2).

En réalité, la quantité d'oxygène contenu dans le sang artériel est sujette à des variations qui sont en rapport avec le taux de l'hémoglobine, vectrice de l'oxygène. La capacité moyenne de fixation d'oxygène du litre de sang artériel serait comprise en moyenne entre 150 et 232 cc. chez les sujets normaux (3).

(1) L. Bouisset, L. Bugnard et L.-C. Soula. Etude des rapports entre la rate et la masse sanguine ; la rate considérée comme réservoir mécanique des globules. *Journal de physiologie et de pathologie générales*, 1920.

(2) J. Barcroft. Respiratory function of the blood. *Cambridge, English University Press*, 198.

(3) Polonowski et D. Santenoise. *C. R. Soc. Biol.*, 1943, t. 137, p. 92, 363-365.

Le coefficient d'utilisation de l'oxygène dans la traversée des tissus et en particulier des muscles, c'est-à-dire :

$$\frac{\text{oxygène transporté par le sang}}{\text{oxygène cédé aux tissus}}$$

est bas, au repos, mais il peut s'accroître de 25 %, 60 % et même 80 %, au cours d'un travail intense (1).

L'acide carbonique est plus abondant dans le sang veineux que dans le sang artériel. Son taux est variable. Pendant le travail, le sang veineux se charge, au niveau des muscles, d'une quantité de CO^2 qui peut atteindre un taux élevé. Les variations de CO^2 dans le sang veineux pendant le travail sont très sensibles. Elles sont proportionnées à l'intensité du travail, à sa durée et à l'état d'entraînement du sujet, étant entendu que les sujets bien entraînés ont un sang veineux moins chargé de CO^2 que ceux qui ne sont pas exercés. Ils travaillent plus économiquement.

2° *Urée.* — Observant les officiers stagiaires soumis à un entraînement régulier de dix semaines à l'Ecole de gymnastique de Joinville, Guy Laroche, Grigaut et de Chaisemartin ont constaté que l'entraînement avait une tendance manifeste à accélérer les échanges chez les ralentis de la nutrition. Il ramène les échanges à un taux normal chez les sujets à nutrition effervescente. Leurs conclusions sont les suivantes :

Le taux de l'urée sanguine chez les stagiaires qui en avaient en excédent dans le sang, à l'arrivée, a baissé et s'est rapproché de la moyenne. Les taux moyens ou faibles sont demeurés à peu près les mêmes. L'abaissement de l'urée sanguine et sa régularisation sous l'influence du seul entraînement s'expliquent, non seulement par l'amélioration du fonctionnement des émunctoires favorisant l'élimination des produits toxiques, mais également par l'accroissement des combustions réduisant l'importance des déchets.

J'ai, pour ma part, prélevé le sang d'athlètes à l'entraînement toutes les 60 minutes, et en dosant l'urée par la microméthode de Lewinson, j'ai constaté que chaque sujet répond à un type déterminé de courbe journalière de l'urée sanguine. Les courbes accusent, pour chacun, certaines particularités quant au nombre de sommets, à l'amplitude et au rythme des oscillations.

Celles-ci atteignent 20 à 75 milligrammes pour 100, d'où il résulte que plusieurs dosages quotidiens sont nécessaires pour se faire une idée exacte du taux de l'urée sanguine. Une seule détermination ayant révélé un chiffre exagéré ne peut servir de base d'estimation, même si l'athlète observé n'a pas pris de nourriture avant le prélèvement du sang. De telles remarques ont été renouvelées par T. Glouchenky et L. Poutschinky (2) chez le lapin, le chien et l'homme.

D'une manière générale, l'urée sanguine, chez l'athlète, est dans son en-

(1) S. Wright. *Applied Physiology*. Humphry Milford, Londres, 1937.
(2) T. Glouchenky et L. Poutschinky. La courbe journalière de la teneur du sang humain et de celui des animaux en urée. *Acta medica scandinavica*, t. 92, nos 4-5, 22 juillet 1937.

semble, d'une remarquable constance, compte tenu des variations de la courbe journalière. Les épreuves de fond provoquent une légère augmentation du taux de l'urée sanguine lorsqu'elles ont une certaine durée et qu'elles imposent à l'organisme une sévère dépense physiologique. Les épreuves de vitesse pure, de courte durée, ne modifient en rien le taux de l'urée sanguine chez l'athlète entraîné.

3° *Cholestérol.* — On sait que le *cholestérol sanguin* peut être considéré comme le témoin du métabolisme des graisses ainsi que des lipides en général. Quand le cholestérol augmente dans le sang, la combustion des lipides est ralentie dans l'organisme.

Parmi les sujets observés par Guy Laroche, Grigaut et de Chaisemartin à l'Ecole de gymnastique de Joinville, douze présentaient une quantité normale de cholestérol ; les chiffres n'ont pas varié ; ils ont montré une fixité remarquable ; par contre, neuf autres accusaient un taux supérieur à la normale ; avec un ensemble impressionnant, ces taux ont diminué dans des proportions notables, sous l'influence de l'entraînement, à tel point que presque tous revinrent au chiffre considéré, en général, comme moyen. L'entraînement était le seul facteur de cet heureux résultat ; il a rétabli l'équilibre dans des organismes chez lesquels le métabolisme présentait une tendance fâcheuse à se troubler (1).

L'entraînement bien ordonné possède donc des propriétés régulatrices et désintoxiquantes. Envisagé à tort par certains comme une inutilité, par d'autres, comme un passe-temps plus ou moins agréable, l'exercice, bien au contraire, a le droit d'être considéré comme un véritable moyen thérapeutique, au moins chez les hypercholestérolémiques.

4° *Glucose sanguin et glycémie.* — Le sang artériel contient environ 1 gr. 50 de glucose par litre. Il cède son glucose au muscle pendant le travail, de sorte que le sang veineux contient moins de glucose que le sang artériel, et d'autant moins que le travail musculaire est plus intense. Le sang veineux contient environ 1 gr. à 1 gr. 10 de glucose par litre.

Dans l'impossibilité où l'on se trouve de doser, chez l'homme, le sucre du sang à l'entrée et à la sortie du muscle, on procède au dosage de la glycémie générale, en opérant avec du sang veineux.

Les premières recherches sur les variations de la glycémie au cours des exercices physiques sont dues à Casar et Sehaal : 20 à 30 minutes après une course rapide de 2 kilomètres, elle s'élevait, selon eux, notablement ; par exemple de 0,54 à 1,25 pour 1.000. Il s'agissait d'athlètes très entraînés soumis à un effort modéré et de courte durée. Dans ce cas, l'*hyperglycémie est de règle, au moins au début des efforts modérés, chez des athlètes entraînés.*

Par contre, Lévine et Burgess-Gordon, expérimentant eux aussi, sur des coureurs entraînés, trouvaient, immédiatement après une course de 40 kilomètres, une diminution : 0,81 à 0,65 pour 1.000. Ces sujets, au moment où leur glycémie s'était ainsi abaissée, se trouvaient très fatigués, à la

(1) Voir chap. IX, p. 218 et 219.

limite de leurs forces. Lévine et Gordon en concluent que l'*épuisement de fatigue relève en partie de l'hypoglycémie.*

Burger, soumettant des sujets *non entraînés* à une fatigue réelle, soit une heure de course ou de gymnastique suédoise, trouve de l'*hypoglycémie.*

De ces différents travaux, il semblerait donc résulter qu'un effort excédant la capacité normale de l'organisme est suivi d'hypoglycémie.

Burger et Casar, opérant sur de jeunes soldats entraînés examinés après une course modérée, trouvent en général de l'hyperglycémie qu'ils attribuent, ainsi que tous les autres symptômes observés au début de l'effort, à une décharge adrénalinémique.

Soumettant les mêmes sujets à une injection de glucose avant la course, ils voient s'additionner les hyperglycémies dues à ces deux facteurs. Il en est de même de l'hyperglycémie provoquée par une injection d'adrénaline avant la course.

Christensen, Meythaler et Droste ont constaté une baisse constante du sucre sanguin, au cours d'un travail sévère et prolongé.

J. Kral (1) a étudié les variations de la glycémie dans le sang veineux avant, pendant et après un travail statique (compression d'un dynamomètre pendant une minute). Il observe des oscillations de la teneur du sang en sucre, tantôt de l'hyperglycémie et tantôt de l'hypoglycémie.

Ces résultats paradoxaux s'expliquent parce que J. Kral utilisait des sujets de catégories diverses (individus sains, diabétiques, cardiaques).

Paul Michel (2) rapporte qu'aux jeux Olympiques de 1928, Best et Partridge confirmèrent les constatations de Lévine, Gordon et Derick. Dans une course de 25 milles, c'est entre le 14e et le 18e mille que fut observée la glycémie la plus basse. Michel a repris cette étude chez des joueurs de golf entre 35 et 45 ans, en bonne santé et non diabétiques. La glycémie a été déterminée avant et après le petit déjeuner et au cours de la partie, par la méthode de Follin-Wu. C'est entre le 9e et le 15e trou que le niveau du sucre est le plus bas. C'est du reste à cette période que les coups des joueurs portent le moins loin. Cette baisse de la glycémie est plus accentuée chez les joueurs nerveux ou moins entraînés. On peut, d'après Michel, remédier à cette diminution, due à la consommation du glycogène par les muscles, en prenant un petit déjeuner plus riche en graisse et en viande et en consommant du sucre au cours de la partie.

H. Delaunay a démontré que tout effort musculaire prolongé entraînait un certain degré d'hypoglycémie, variable, d'ailleurs, suivant les sujets. Sous l'influence de l'entraînement, l'hyperglycémie initiale, contemporaine du début de l'effort, disparaît et il en est de même de l'hypoglycémie terminale qui survient à la fin d'un effort très prolongé. Kester, Johnson et Lauh-

(1) J. Kral. Hyperglycémie du sang veineux produite par le travail statique. *Congrès intern. Méd. appliq. à l'Ed. phys. et aux sports.* Chamonix, septembre 1934. Rey, édit., Lyon.

(2) Paul Michel. Etudes sur le sucre sanguin des joueurs de golf. *The Journal of the American Medical Association*, vol. 115, nº 4, juillet 1940.

mam ont démontré que l'entraînement tendait à stabiliser le niveau de la glycémie. Dans ce cas, l'hypoglycémie de fatigue ne se montre que très tardivement.

Enfin, Raymond Martin du Pan a pratiqué l'épreuve d'hyperglycémie provoquée après l'effort, sur 14 soldats soumis à des conditions alimentaires et sportives identiques (1). Ces sujets, à jeun depuis la veille, ont été soumis à un effort, puis ont absorbé 50 gr. de glucose dissous dans 200 cm³ d'eau. L'effort a consisté en : 1° une course de 10 minutes (2 km.) ; 2° une course de 50 minutes (10 km.) ; 3° une course de fond de ski de 2 heures, moins pénible que celle de 50 minutes. Dans le premier cas, l'aire glycémique a été moins grande qu'elle ne l'est au repos; dans le second cas, modifications dans le même sens, mais plus marquées ; en outre, la courbe glycémique présente un plateau passager ou même un léger crochet négatif au cours de la période ascendante. Dans le troisième cas, ces modifications se sont encore accentuées et les courbes se sont de plus en plus aplaties avec la répétition de l'épreuve.

Les changements observés dans le premier cas résultent d'un appauvrissement des tissus en sucre et de l'hyperinsulinémie. Dans le second cas, on peut supposer que l'effort déclanche de l'adrénalinémie et une décharge précoce d'insuline ; l'abaissement des réserves interviendrait également. Quant à l'abaissement progressif de la courbe, dans la course de fond, il ne s'explique que par l'intervention de l'entraînement.

5° *Adrénaline.* — D'après F. Meythaler et K. Wossildo (2), tout abaissement de la glycémie dans le sang périphérique détermine une arrivée d'adrénaline, comme fonction de compensation. Ces auteurs ont recherché, soit chez l'animal, soit chez l'homme, quels effets certaines actions ou les efforts ont sur la teneur en adrénaline du sang périphérique. Ils ont ainsi constaté qu'une application froide brusque (douche d'air froid) augmente l'adrénaline du sang.

L'excitation psychique, déterminée par une explosion inattendue, provoque également une augmentation de l'adrénaline du sang en même temps qu'une élévation de la glycémie. Des performances légères ou moyennes, qui ne déterminent pas d'épuisement, ne font pas disparaître l'adrénaline du sang périphérique. Par contre, après un travail épuisant, il peut arriver qu'on ne retrouve plus cette hormone. Il y a lieu d'admettre que chez les sujets non entraînés le système adrénalo-sympathique s'épuise complètement au cours de la performance. Il survient, en effet, un collapsus périphérique qui oblige à cesser l'effort. Par contre chez les sujets bien entraînés, malgré les dépenses d'énergie considérables, l'adrénaline ne disparaît du sang périphérique qu'exceptionnellement. Cependant dans le cas d'un travail fatigant poussé à ses dernières limites, l'adrénaline peut alors complètement s'épuiser,

(1) Raymond Martin du Pan (Genève). L'épreuve d'hyperglycémie provoquée après l'effort (*Schweizerische Medizinische Wochenschrift*, t. 72, n° 50, 12 déc. 1942).

(2) F. Meythaler et K. Wossildo. La teneur en adrénaline du sang périphérique au cours des performances sportives. *Klinische Wochenschrift*, t. 16, n° 19, 8 mai 1937.

de telle sorte que, malgré l'existence des réserves de glycogène, l'effort ne peut être poursuivi.

6° *pH sanguin au cours de l'exercice.* — Chaque séance de travail un peu prolongée, pendant une période d'entraînement, correspond à une décharge acidosique.

D'une manière générale la production des métabolites acides, chez l'athlète, est suscitée chaque fois qu'il a l'occasion de se dépenser musculairement. Cette tendance à l'acidification s'explique de la manière suivante. L'acide lactique $C^3H^6O^3$ est connu comme l'un des produits de l'activité musculaire. Sa formation constitue l'aboutissement de la contraction. Il naît du dédoublement du glycose.

$$C^6H^{12}O^6 = 2C^3H^6O^3.$$

Dans la réalité, il ne provient pas directement du glucose, non plus que du glycogène, mais d'un intermédiaire, le lactacidogène, qui est un composé phosphorique du glucose (Embden).

L'acide lactique est un acide de la série grasse avec une fonction alcool.

$$CH^3 — CHOH — COOH.$$

Il est très soluble et possède une constante de dissociation assez élevée qui en fait un acide relativement fort.

L'acide lactique formé suit quantitativement, dans toutes les conditions, le travail fourni. Il ne s'accumule pas dans le muscle, dans le cas d'un travail musculaire moyen ou peu intense, il est entraîné par le sang et est brûlé ailleurs dans l'organisme où il disparaît par oxydation. Cette disparition est représentée par le système d'équation suivant :

$$(C^3H^6O^3 + 3O^2) = 2(3CO^2 + 3H^2O).$$

L'aboutissant est de l'acide carbonique et de l'eau. L'acide carbonique est éliminé par les voies respiratoires, l'eau par la sueur, les reins et les poumons.

D'autre part, on a signalé depuis longtemps que le travail musculaire mettait également en liberté de l'acide phosphorique. Dès 1868, Pettenkofer et Voit constataient chez l'homme, à la suite d'un travail, un accroissement des phosphates de l'urine.

Siegfried a décrit, sous le nom d'*acide phosphocarnique*, une substance qui serait une combinaison de glucide et d'acide phosphorique apparaissant dans les muscles pendant le cours de la contraction musculaire.

Embden pense même que la contraction musculaire ne dégage d'abord que de l'acide phosphorique, le dégagement d'acide lactique n'étant que secondaire.

Enfin, Meyerhof et Suranyé, puis Lohmann ont signalé l'existence d'un acide créatine-monophosphorique apparaissant dans les muscles des vertébrés pendant la contraction.

De tous ces faits il résulte que l'exercice détermine *in situ* dans le muscle en travail la production d'acides divers. Ceux-ci sont promptement entraînés par le sang et diffusés dans toute l'économie qui subit une acidification massive et temporaire.

Le pH du sang tend à virer à l'acidité chaque fois que l'athlète accomplit une performance de longue durée. Mais il revient aussitôt à un indice un peu supérieur à 7 qui indique presque la neutralité. En définitive, l'action acidifiante de l'entraînement lors des épreuves prolongées de l'athlétisme de fond est transitoire. Un état de neutralité lui succède dès que le mouvement cesse, du moins, chez l'athlète bien portant et bien entraîné.

7° *Coagulation et viscosité sanguine.* — Michailesco, L. Alexiu et Mlle G. Tatoiu ont déterminé la viscosité du sang, la force et la vitesse de coagulation ainsi que la rétraction sanguine chez les étudiantes de troisième année de l'Institut Supérieur d'Education physique de Bucarest. Ces élèves présentaient le même degré d'entraînement. Elles étaient soumises au même travail musculaire, le matin à jeun (machine à ramer pendant 10 minutes avec 34 coups d'aviron par minute).

Le tableau ci-après montre les résultats obtenus par ces auteurs.

Ainsi, le travail accroît la viscosité sanguine des sujets très entraînés. Il semble que plus la fatigue est accusée et plus grande est la viscosité, le degré d'augmentation de celle-ci marquant l'intensité de la fatigue.

La vitesse de coagulation est modifiée en sens inverse de la viscosité et d'une moindre intensité que celle-ci.

Il est intéressant de noter que les plus faibles variations biologiques ont été trouvées dans les observations n° 2 et n° 4 chez des sujets qui, pendant l'année scolaire, étaient classés comme des sujets de résistance et de fond. Par contre, les variations les plus prononcées ont été obtenues dans l'observation n° 3, sur un sujet qui a montré une évidente fatigue après l'effort, et qui, pendant l'année scolaire, avait présenté une faible résistance organique aux exercices (1).

8° *Métabolites divers et toxines de fatigue.* — Le sang contient normalement des doses infinitésimales d'acétylcholine, d'histamine, d'acides aminés, tels que le glycocolle, la leucine, la phénylalanine, la créatine et la guanidine. La quantité de ces substances diverses dans le sang est notablement augmentée par le travail musculaire. Cette augmentation est d'autant plus grande que le travail est plus intense et de plus longue durée.

La guanidine, en particulier, est responsable des accidents d'intoxication chez les surmenés musculaires aigus. C'est cette substance qui provoque de la contracture, de la raideur et de l'hypertension.

Les athlètes qui présentent de l'insuffisance hépatique sont ceux qui ont le plus de guanidine dans le sang : de 15 à 17 mmgr. ‰, au lieu de 7 ‰

(1) G. Michailesco, L. Alexiu, Mlle Tatoiu. Réaction du sang après l'effort physique intense et prolongé, chez l'individu entraîné. *Congr. intern. Méd. appl. à l'Éd. phys. et aux Sports.* Chamonix, 1934, Rey, édit., Lyon.

N° Cor. Exp.	NOM ET PRÉNOM	EN REPOS			APRÈS L'EFFORT					
					immédiatement après			*15' après*		
		Viscosité	Force de coagulation	Vitesse de coagulation	Viscosité	Force de coagulation	Vitesse de coagulation	Viscosité	Force de coagulation	Vitesse de coagulation
1	Mlle St. E.	4,9	1/200	15'	5,2	1/200	12'	5,2	1/100	15'
2	» Pac. G.	5	1/200	12'	5,8	1/200	9'	5	1/200	8'
3	» Pop. A..	4,7	1/300	11'	7,2	1/300	7'	4,7	1/200	5'
4	» Ban. A..	5,4	1/100	15'	5,2	1/100	10'	4,8	1/200	6'
5	» Mat. V..	5,1	1/200	11'	6,4	1/200	9'	5,2	1/100	9'
6	» Tat. C.	5	1/200	15'	6,4	1/200	12'	4,9	1/100	10'
7	» Ciu. A.	5,2	1/200	14'	6,2	1/200	9'	5,5	1/100	14'
8	» Ver. E.	6	1/200	14'	6,6	1/200	9'	5,7	1/100	11'

chez les sujets indemnes. Pendant les épreuves sportives sévères et longues, la guanidine peut s'élever à 140 mmgr. Alors, apparaissent des contractures, car la guanidine est un poison convulsivant. Chez les surmenés aigus, elle est contemporaine et peut-être cause des perturbations myocloniques et convulsives de la grande insuffisance rénale, au moins autant que l'urée. Nous avons vu celle-ci atteindre 4 grammes par litre de sang (au lieu de 0 gr. 40, au repos) à la suite d'une course de Marathon effectuée par un coureur surmené qui était devenu, en trois heures, un urémique et un guanidique par insuffisance rénale et hépatique.

D'autres substances, non encore identifiées, désignées généralement sous le nom de « toxines de fatigue », ont été rencontrées dans le sang, au cours du travail musculaire, ou immédiatement après sa cessation. Véhiculées par le sang, elles se répandent dans toute l'économie et provoquent l'apparition de symptômes de fatigue.

« Les toxines de fatigue sont différentes des métabolites. Si, en effet, on provoque la mort d'un animal en le forçant à courir jusqu'à épuisement et qu'on tétanise ensuite les muscles jusqu'à refus, on retire de ses muscles, broyés et pressés, un liquide extrêmement toxique. Ce liquide neutralisé, débarrassé de ses sels, des substances albuminoïdes, etc., conserve encore une haute toxicité et, injecté à un animal neuf, cause sa mort avec tous les symptômes de la fatigue. » (Chailley-Bert) (1).

(1) CHAILLEY-BERT. La fatigue, in *Traité de physiologie normale et pathologique*. G.-H. Roger et L. Binet, tome VII, p. 293-325. Masson, Paris, 1929.

CHAPITRE III

INFLUENCE DE L'EXERCICE SUR LE SYSTÈME NERVEUX

SENSIBILITÉ CUTANÉE. — L'intégrité des organes, et surtout la jeunesse, conditionnent l'aptitude aux exercices physiques et aux sports. Lorsque les grandes fonctions apparaissent indemnes à l'examen médical habituel, toût le nécessaire n'est pas encore fait pour asseoir une opinion sur le degré d'aptitude d'un homme à l'athlétisme.

Certains mécanismes organiques, apparemment secondaires, en réalité primordiaux, ne sollicitent pas assez l'examen du médecin et la surveillance de l'éducateur. Jusqu'à ce jour, on n'a pas utilisé suffisamment la connaissance que nous possédons de fonctions habituellement reléguées au second plan, telles que la sensibilité cutanée et le sens musculaire. Nous étudierons ce dernier au chapitre consacré aux critères de l'entraînement et de la fatigue ; nous ne nous y arrêterons pas ici. Mais il est bon de noter, en passant, que la perfection de la sensibilité cutanée et l'intégrité du sens musculaire que nous réclamons des hommes de sport, comme étant des conditions indispensables à une fructueuse activité, sont, au premier chef, les qualités qui assurent à certains athlètes leur maîtrise. A ce titre, ces notions ont donc une grande portée et dépassent le seul cadre des exercices physiques ordinaires.

Les hommes de sport, quelle que soit leur spécialité, auront avantage à se familiariser avec elles. Ils y trouveront peut-être le secret de performances nouvelles et, sans doute, le moyen de remédier à quelques imperfections qui leur avaient échappé ou dont ils n'étaient point parvenus à découvrir la cause.

SEUIL DE LA SENSATION, SEUIL DIFFÉRENTIEL. — Tout ce qui a trait aux sens doit nous intéresser au premier chef. Le nombre des sens dépasse le chiffre de cinq couramment indiqué. Celui du toucher se subdivise, en effet, en plusieurs sensibilités distinctes : au toucher proprement dit, à la chaleur, au froid et, pour certains physiologues, à la douleur. La sensibilité de la rétine, de son côté, peut être distinguée en sensibilité à la lumière et en sensibilité aux couleurs.

Nos sensations les plus communes et les plus nombreuses nous viennent de l'extérieur. Ce sont les sensations dites *externes* que l'on oppose aux sensa-

tions *internes* qui partent de nos organes profonds, de nos séreuses, de nos muqueuses, de nos articulations, de nos muscles et de nos tendons. De l'intérieur du corps, un flux abondant d'excitations, ayant leur source dans le travail même des organes, remonte vers la moelle et le cerveau par des nerfs sensitifs. Le système nerveux, grand équilibrateur des fonctions, a intérêt à être renseigné sur ce qui se passe, non seulement autour de l'organisme (par les sensations externes), mais dans celui-ci même (par les sensations internes). Dans l'un comme dans l'autre cas, se produit un cycle continuel d'excitations apportées aux centres nerveux par les nerfs sensitifs et de réponses emportées vers les muscles ou les organes profonds par les nerfs moteurs.

On appelle *sensitifs* les phénomènes de perception résultant des impressions cutanées, et *sensoriels*, ceux qui ont leur origine dans les impressions des autres sens. Cette distinction repose sur l'idée ancienne que la sensibilité n'était qu'une ébauche de différenciation, par comparaison avec les sensibilités si spéciales et si perfectionnées des autres sens. En réalité, le toucher et les autres modalités sensitives de la peau sont mis en jeu par des organes nerveux très différenciés, en vue de fonctions déterminées, dont la complexité et la perfection ne le cèdent en rien à celles des organes de l'odorat, de la vue et de l'ouïe. La distinction entre les termes de sensitif et de sensoriel n'est donc point physiologiquement justifiée, mais nous la conserverons encore, puisque l'usage l'a consacrée.

Chaque fois qu'un objet entre en contact avec la surface de la peau et la déprime, ce contact est perçu par des organes récepteurs particuliers répartis en quantité innombrable dans le derme sous-cutané. Ceux-ci ont transmis le mouvement reçu à des nerfs sensitifs dont ils sont l'aboutissant. Ce mouvement va jusqu'à l'écorce cérébrale, non sans avoir subi déjà quelques transformations à certaines étapes de son trajet. Arrivé là, il se réfléchit sur les voies motrices, qui le conduisent d'emblée aux organes musculaires. Les ébranlements excitateurs attaquent les surfaces extérieures des différents sens. Communiqués au système nerveux, ces ébranlements y sont élaborés et en repartent sous forme d'ordres adaptés aux circonstances.

Mais toute excitation ne provoque pas une sensation. Les organes des sens et la peau ont une certaine inertie. Pour la vaincre, il faut que l'excitation atteigne une intensité déterminée. Alors seulement, un sujet considéré a conscience de cette excitation et la perçoit. C'est le *minimum perceptible* ou *seuil de la sensation.*

Ce minimum est *la mesure du degré de la sensibilité.* Il faut toujours le rechercher chez ceux qui veulent se livrer à une carrière sportive. Plus ce minimum est élevé, moins la sensibilité est vive, et réciproquement. Il est sujet à de grandes variations, d'une personne à une autre, et, chez une même personne, il peut encore se modifier suivant les circonstances de l'expérience, l'état anatomique de l'appareil sensoriel et l'état général du sujet considéré, au moment de l'observation.

Une autre recherche doit être faite : celle *du seuil différentiel de la sensation.* Pour ce faire, on prend comme point de départ le degré à partir duquel une excitation est perçue (c'est le seuil de la sensation), puis on augmente l'excitation

jusqu'à ce qu'une différence soit perçue entre la sensation de l'excitation liminaire et la sensation de l'excitation renforcée. En un mot, on détermine la grandeur de l'excitation nécessaire pour produire deux sensations distinctes en partant de la sensation seuil. Le plus petit accroissement perceptible de l'excitation nécessaire pour donner naissance à une nouvelle sensation représente le *seuil différentiel de la sensation.*

Le seuil différentiel étant pris à son tour pour point de départ, on cherche l'accroissement nouveau qu'il faut donner à l'excitant pour obtenir une nouvelle sensation, et ainsi de suite.

On établira, de la sorte, une double série, l'une d'excitations, l'autre de sensations, et c'est seulement en comparant ces deux séries que l'on pourra se faire une idée du fonctionnement de tout le système sensitivo-sensoriel d'un sujet considéré.

Les rapports qui existent entre les séries d'excitations et de sensations paraissent se conformer à un type de relations numériques remarquables qui n'est autre que la fonction logarithmique. Mais il arrive assez souvent que cette évaluation se trouve en contradiction avec l'observation des faits. Dans ce cas, le physiologue et le médecin doivent interpréter avec beaucoup de prudence les résultats observés.

ESTHÉSIOMÈTRES. — SENSIBILITÉS AU TOUCHER, AU CHAUD, AU FROID, A LA DOULEUR. — Les sensations ressenties par les personnes qui se proposent de s'adonner aux sports et, notamment, à l'aviation, doivent être des réponses très normales aux excitations reçues. Elles sont, en effet, à la base de leurs jugements, de leurs raisonnements et de leurs calculs, qui ne doivent, en aucun cas, comporter d'erreurs. La juste estimation de ses sensations sera fondamentale pour un aviateur, pour un boxeur, pour un escrimeur ; c'est elle qui se trouvera à l'origine de toute mesure prise, de tout réflexe, de tout mouvement si délicat et si précis qu'on puisse le supposer.

D'autre part, les impressions qui l'assaillent de l'extérieur sont innombrables. Mais ne compteront pour lui que celles qui seront retenues par les organes récepteurs de ses sens. Chez lui, cette catégorisation des impressions en espèces distinctes, avant de les livrer au système nerveux, doit revêtir une grande précision et une énorme promptitude.

On pourrait croire que la peau est une surface continue, réceptrice d'excitations dans toute son étendue, c'est-à-dire sans lacunes. Il n'en est rien. Les appareils récepteurs des excitations venues de l'extérieur occupent de petits espaces distribués comme des taches ou des points, en très grand nombre, au milieu d'intervalles insensibles.

L'épreuve de la sensibilité de la peau se fait au moyen d'appareils, en général très simples, appelés *esthésiomètres*, appropriés à la catégorie de sensibilité considérée.

Pour l'étude des sensations tactiles, l'esthésiomètre sera, par exemple, une tige rigide de diamètre restreint (soie de sanglier) exerçant une pression verticale d'une intensité connue. Dans l'évaluation des résultats, le poids employé est rapporté au millimètre carré de surface de pression.

Pour l'étude des sensations thermiques (chaud et froid), l'esthésiomètre pourra être un pinceau métallique effilé, porté à une température connue. Il prend alors le nom de *thermesthésiomètre*. Lorsque, à l'aide d'un *esthésiomètre*, on a déterminé

sur la peau les places *des points de toucher*, et qu'à l'aide d'un *thermesthésiomètre* on localise les points de chaud et de froid, on trouve que ceux-ci sont souvent distincts des premiers, ce qui tend à justifier l'existence d'un sens distinct de la température. En d'autres termes, il existe dans la peau des points dits de *pression*, d'autres dits de *froid*, d'autres enfin dits de *chaud*, topographiquement distincts et affectant les uns et les autres une distribution particulière.

Les points de pression ou de toucher sont de petites aires, séparées entre elles par des espaces insensibles, et qui répondent à une pression par une sensation de contact, sans mélange de sensation thermique ni douloureuse. Ces points sont généralement disposés par rangées ou lignes plus ou moins nombreuses, rayonnant autour de la base d'implantation d'un poil comme centre et sont surtout abondantes dans le sens de l'inclinaison de celui-ci. Les régions glabres en contiennent également, disposés d'une manière semblable autour de centres non indiqués extérieurement. La sensibilité de la peau au toucher est conditionnée par la présence, dans le derme, d'appareils spéciaux, dont la description relève de l'anatomie microscopique : ce sont les divers corpuscules du tact (corpuscules de Pacini-Vater, de Wagner Meissner, appareil fibrillaire de Timofejeff).

Les points de froid et les points de chaud sont déterminés à l'aide d'un pinceau métallique effilé porté à une température donnée, soit 15° pour les impressions de froid, 45° à 49° pour les impressions de chaud. On constate que leur groupement est semblable à celui des points de pression et qu'il se fait le long de lignes rayonnantes. Mais ces lignes sont rarement composées de points d'une seule espèce. Le plus souvent, les points de chaud et de froid voisinent sur une même ligne avec des points de toucher et des points de douleur.

On admet que les organes récepteurs propres aux sensations de chaud et de froid sont des corpuscules spéciaux décrits par l'anatomiste Ruffini.

Le sens de la température a un rôle de protection et de conservation immédiates en ce qu'il nous avertit des écarts de la température et des dangers qui peuvent naître pour nous soit de son excès, soit de son défaut. Il en résulte la nécessité du dédoublement de la sensation de température, en deux sensations, non seulement distinctes, mais opposées : celle de chaud et celle de froid.

Il existe enfin sur la peau des *points de douleur* comme il y a des points de toucher, de froid et de chaud infiniment plus nombreux que ces derniers. Ils correspondraient à des organes récepteurs sous-jacents, spécifiquement adaptés à recevoir les impressions douloureuses. Mais leur réalité est encore contestée par certains physiologues.

Alors que la peau est toujours prête à manifester la réaction douloureuse toutes les fois qu'un irritant destructif lui est appliqué, au contraire, les parties profondes qu'elle recouvre (muscles, viscères, os, etc.) présentent de grandes différences avec elle à cet égard. C'est que la réaction douloureuse des viscères n'a pas été prévue par la nature à l'égard d'une menace venant de l'extérieur.

Dans une telle éventualité, la peau a normalement assumé la charge de protecteur. La douleur ne se montre pas dans les organes profonds détruits ou accidentellement broyés, mais elle y survient parfois très aiguë au cours d'altérations maladives caractérisées par la durée de leur action irritante et aidées par la faculté de sommation des excitations du système nerveux.

Acuité tactile. — Nous avons déjà dit l'utilité de rechercher le seuil de la sensation. Il est non moins nécessaire de déterminer l'*acuité tactile*. On y parvient depuis E.-H. Weber, en touchant la peau avec les pointes d'un compas et en notant les distances pour lesquelles la sensation devient celle de deux contacts. Trop rapprochées, les pointes du compas ne donnent qu'une seule sensation ; à partir d'un certain écartement, elles suscitent une

double sensation. A ce moment précis, on a atteint le *seuil de l'acuité tactile.*

La technique est la suivante : « La peau est touchée avec les pointes d'un compas, en commençant par une distance très rapprochée à laquelle on ajoute, chaque fois, une valeur très faible, lui donnant un accroissement régulier, jusqu'à ce qu'on arrive à la perception nette de deux points ; on note l'écartement D^1. On recommence l'épreuve en touchant avec deux pointes beaucoup plus écartées, perçues séparément avec netteté, et on diminue la distance de même, d'une façon régulière, jusqu'à ce qu'on cesse de percevoir deux points ; on note l'écartement D^2. » (Morat.)

La valeur du seuil de l'acuité tactile sera la moyenne arithmétique :

$$\frac{D^1 + D^2}{2}$$

L'acuité tactile varie suivant les personnes et pour une même personne suivant la région du corps considérée. L'état de santé et de maladie l'influence aussi. L'exercice développe l'acuité tactile ; la fatigue la diminue dans des proportions considérables. Elle est plus développée chez les adolescents et les très jeunes hommes que chez les hommes faits. La période de la vie pendant laquelle l'acuité tactile paraît atteindre sa plus grande perfection est comprise entre la dix-septième et la vingt-quatrième année. Cette notion est importante pour déterminer la valeur des athlètes d'après leur aptitude à recevoir du dehors les impressions sensibles. La morphine et l'alcool, après avoir provoqué une phase très fugace d'accroissement, diminuent ensuite et finissent même par abolir l'acuité tactile.

L'échauffement de la peau l'augmente ; le refroidissement la diminue. D'où la nécessité pour les athlètes de prendre toutes les précautions possibles afin d'éviter le refroidissement de la peau qui entraînerait l'inertie sensitive avec ses conséquences : incertitude, imprécision et lenteur des réflexes.

Nous avons déterminé, à plusieurs reprises, l'acuité tactile d'un aviateur qui devait trouver la mort sur la rive gauche de la Meuse. Voici les résultats de cet examen :

ACUITÉ CHEZ X...

RÉGIONS EXPLORÉES	*Acuité moyenne*	*1/2 heure après le réveil*	*En sortant de table*	*Après une marche à pied d'une heure*	*Après 2 heures de vol*
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Extrémité de l'index. . .	2	1,2	1,8	1	2,4
Extrémité du gros orteil.	5	3	4,2	2,5	7
Joue.	11	5,3	7	4,5	14
Front	22	7,6	10,5	6	26

De ces observations, il résultait : 1° que X... présentait le maximum d'acuité tactile après une promenade à pied d'une heure et après le sommeil réparateur de la nuit ; 2° que son acuité tactile, supérieure à l'acuité moyenne, lui assurait des sensations promptement et clairement ressenties ; 3° que la digestion émoussait cette acuité, mais moins encore que la fatigue qui résultait d'un vol de deux heures.

On le voit, l'étude systématique de la sensibilité cutanée chez les hommes de sport peut nous permettre de faire une sélection plus parfaite entre eux.

En conduisant les observations ainsi que nous l'avons sommairement indiqué, on établira une graduation dans les aptitudes athlétiques et sportives. Chaque homme a un seuil de sensibilité tactile qui lui est propre ; de même il a un sens musculaire dont les modalités sont caractéristiques et qui se distinguent du sens musculaire d'autrui comme la voix et l'intonation de chacun de nous diffèrent de celles des autres hommes (Voir chap. des Tests).

Ce n'est qu'après avoir procédé à de très nombreuses mensurations qu'on peut établir des moyennes en deçà et au delà desquelles s'inscriront toujours des valeurs de sensibilité et de sens musculaire parfois inattendues et anormales. Il ne faudra jamais perdre de vue des évaluations moyennes quand on voudra sélectionner et classer des athlètes, des aviateurs ou des hommes de sport. Il s'agit d'une méthode d'appréciation de l'aptitude physique encore à ses débuts. Il ne faut lui demander que ce qu'elle peut donner et ne point lui faire dire surtout plus qu'elle ne dit. Ses procédés ne se substitueront pas aux anciennes méthodes d'examen des grandes fonctions qui conservent toute leur valeur : ils les compléteront sans les annuler. C'est ainsi qu'il faut comprendre la signification des résultats donnés par l'examen de la sensibilité cutanée et du sens musculaire.

Mouvements réflexes. — De nombreux actes qui nous sont habituels se passent en dehors de toute intervention de la volonté. La moelle épinière peut, à elle seule, actionner les muscles ; les mouvements que ces derniers exécutent dans ces conditions sont involontaires. Quand un homme, assis devant sa table de travail, et absorbé par une lecture, fait osciller automatiquement l'une de ses jambes, reposant sur le sol par la pointe du pied, il ne se rend pas compte de l'acte affectué. Que se passe-t-il dans ce cas ? Les nerfs sensitifs du pied, ébranlés par le contact du sol, conduisent cet ébranlement jusqu'à la moelle épinière. C'est là qu'aboutissent les nerfs sensitifs chargés de recueillir les sensations ; c'est de là que partent les nerfs moteurs dont le rôle est de porter aux muscles les ordres de mouvement.

Dans le cas de ce lecteur absorbé, l'impression sensitive ne quitte pas la moelle épinière ; elle ne monte pas juqu'au cerveau. La moelle la renvoie immédiatement, transformée en ordre de mouvement, dans la direction des muscles du mollet et du pied, par l'intermédiaire du nerf moteur. On dit que l'impression *s'est réfléchie* sur la moelle épinière, qui apparaît bien comme un centre nerveux doué d'une activité motrice propre. L'acte que je viens de

décrire est un acte *réflexe*. La volonté et la conscience ne sont pas intervenues dans son accomplissement.

Les actes réflexes durent autant que l'excitation qui les provoque, mais ils ne sont pas toujours aussi simples que celui que je viens de décrire. Il en est d'extrêmement compliqués. C'est ainsi que les excitations sensitives et sensorielles produites par les aliments sur la vue, le goût, l'odorat et la muqueuse buccale, retentissent sur les organes moteurs et sécréteurs disposés le long des voies digestives. Ces excitations déterminent d'abord la mastication ; elles provoquent ensuite le flux des diverses salives qui vont humecter les mets broyés et rendre la déglutition possible. Mais les actes réflexes qui président à la digestion ne s'arrêtent pas là : la présence des aliments parvenus dans l'estomac suscite la sécrétion des glandes gastriques et les mouvements de l'estomac qui brassent son contenu. L'acte réflexe atteint ici une perfection et une complexité très grandes, puisque, sans doute par l'effet d'une expérience accumulée à travers les âges, la sécrétion de chaque espèce de glandes s'adapte et s'approprie aux actes chimiques nécessités par une transformation différente pour chaque catégorie d'aliments. Aucun de ces actes n'apparaît dans le champ de la conscience. Nous n'éprouvons qu'une sensation générale, indistincte, de réplétion de l'estomac, mais l'infinie variété des réflexes que déclenche l'acte général de la digestion nous échappe.

Un autre exemple d'acte réflexe nous est offert par celui qui, parti de la rétine, impressionnée par la lumière, se rend dans les centres et revient à l'œil par deux sortes de nerfs antagonistes, les uns commandant aux muscles dilatateurs de la pupille, les autres aux muscles constricteurs, de telle sorte qu'à chaque instant l'ouverture du diaphragme irien est adéquate à la quantité de lumière optima nécessaire à la claire vision. Les mouvements de rétrécissement et de dilatation de l'iris sont incessants ; ils échappent, comme les précédents, au domaine de la conscience.

Dans l'œil encore c'est un autre réflexe qui commande aux changements de courbure du cristallin et gouverne l'accommodation à la vision rapprochée et à la vision éloignée.

C'est aussi par l'effet des mouvements réflexes associés que le regard passe sans cesse d'un objet à un autre et que l'œil est toujours amené en position telle que l'image des objets considérés se fasse sur le centre de la fovea, seule zone de la rétine où les images sont clairement perçues. Dans le langage courant, le mot réflexe sert à désigner les actes nerveux les plus simples et les plus circonscrits.

Mais il arrive aussi que l'excitation pénètre plus profondément dans les masses centrales du système nerveux et qu'elle atteigne le bulbe, les ganglions de la base ou même l'écorce du cerveau. Dans ce cas, l'acte se complique, ainsi que je viens d'en donner quelques exemples. Mais il ne cesse pas d'être, au fond, un phénomène de communication et de transmission de l'excitation à travers une chaîne d'éléments nerveux. Les actes les plus compliqués sont reliés aux plus simples par une graduation insensible et en dérivent.

La moelle épinière et le bulbe n'ont pas l'exclusivité d'engendrer des actes réflexes. Toutes les régions de l'écorce cérébrale sont aptes à réfléchir automatiquement les excitations. Le privilège de la substance grise de l'écorce cérébrale réside dans le nombre et la puissance de ses associations de fibres et de cellules nerveuses qui conditionnent et coordonnent, non seulement les actes volontaires et conscients, mais aussi les mouvements réflexes les plus compliqués.

Ainsi, la notion de l'acte réflexe nous amène à *celle de la coordination* de tous nos actes et de nos mouvements par les centres nerveux supérieurs.

Mouvements coordonnés. — A quel endroit du système nerveux sont élaborés les ordres qui coordonnent nos gestes, nos mouvements, nos idées ?

D'abord *dans la moelle épinière.*

En effet, Tarchanoff a observé qu'après la décapitation, un canard conserve une parfaite coordination de ses mouvements sur l'eau, mais non sur le sol. La moelle épinière de cet animal est donc le siège d'associations nerveuses suffisantes pour assurer une station régulière sur l'eau et des mouvements de natation impeccables. La station sur le sol et la marche s'accompagnent de mouvements plus compliqués qui nécessitent, pour être bien effectués, une coordination venant de plus haut.

Bien des mouvements, fréquemment répétés par l'homme, s'inscrivent dans la moelle épinière et sont exécutés automatiquement. La marche, le mouvement des bras chez le rameur, celui des jambes chez le cycliste, sont de ce nombre. Les groupes musculaires propres à chacun de ces mouvements sont mis en jeu, de telle sorte que chaque muscle intéressé accomplisse une contraction qui ne soit ni trop faible ni trop énergique.

Mais ce sont surtout les *masses nerveuses situées au-dessus de la protubérance annulaire, le cervelet et le cerveau,* qui donnent lieu à des coordinations importantes.

Se trouvant sans communication directe avec les organes périphériques, ils reçoivent des excitations déjà transformées et associées entre elles dans la moelle épinière et dans le bulbe.

Par leur situation hiérarchique supérieure à celle de celui-ci et de celle-là, et par leur organisation intérieure, ils opèrent des synthèses qui, aussi bien dans l'ordre de la sensibilité que dans l'ordre du mouvement, assurent l'unité des fonctions, les rendent interdépendantes et les accordent harmonieusement.

C'est dans le cervelet que semble résider la fonction de coordination des mouvements assurant notre équilibre et dans le cerveau celle de coordination des mouvements volontaires et des idées. Après l'ablation du cervelet, la sensibilité, l'intelligence et la volonté sont conservées. L'animal se meut, mais ses mouvements jusqu'alors ordonnés, sont devenus désordonnés et n'atteignent plus le but qui leur est assigné par la volonté ou l'instinct. Le trouble est d'autant plus accusé que les mouvements réclament un travail de coordination plus complexe : c'est le vol qui sera le plus troublé chez l'oi-

seau, la marche chez le mammifère, la natation chez le poisson. Tandis que les mouvements de locomotion sont perdus, ceux de conservation subsistent. Plus la lésion provoquée au cervelet par des retranchements successifs est étendue, plus le trouble augmente. Lorsque l'organe est enlevé en totalité, l'animal ne peut plus se tenir debout ni progresser.

Nous savons qu'une section transversale de la moelle épinière abolit pareillement la fonction de locomotion, mais elle le fait par un autre mécanisme. *En sectionnant la moelle épinière, on interrompt les voies nerveuses motrices ; en lésant le cervelet, on abolit la coordination des ordres moteurs.* Dans la station ou la marche, le rôle du cervelet est essentiel. Ses fonctions sont inconscientes. Elles se font sans participation de la volonté. Tous les actes compliqués de coordination motrice auxquels préside cet organe nous échappent complètement.

Diffusion et généralisation de l'excitation nerveuse au cours de l'exercice. — MM. H. Cardot et H. Laugier ont démontré l'existence de la diffusion et de la généralisation de l'excitation dans les centres nerveux au cours d'un effort prolongé (1).

Ils ont observé au cours de l'effort prolongé jusqu'à la limite des forces une diffusion et une généralisation de l'excitation dans les centres supérieurs. Initialement localisé aux centres qui commandent les muscles directement intéressés par l'effort produit, l'excitation atteint peu à peu les centres voisins, et de proche en proche met en action tous les centres moteurs. De sorte que, à la fin de l'effort, le sujet est contracté de la tête aux pieds. Il y a là des phénomènes tout à fait semblables à ceux qui se développent dans les centres réflexes, lors de leur mise en jeu par les voies sensitives. Ces faits comportent des conséquences diverses au point de vue physiologique (mécanismes et lois de la diffusion ; théorie physiologique de l'effort) ; pathologique (modification de la diffusion au cours des affections neuropsychiatriques) ; au point de vue également des différences entre les individus par rapport à leur fatigabilité.

Cette diffusion traduit évidemment l'état de solidarité et d'association dans lequel se trouvent placées toutes les parties du corps. La moindre excitation met en mouvement un grand nombre de rouages, parfois très éloignés du point de départ de l'excitation.

Equilibre. — Ce qui précède nous amène à examiner les *conditions de l'équilibre.* Le corps humain, formé de pièces mobiles, est maintenu dans la station droite par l'action d'un grand nombre de muscles dont les efforts sont antagonistes dans de multiples directions. Les extenseurs, les fléchisseurs, les adducteurs, les abducteurs, les rotateurs dans les deux sens, sont le siège d'une contraction coordonnée en direction et en grandeur. L'équilibre est à chaque instant menacé. Il se rétablit par des changements compensateurs qui ont pour effet de faire toujours passer la verticale du centre de gravité à l'intérieur du polygone qui représente la base de sustentation, et cela aussi bien dans la position d'immobilité que dans la marche, la course et le saut.

(1) Réunion biologique neuropsychiatrique de Sainte-Anne, 31 janvier 1924.

Pour que le jeu de ces compensations soit continuel, il importe que, sous le contrôle du sens musculaire, les contractions de tous les muscles se règlent sur l'effet obtenu, et que chacun d'eux soit prêt à renforcer son effort dans le sens opposé à la chute, à le modérer au contraire dans le même sens. Cette remarquable contraction générale, exactement dosée, n'est possible que si un cycle d'excitations parcourt sans cesse tout le système nerveux. Il a son point de départ dans l'écorce grise du cervelet.

On a dit souvent qu'il existait *un sens de l'équilibre*. C'est inexact. Le mot *sens* a, en physiologie, une signification spéciale. Un sens est défini par un appareil récepteur différencié (œil, muqueuse olfactive, organe de l'ouïe) destiné à recevoir des excitants spéciaux (lumière, odeurs, sons). Or, nous ne connaissons ni organe périphérique différencié, voué à un sens de l'équilibre, ni excitant adéquat à cet organe. On a bien attribué aux canaux demi-circulaires un grand rôle dans l'équilibration. Mais l'expérience a montré que les canaux demi-circulaires ne sont pas indispensables à la fonction d'équilibre et que, plusieurs semaines après leur destruction, cette fonction pouvait se rétablir à l'aide de suppléances nerveuses.

Les sensations tactiles, musculaires, articulaires et visuelles assurent, en pareil cas, les fonctions dévolues normalement aux canaux demi-circulaires.

Acte volontaire. — Si, poursuivant notre examen du système nerveux, nous nous élevons encore, nous constatons que, dans ces régions qui sont celles de la base du cerveau (couche optique et corps striés), les sensations qui y parviennent ne sont plus automatiquement réfléchies. *La réponse à l'excitation peut être différée. L'acte cesse d'être réflexe pour devenir conscient.*

De plus, la moindre sensation qui y parvient paraît mettre en mouvement des quantités d'éléments nerveux dont les relations ont une complexité infinie ; ce n'est qu'après avoir *fait un choix* que le cerveau répond à l'excitation reçue, et, parce que ce choix a eu lieu, nous disons que le mouvement résultant de l'ordre émané de ces régions supérieures est *volontaire*.

L'analyse des fonctions cérébrales proprement dites dépasserait les limites d'un raccourci comme celui que j'ai tenté d'esquisser ici. Il faudrait successivement étudier le mécanisme des émotions, leur expression par les muscles de la face et par les attitudes, les fonctions psychiques du cerveau, l'instinct, les localisations cérébrales, le langage et l'idéation, l'attention, l'intelligence et la conscience.

Une excursion, si limitée fût-elle, dans ce domaine encore mystérieux en beaucoup d'endroits, nous entraînerait loin des applications de la physiologie nerveuse aux exercices physiques et à l'hygiène sportive. Aussi, limiterons-nous notre exposé à quelques remarques d'ordre pratique que les notions précédentes rendront intelligibles.

L'exercice accroît et stabilise la vitesse motrice. — Chez l'homme jeune, on constate, en mesurant le laps de temps qui sépare une excitation nnée de la réaction qu'elle provoque, que cette valeur, variable d'un ins-

tant à l'autre, chez l'homme non exercé, se stabilise peu à peu par l'exercice. Les centres nerveux exercent sur toute l'économie un contrôle de plus en plus précis, et les réponses motrices aux excitations sensitivo-sensorielles tendent à se faire dans des délais sensiblement pareils.

Un élève escrimeur qui met, par exemple, de 20/100 à 35/100 de seconde avant de riposter à une attaque, arrivera, après cinq ou six mois de travail, à effectuer la même riposte, après un délai de 12/100 ou 14/100 de seconde. La fatigue, les veilles prolongées et, en général, toutes les causes de débilitation, auront pour résultat d'accroître les délais de réponse.

L'EXERCICE A DES EFFETS TONIQUES SUR LE SYSTÈME NERVEUX. — Pour faire contrepoids aux formidables empiétements du système nerveux, si fréquents chez les adolescents soumis à une culture cérébrale intensive, rien ne vaut l'exercice musculaire, mais à une condition, c'est que l'exercice soit attrayant.

Sous prétexte que l'éducation physique a une portée nationale et qu'elle doit aboutir au relèvement de la race, on ne l'envisage guère que par son côté sérieux. Trop de personnages qui la prônent, prennent un visage austère. Il faut y mettre de l'agrément, car le plaisir est le seul assaisonnement capable d'en donner l'appétit.

Rendre la gymnastique obligatoire comme le latin, l'arithmétique ou l'histoire, n'est pas la bonne formule.

Un exercice n'est vraiment hygiénique que lorsque l'enfant ou l'homme y prend de la joie. Il n'est pas de meilleur tonique que le plaisir. Sous son choc, les centres nerveux réagissent vivement. Par des impulsions énergiques, ils accélèrent les échanges ; la peau se colore, le cœur bat plus vite, la respiration est plus profonde ; un sentiment de bien-être accompagne tout contentement.

Le plaisir agit en jouant le rôle d'un excitant qui provoque le dégagement d'une énergie latente emprisonnée dans les centres nerveux et dont l'organisme n'a point, d'ordinaire, la libre disposition.

Un condensateur électrique, isolé de tout contact, ne manifeste point la force qu'il renferme, mais il la libère à l'approche d'un conducteur métallique. De même, nos centres nerveux tiennent en réserve une certaine dose d'énergie inoccupée. Qu'un excitant physique comme le froid, ou moral comme la joie agisse sur eux, il libère une énergie latente, sous forme d'un influx supplémentaire que les cellules nerveuses tiennent en réserve. Il faut toujours, dans l'exercice physique, procurer aux sujets qui s'exercent cette joie un peu animale qui fait jaillir à profusion des centres, l'excès d'énergie nerveuse qui, sans cela, y demeurerait sous tension, causant en partie cette impressionnabilité maladive, trop fréquente chez les adolescents.

RÔLE DU SYSTÈME NERVEUX DANS CERTAINS EXERCICES. — Nous savons désormais que tout mouvement *volontaire* nécessite un double travail : celui du muscle qui se contracte et celui du cerveau qui ordonne la contraction. A

chaque effort musculaire correspond un effort cérébral, un effort de volonté.

L'énergie avec laquelle un muscle se contracte n'est pas toujours proportionnée à l'intensité de la volition. C'est ainsi qu'un muscle fatigué répond moins parfaitement qu'un muscle reposé aux ordres émanant du cerveau. Le muscle fatigué est, en effet, devenu *moins excitable* ; il lui faut, pour se contracter, être fortement ébranlé par l'excitant nerveux moteur.

Mosso a longuement étudié la fatigue dans les diverses conditions de sa production. A l'aide de l'*ergographe* (appareil enregistreur du travail), il établit une courbe de fatigue. Les épreuves se font sur un doigt dont les mouvements de flexion s'emploient à soulever chaque fois un poids donné. La fatigue apparaît à la suite d'efforts répétés. Où siège-t-elle ? Dans le muscle lui-même ou dans le système nerveux ?

Tous les faits d'analyse démontrent que la fatigue résulte, en fin de compte, d'*une destruction* de matériaux vivants et qu'elle a lieu surtout dans le muscle, véritable dépensier de l'énergie physique accumulée dans l'organisme. Cependant, la fatigue est en même temps une *sensation* pénible et, à ce titre, elle entre dans la catégorie des phénomènes nerveux.

Une autre preuve de la part importante que joue le système nerveux dans l'apparition de la fatigue est fournie par le fait que les individus ressentent différemment la fatigue suivant leur sensibilité propre. L'un accuse une fatigue prononcée, alors que la destruction est à ses débuts ; l'autre ne la ressent pas, alors qu'elle est déjà très avancée. Dans les deux cas, on peut dire que, chez de tels sujets, les fonctions sont mal équilibrées, car la sensation manque à son rôle, qui est non seulement d'exciter mais d'économiser le mouvement. Chez les sujets normaux, la fatigue joue son rôle modérateur en arrêtant à temps le travail musculaire.

Si on excite artificiellement un muscle, à l'aide d'un courant électrique de force ou d'intensité connue, on observe qu'après une série de contractions, le muscle faiblit. Le dynamomètre adapté à l'une des extrémités de cet organe indique que la force avec laquelle il se contracte est de moins en moins grande. A la fin de l'expérience, il faut accroître notablement l'intensité du courant pour obtenir une contraction égale à celles qui ont été enregistrées au début.

Pour mettre en jeu toute la vigueur dont un muscle est capable, il faudra donc prévoir un supplément de travail nerveux. L'athlète digne de ce nom est celui qui aura d'importantes réserves d'énergie nerveuse lui permettant de poursuivre, dans tous les cas, l'effort musculaire et d'exiger la contraction de ses muscles jusqu'à leur complet épuisement.

La part nerveuse de la fatigue est surtout grande dans les exercices qui nécessitent un travail de coordination préalable, comme l'escrime et la boxe. Une parade suivie d'une riposte suppose la préparation d'une série de contractions musculaires souvent très compliquées, qui doivent se succéder dans un ordre parfait, avec une précision irréprochable et une vitesse foudroyante. La tension du système nerveux, chez l'escrimeur qui attend l'occasion de placer une riposte, longtemps préméditée, est extrême. Le travail du tireur

est purement cérébral jusqu'à l'instant, qui ne durera qu'une fraction de seconde, pendant lequel la série des mouvements projetés aura lieu.

Que l'attention du tireur se relâche ou que l'excitation latente émanée du cerveau et accumulée dans ses muscles se suspende, il cessera aussitôt d'être prêt pour une riposte ou une parade soudaines exécutées à propos.

La dépense de force nécessitée par les exercices dans lesquels on fait assaut ne peut être évaluée qu'en additionnant l'énergie des mouvements musculaires et la dépense d'influx nerveux, celle-ci étant presque toujours supérieure à celle-là. Après un assaut d'escrime, la fatigue ressentie semble hors de proportion avec le travail musculaire effectué. D'un côté, les débutants en escrime éprouvent de l'endolorissement général des muscles ; de l'autre, les habitués des salles d'armes ressentent, après un assaut vif, une sorte d'accablement momentané et de prostration courte qui traduisent exclusivement la fatigue nerveuse.

« Pour cette raison, écrit Lagrange, l'escrime ne saurait convenir aux hommes d'étude, pas plus qu'aux enfants dont le cerveau travaille avec excès, et c'est le dernier des exercices qu'on doit conseiller aux tempéraments très excitables, à moins toutefois qu'il ne s'agisse de fournir un aliment à des cerveaux inoccupés, à des esprits inquiets dont l'activité se retourne contre eux-mêmes, faute d'être utilisée ailleurs. Dans ce cas, l'escrime peut devenir un dérivatif précieux en absorbant, comme pourrait le faire un travail de l'esprit, le surcroît de force nerveuse qui tourmentait l'esprit inactif. »

Exercices de précision. — Ce sont les centres nerveux, nous l'avons vu, qui règlent l'effort respectif de chacun de nos muscles et leur distribuent exactement la quantité d'influx nerveux nécessaire pour en obtenir une contraction qui ne soit ni trop faible ni trop énergique. Tous les exercices difficiles sont conditionnés par la coordination nerveuse ; ils exigent plus d'adresse que de force.

Chaque fois qu'un sujet aborde pour la première fois un exercice de ce genre, il tâtonne. Pendant plus ou moins longtemps, les centres nerveux accomplissent une sorte de triage des muscles ; ils ne font participer à l'acte projeté que ceux qui y aideront ; ils éliminent ceux qui peuvent y mettre un obstacle. Ce travail de sélection ne se fait pas du premier coup. De nombreux essais sont souvent nécessaires. Marcher sur les mains est un exercice familier aux acrobates, mais qui nécessite bien des tâtonnements et des essais infructueux.

L'essentiel, dans les exercices de ce genre, n'est pas de déployer une grande force, mais de « savoir s'y prendre ». L'apprentissage est terminé le jour où la volonté a fait choix des seuls groupes musculaires aptes à produire le résultat cherché.

Certains exercices demandent plus que de la coordination ; ils exigent de la *précision*. Ici, le choix des muscles ayant eu lieu, tout n'est pas fait. Il faut encore adapter l'intensité de l'effort musculaire à la distance à parcourir et donner aux membres une direction très exacte. Ils ne doivent aller ni en deçà ni au delà du but.

Ce travail de précision diffère beaucoup du travail musculaire proprement dit. Il implique des opérations d'ordre intellectuel et l'entrée en jeu des parties les plus délicates des centres nerveux et des organes des sens. Les clowns équilibristes sont les athlètes les plus précis. Leur sensibilité tactile, appréciée par les

méthodes que j'ai indiquées ailleurs, est généralement très aiguisée, et leur sens musculaire est remarquable de finesse et de précision. La force qu'ils dépensent est relativement faible, car ils réglementent parfaitement le travail de leurs muscles, ne demandant à chacun que la tâche exacte qu'il doit fournir et supprimant les contractions inutiles.

Dans tous les exercices, il y a, non seulement *l'apprentissage des mouvements* que l'on ne connaissait pas, mais aussi le *perfectionnement des mouvements devenus familiers*. Car il existe une manière économique de marcher, de courir, de soulever un poids, de grimper, de faire un rétablissement à la barre fixe. Le déplacement d'une main, une flexion articulaire imperceptible, l'inclinaison de la tête diminuent quelquefois de moitié l'effort de l'athlète. Dans la foule des variantes que comporte l'acte musculaire le plus insignifiant, le gymnaste expert adopte celle qu'il sait être la plus économique au point de vue de la dépense de force.

Exercices automatiques. — Il importe de retenir que beaucoup d'exercices paraissent aux débutants être difficiles et fatigants. Mais leur difficulté diminue à mesure qu'on les pratique, et il arrive que ceux qui impliquaient, dans les commencements, une grande dépense de force nerveuse sont accomplis facilement au bout d'un certain temps. Avec l'habitude et la répétition, la fatigue ressentie est moindre, car les centres nerveux font un effort moins grand pour coordonner des mouvements qui leur sont mieux connus.

A la longue, la surveillance exercée par les facultés conscientes paraît superflue : le travail devient *automatique*.

Cet automatisme ne se produit que dans les conditions suivantes :

1° *L'exercice est peu difficile.* — Plus l'exercice est compliqué, plus l'intervention de la volonté et la concentration de l'esprit sont nécessaires à son exécution.

2° *L'exercice est bien connu de celui qui le pratique.*

3° *Il ne comporte pas d'effort.* — Chaque fois que les muscles, en plus ou moins grand nombre, entrent en jeu avec toute l'énergie possible, ils détournent à leur profit l'influx nerveux cérébral. Un homme qui met de la vigueur dans un mouvement est absorbé par l'effort qu'il accomplit et fixe sur l'acte qu'il exécute toute son attention. Ceci nous explique, dans une certaine mesure, l'inintelligence de quelques athlètes constamment absorbés par des efforts musculaires. Chez eux, les fonctions cérébrales sont accaparées par les muscles, chaque fois qu'ils donnent toute la force possible. La pensée n'a plus la libre disposition de l'organe qui lui est dévolu. Elle ne peut se manifester dans sa plénitude habituelle.

4° *Les mouvements doivent se succéder toujours dans le même ordre.* — C'est le cas du marcheur qui garde pendant des kilomètres un pas uniforme. Le rythme joue un grand rôle pour déterminer l'automatisme d'un mouvement. La cadence d'un air de musique, celle des tambours et des clairons peuvent régulariser les mouvements d'une colonne de fantassins et susciter l'automatisme chez la plupart d'entre eux.

Dès qu'un mouvement devenu automatique cesse de l'être, il nécessite aussitôt l'intervention du cerveau pour pouvoir être correctement poursuivi.

La marche sur une grande route est facile ; les mouvements deviennent vite automatiques. Mais, qu'au lieu de demeurer sur une grande route, on prenne un chemin de traverse hérissé d'accidents, aussitôt le cerveau doit se livrer à un travail de direction indispensable. Il ne peut abandonner les muscles à eux-mêmes sous peine de faux pas et de chutes. La marche, sous cette modalité nouvelle, a cessé d'être automatique. Dès lors, elle exige, à travail musculaire égal, une dépense bien plus importante d'influx nerveux volontaire.

Lorsque l'exécution d'un acte musculaire a été, une fois pour toutes, confiée aux puissances automatiques de l'organisme, cet acte tend à s'exécuter toujours avec la même vitesse. Il s'est, en quelque sorte, stéréotypé dans les organes moteurs et s'exécute de lui-même. La moelle épinière en retient la forme et le mode d'exécution ; il s'imprime en elle comme le son et l'articulation des mots s'impriment dans le cerveau. Dans tous les cas d'automatisme, la moelle a fini par garder le souvenir de mouvements, que le cerveau a, pendant longtemps, commandés ; elle les répète dans certaines conditions, sans que la volonté ait désormais d'autre rôle que d'ouvrir et de clore la série de ces mouvements.

Une *mesure*, un *rythme*, une *vitesse* déterminés sont des qualités inhérentes aux actes automatiques. Elles les caractérisent. L'allure générale des mouvements est le résultat d'habitudes automatiques acquises dès l'enfance et qui marquent d'un cachet indélébile les premiers actes musculaires. Tel marcheur est habitué à un pas rapide ; tel autre, au contraire, à une allure lente. On peut tenter de se corriger de certaines de ces tendances ; on retombe toujours dans le rythme qu'on s'est créé par les lois de l'automatisme. Chaque fois qu'on s'efforce de s'y soustraire, soit qu'on reste en deçà de son allure, soit qu'on aille au delà, un effort nouveau de coordination doit intervenir pour adapter à un train inaccoutumé les mouvements qui s'exécutaient sans intervention des facultés dirigeantes.

L'automatisme dans les mouvements est le grand, le seul moyen efficace de diminuer le travail du cerveau. Il est, dans l'ordre matériel, le pendant de la mémoire qui économise le travail de l'esprit. Dans la vie courante, l'enchaînement des mouvements automatiques nous dispense de coordonner attentivement certains actes musculaires dont la moelle épinière a centralisé la formule.

Les exercices automatiques laissent le cerveau au repos complet ; ils sont sans influence proche ou lointaine sur les facultés psychiques. Les centres nerveux ne prenant pas part au travail se fatiguent peu. Dans ce cas, la fatigue n'est vraiment que musculaire. Les exercices automatiques représentent donc le dérivatif par excellence pour les cerveaux intellectuellement surmenés. Rappelons-nous ce précepte pour faire choix d'un exercice dans les collèges. Il n'y faut préconiser que les exercices faciles et amusants qui produisent la *fatigue musculaire* sans faire naître la fatigue *nerveuse*.

N'imposons pas à nos jeunes gens et aux hommes intellectuellement surchauffés des exercices compliqués, nécessitant un effort d'attention ; préférons soit des mouvements simples, soit des exercices qu'ils ont déjà pratiqués et qu'ils connaissent, les jeux, tous les vieux jeux français : saute-mouton, barres, longue paume, etc. Ne surajoutons point à leurs travaux si écrasants le travail cérébral qu'exige l'apprentissage d'un exercice difficile.

Il faut que nous soyons tout pénétrés de cette notion que l'automatisme prévient la lassitude cérébrale. Elle est capitale au point de vue de l'hygiène du système nerveux, aussi bien pour l'adulte que pour l'enfant.

Exercice et chronaxie (1). — On considérait jadis que l'excitation nerveuse et musculaire n'était produite que par la variation d'intensité d'un courant électrique et que le temps du passage du courant n'y jouait aucun rôle. Depuis quelques années, d'importantes recherches en ont démontré la fausseté : C'est d'abord Hoorweg qui, employant l'excitation par décharges de condensateurs, démontre le rôle du facteur temps dans l'excitation ; c'est ensuite Weiss qui établit dans la loi qui porte son nom que l'excitation est due à une relation entre l'intensité et le temps de passage du courant et qui suggéra qu'on devrait chercher la caractéristique de l'excitabilité des nerfs et des muscles dans la mesure du rapport des deux constantes *a* et *b* de sa loi. Ce rapport *a*, *b*, d'une quantité d'électricité à une intensité est un temps. Enfin Lapicque et Mme Lapicque démontrent que c'est ce temps qui caractérise l'excitabilité ; ils l'appellent chronaxie et surtout en donnent une définition empirique qui a l'avantage de donner une caractéristique de l'excitabilité qui reste vraie en dehors de toutes les fluctuations que peut subir la loi d'excitation. En étudiant la chronaxie dans la série animale, Lapicque a pu alors donner une série de lois de physiologie générale dont les plus importantes sont : que la chronaxie caractérise l'excitabilité, que la chronaxie classe les muscles des animaux comme leur durée de contraction, mais de façon plus précise ; qu'un nerf moteur et son muscle ont la même chronaxie ; en dernier lieu, il a émis une théorie générale du fonctionnement du système nerveux d'après laquelle les neurones agiraient les uns sur les autres suivant le rapport de leurs chronaxies. A l'état normal on ne peut connaître avec certitude que la chronaxie nerveuse ; la chronaxie du système nerf-muscle est la même au point moteur du muscle que sur le trajet du nerf. Dans un même segment de membre, tous les muscles doués de la même fonction ont la même chronaxie. Dans une même fonction, la chronaxie des muscles distaux est plus grande que celle des muscles proximaux. La chronaxie permet donc une classification fonctionnelle des muscles. Un fait remarquable est l'existence d'un double point moteur et d'une double chronaxie dans les extenseurs, correspondant à la fonction d'extension d'une part, au rôle de frein de la flexion d'autre part. Les nerfs sensitifs ont la même chronaxie que les nerfs moteurs et les muscles de la même région. Les nerfs sensoriels ont une chronaxie plus grande que les nerfs sensitivo-moteurs. En somme, cette étude montre que la chronaxie permet d'apprécier la valeur fonctionnelle des nerfs et des muscles et démontre la valeur physiologique de cette exploration du système neuromusculaire. En plus, elle rend compte en partie des réflexes.

Ceux-ci sont d'autant plus parfaits que la température du muscle est optima, que l'état de la circulation est normale et surtout qu'il n'y a pas de refroidissement extérieur agissant sur la peau pour l'anesthésier.

En conséquence, quiconque, champion ou autre personne, veut user au maximum de ses possibilités neuromotrices, doit soigneusement se soustraire au froid, aux causes de perturbations vaso-motrices et circulatoires générales. La chronaxie varie avec l'état de fatigue et la réfrigération des tissus. Il convient qu'elle soit normale pour que le rendement neuromusculaire atteigne son plein rendement. En est-il autrement, la chronaxie cesse d'être la même dans les muscles synergiques chargés d'effectuer un même ordre de mouvements. Il en résulte une diminution notable de la vitesse, de la coordination et de la force.

Influence générale de l'exercice sur les centres nerveux. — Cerveau, moelle épinière et nerfs participent aux changements du corps humain quand celui-ci est transformé par l'exercice. Les modifications des cellules motrices de l'écorce cérébrale, sous l'influence du travail musculaire,

(1) G. Bourguignon. *La chronaxie chez l'homme* (Masson et Cie, édit.).

sont certaines quoique encore mal connues. Il est aujourd'hui démontré que les fonctions du cerveau qui président au mouvement volontaire se développent par l'exercice musculaire, comme certaines autres parties de cet organe, chargées d'exécuter les opérations de l'esprit, se développent par le travail intellectuel. Inversement, chez les sujets privés depuis longtemps du membre supérieur, par exemple, à la suite de la désarticulation de l'épaule, on constate une atrophie localisée aux parties du cerveau qui répondent au centre moteur du membre supérieur. Ainsi, la suppression du bras est suivie de l'atrophie de la région cérébrale d'où partent d'habitude les ordres qui parviennent à ce membre.

La fameuse loi toujours vérifiée : la fonction fait l'organe, est aussi vraie pour les éléments nerveux que pour les autres tissus de l'économie. Les modifications matérielles subies par le cerveau, sous l'influence des exercices physiques, s'étendent à la moelle épinière et aux nerfs.

La moelle épinière garde la mémoire des mouvements souvent répétés. Chez un animal privé de cerveau, des actes musculaires compliqués, tels que la marche, dans lesquels la conscience n'intervient pas d'ordinaire, s'exécutent automatiquement. La mémoire de la moelle épinière permet seule l'exécution de certains mouvements demandant une coordination rapide. L'automatisme nerveux s'acquiert par l'exercice quotidien. Que de parades, en escrime, par exemple, sont automatiques et se font avec une vitesse telle que le cerveau n'aurait pas le temps d'en coordonner à temps tous les mouvements. L'exécution répétée d'un exercice paraît donc imprimer dans les tissus nerveux des modifications persistantes.

Le nerf moteur est l'organe qui conduit aux muscles les ordres de la volonté. Les excitations qu'il reçoit s'amplifient en suivant les fibres à la manière d'une avalanche, ainsi que l'a établi le physiologiste Pflüger. Le nerf est un appareil de renforcement en même temps qu'un organe conducteur. La vitesse de l'influx nerveux est constante pour un nerf donné ; le professeur Lapicque l'a démontré ; mais son pouvoir amplifiant s'accroît par l'exercice, de sorte qu'une commande modérée, fréquemment répétée, fait, à la longue, contracter le muscle correspondant avec une énergie plus grande. Le dynamomètre en témoigne chaque fois qu'un homme, à l'entraînement, est l'objet d'un examen physiologique attentif.

Un exercice physique modéré favorise le travail du cerveau par la congestion active qu'il provoque à son niveau comme dans les autres organes. Les péripatéticiens discutaient en marchant et semblaient trouver plus facilement leurs arguments quand le corps était échauffé par la promenade. Un exercice violent peut porter à un très haut degré l'excitation du cerveau qui se traduit, dans ce cas, par des actes analogues à ceux de l'ivresse et même de la folie. C'est ainsi que les danses prolongées des sauvages et les contorsions des derviches tourneurs amènent, sans le secours d'aucun excitant extérieur, une surexcitation violente. Chez tout le monde, l'exercice produit, au début, une excitation légère, une sorte d'entrain et d'euphorie qui traduisent la suractivité fonctionnelle de toute l'économie.

Certains exercices, tels que le jeu de l'épée, la boxe, qui exigent un travail énorme de coordination latente, entraînent une grande dépense nerveuse. Les bons tireurs cherchent, avant tout, l'à-propos du coup ; ils ne font pas de mouvements violents ; leur jeu est sobre ; ils observent plus qu'ils n'agissent. Et pourtant, la fatigue qu'ils ressentent par suite de leur immobilité attentive est énorme ; elle semble hors de proportion avec le travail effectué. C'est qu'en escrime, la dépense est surtout nerveuse, car cet exercice consiste moins dans l'exécution des actes musculaires que dans leur préparation.

En résumé, la pratique des exercices, d'une manière générale, perfectionne la faculté de coordination que possèdent les centres nerveux. Il en résulte une économie dans la dépense de force et une meilleure réglementation du travail des muscles auxquels il n'est demandé que la part exacte qui doit revenir à chacun d'eux dans l'exercice. Les contractions inutiles sont supprimées.

Ceci s'applique au mouvement musculaire. Dans l'ordre des phénomènes psychiques, la volonté, faculté qui ordonne aux muscles d'agir et leur fournit l'excitation indispensable à leur entrée en jeu, se développe aussi et se perfectionne par l'exercice. Un homme qui, chaque jour, sans tenir compte de la fatigue, soutient des efforts musculaires énergiques, acquiert une aptitude plus grande à vouloir et ses dispositions morales s'en ressentent généralement en bien.

CHAPITRE IV

ALIMENTATION. — RATIONS ALIMENTAIRES, A L'ÉTAT DE REPOS ET PENDANT LE TRAVAIL MUSCULAIRE

Influence générale des aliments. — La question de l'alimentation de l'homme de sports et de l'athlète est très importante. L'influence des aliments sur l'économie humaine se fait sentir tous les jours par des impressions qui se renouvellent lors de chaque repas et se prolongent pendant le temps de la digestion. Le mode d'alimentation détermine, dans une certaine mesure, les dispositions physiques et psychiques de tous les sujets, souvent à leur insu, et joue un rôle considérable.

Les aliments nous fournissent de la chaleur et de l'énergie mécanique. Par eux, nous récupérons journellement ce que nous perdons en travaillant. La vie n'est qu'un balancement perpétuel entre deux mouvements opposés, l'un de destruction et l'autre de réparation. Chez l'adulte bien portant, les deux mouvements s'équilibrent.

La possibilité de faire prévaloir, par une alimentation spéciale, telles ou telles aptitudes, de modifier le tempérament d'un athlète, d'accroître sa vigueur, de soutenir les forces d'un homme qui s'entraîne, justifie la pratique des régimes alimentaires. Il est donc nécessaire d'avoir des points de repère et de fixer la ration idéale par des chiffres absolus, mais je le dis en commençant, on verra dans la suite pour quelles raisons il convient de considérer ces données comme de simples indications.

Bilan des dépenses organiques. — A. Gautier a établi un bilan type des dépenses organiques chez un homme produisant un travail modéré. Malgré l'aridité des chiffres, je le consignerai dans les termes de l'auteur, car ce bilan pourra utilement servir de base dans l'établissement d'un régime alimentaire. « Un homme adulte, dit-il, en plein fonctionnement normal, détruit chaque jour, calculés à l'état frais, environ 500 grammes de sa chair ou des autres composés albumineux qui forment son sang et ses tissus. Il brûle une partie de ses graisses et fournit, par leur combustion et par celle de ses sucres et autres matières que mettent à sa disposition des aliments ou que lui fournissent ses organes, une quantité d'énergie qui, évaluée en chaleur, s'élève chez l'adulte à 2.300 calories environ, par vingt-quatre heures. Il perd, en outre, tous les jours 2.300 grammes d'eau (1.300 à 1.350 grammes par les urines, 600 à 800 grammes par la peau, 450 grammes par les poumons).

Il exhale une quantité d'acide carbonique (470 litres) contenant 610 à 690 gr. d'oxygène et 230 à 260 grammes de carbone. Il rejette à peu près 250 à 270 grammes de ce dernier élément par l'ensemble de ses excrétions (ce qui fait un total de 480 à 530 grammes de carbone). Il perd 22 à 23 grammes de sels minéraux divers formés par plus de moitié de sel marin. L'alimentation journalière doit fournir à toutes ces dépenses. »

Tel est, dans ses grandes lignes, le bilan de l'usure organique en vingt-quatre heures.

L'idéal, pour nourrir un individu sain, serait de lui donner une quantité d'aliments telle qu'il y eût substitution exacte de matériaux nouveaux à ceux que la vie a détruits. On y parvient en déterminant préalablement, pour un sujet donné, placé dans des conditions définies, la mesure de ses besoins. Ces besoins ont été évalués, par les physiologistes, en calories.

Paul Le Gendre et Alfred Martinet ont déterminé, comme suit, la dépense journalière, en calories, d'un homme de corpulence moyenne, pesant 60 kilogrammes :

	Calories par kilogramme.
Repos au lit : 1.800 calories, soit.....	30
Repos relatif : 2.000 calories, soit....	35
Travail modéré : 3.000 calories, soit..	50
Travail fatigant : 4.000 calories, soit...	66
Travail intense : 6.000 calories, soit...	100

Ces évaluations sont théoriques. La connaissance de la valeur calorifique d'un aliment ne nous renseigne qu'approximativement sur sa véritable valeur nutritive. Il a un *coefficient de digestibilité* qui lui est propre et dont les évaluations précédentes ne tiennent pas compte. Selon l'expression heureuse de Dastre, *on ne vit pas de ce qu'on ingère, mais de ce qu'on digère.*

Un autre mode de détermination de la ration alimentaire de l'homme consiste à évaluer, en poids, les quantités de chaque espèce d'aliments susceptibles d'entrer dans cette ration. Voici un tableau emprunté aux deux auteurs précédents, conçu d'après ces données :

	Protéiques	Graisse	Hydrates de carbone	Calories	
	gr.	gr.	gr.		gr.
Repos absolu . .	60	40	300	Correspondant à :	1.800
Repos relatif . .	75	45	320		2.000
Travail modéré .	90	56	490		3.000
Travail fatigant .	120	80	700		4.000
Travail intense .	180	120	1.050		6.000

Ce tableau ne comprend pas les substances minérales qui sont cependant indispensables à l'économie humaine, car elles entrent dans la composition de tous les

organes. Nous avons vu, d'après A. Gautier, qu'un adulte perdait chaque jour 22 à 23 grammes de ces substances, dont la moitié est constituée par du sel marin ; le reste est formé de phosphate de chaux, de sels de potassium, de calcium, d'arsenic, de magnésium, de silicium et de soufre.

CLASSIFICATION, COMPOSITION ET VALEUR CALORIFIQUE DES ALIMENTS. — Nos aliments ont une composition très complexe. Au point de vue chimique, on les groupe en trois catégories :

1° Ceux qui, comme les sucres et l'amidon, sont constitués, en dernière analyse, par trois corps simples : du carbone associé à de l'oxygène et à de l'hydrogène dans la proportion de l'eau ; ce sont des aliments *ternaires* ;

2° Ceux qui sont formés des trois corps précédents, mais avec prédominance de l'hydrogène ; ce sont également des aliments *ternaires* ; les graisses appartiennent à cette catégorie ;

3° Ceux qui renferment de l'azote en plus du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène ; ce sont les aliments *quaternaires* ; ils comprennent notamment l'albumine. On les appelle couramment les *protéiques*, les *azotés*, les *albuminoïdes*.

On a déterminé la valeur calorifique des divers aliments en brûlant un poids connu de chacun d'eux, avec de l'oxygène dans un appareil spécial, la bombe calorimétrique de Berthelot ou de Féry. Dans l'enceinte de cette bombe, la substance est brûlée au contact de l'oxygène comprimé à 25 atmosphères ; la chaleur développée se mesure grâce à des procédés corrects et éprouvés pour lesquels il conviendra de se référer aux traités spéciaux. En vérité, la connaissance du pouvoir calorifique des aliments ne saurait nous donner qu'une idée approchante du dégagement de chaleur qu'ils produisent au sein des moteurs animés. Nous savons, en effet, que, dans l'organisme, les choses ne se passent pas comme dans la bombe calorimétrique où la combustion des matières qu'on y brûle est totale : une partie seulement des matières ingérées par nous est utilisée. De sorte que le pouvoir calorifique des aliments ingérés est inférieur à leur chaleur de combustion réelle. Il faut tenir compte de ce fait et majorer le nombre théorique des calories qui doivent entrer dans une ration déterminée pour être certain que cette ration est suffisante. N'oublions pas, en effet, que notre système digestif n'est pas une simple bombe calorimétrique, et que le rapport entre la quantité d'aliments digérée et la quantité ingérée varie selon de nombreuses contingences : perfection de la préparation culinaire, état de l'estomac du sujet, mastication, heure de la journée, début ou fin du repas, etc.

Rübner entreprit, dès 1885, la détermination du pouvoir calorifique des divers aliments. En 1896, le Département de l'Agriculture de Washington chargea Atwater de recherches physiologiques sur l'alimentation dans ses rapports avec le travail de l'homme. Ces travaux ont été publiés dans les *Proceedings of the american agricultural Colleges and Experiment Stations*. Après la mort d'Atwater (1908), Bénédict prit la direction scientifique de ces

recherches. Les déterminations de pouvoir calorifique que nous reproduisons ici ont été tirées des bulletins américains.

HYDRATES DE CARBONE. — Ils comprennent les sucres, la cellulose, l'amidon, la dextrine, les gommes et les mucilages. Ils représentent la partie essentielle des féculents, des farineux, des aliments sucrés (céréales, pommes de terre, miel, sucre, etc.). *Leur coefficient de digestibilité*, c'est-à-dire le rapport qui existe entre la quantité utilisée réellement par l'organisme, à la suite de la digestion, et la quantité ingérée, est voisin de l'unité. Il oscille entre 0,90 et 1. Le travail cellulaire aboutit donc à leur assimilation presque complète. Leur pouvoir calorifique est de 4 calories 10 par gramme d'aliment, ce qui signifie que 1 gramme d'hydrate de carbone, en brûlant, dégage 4 calories 10 en moyenne.

GRAISSES. — Tous les corps gras tirés du règne animal et du règne végétal sont compris sous cette rubrique. Leur *coefficient de digestibilité* est un peu moindre que celui des hydrates de carbone ; il varie entre 0,90 et 0,97. Par contre, *leur pouvoir calorifique* est beaucoup plus élevé : il atteint 9 calories 10. Pour résister au refroidissement, l'homme recherche d'instinct les aliments gras. L'huile de poisson est copieusement consommée par les Esquimaux et les Groenlandais. Par contre, dans les régions tropicales, les graisses, ces grandes productrices de chaleur, n'entrent que pour une part minime dans la ration journalière.

PROTÉIQUES. — Ce sont les substances azotées ou quaternaires. Elles proviennent soit du règne animal (lait, viande, blanc d'œuf, caséine), soit du règne végétal (haricots, pois, lentilles, légumineuses, etc.). Leur *coefficient de digestibilité* est très variable suivant l'aliment considéré. Il oscille entre 0,64 et 0,98. Les protéiques d'origine végétale laissent plus de résidus que ceux qui nous sont fournis par le règne animal. Leur *pouvoir calorifique moyen* est de 4 calories 10.

LE MOTEUR HUMAIN. — L'organisme vivant peut être comparé à un moteur thermique dans lequel l'énergie dépensée est de nature calorifique. Cette énergie naît pendant la combustion d'une substance carbonée. Dans les moteurs industriels, c'est la houille, le pétrole, le benzol ou l'alcool. Cette combustion produit de la chaleur, elle est exothermique. C'est ainsi que 1 gramme de houille, en brûlant à l'air libre, fournit 7 calories 50.

Mais, pour qu'il se produise une combustion, il faut qu'il y ait conflit entre le combustible et un gaz comburant, l'oxygène. Dans les moteurs industriels, l'action de l'oxygène ou oxydation se fait vivement avec dégagement de flamme, et les températures produites sont très élevées.

Dans un organisme vivant, l'aliment joue le rôle de combustible. Il brûle à l'intérieur de nos cellules, au contact desquelles l'a apporté le sang, comme le charbon brûle sur la grille du foyer. Mais auparavant, il doit avoir subi de profondes transformations dans le tube digestif. De même que toutes les autres combustions, les combustions intraorganiques sont des oxydations. Mais ces dernières ont certaines caractéristiques :

1° Elles sont lentes ;

2° Elles s'effectuent à basse température (37°) ;

3° Elles n'utilisent comme combustible que la partie de l'aliment que les cellules peuvent assimiler ;

4° Elles s'accompagnent de la *mise en réserve* de ceux des aliments assimilés qui ne sont pas immédiatement employés à la combustion.

Grâce à cette épargne du combustible non utilisé, le fonctionnement du moteur vivant a lieu sans à-coups et sans arrêts. C'est ce qui faisait dire à Chauveau : « Ce n'est pas ce que l'on mange *actuellement* qui fournit l'énergie employée aux travaux physiologiques de l'organisme, mais bien le potentiel fabriqué avec ce que l'on a mangé *antérieurement.* »

L'oxygène est véhiculé par le sang qui va le capter au niveau des poumons. Il se rencontre, dans l'intimité des tissus, avec les aliments élaborés. Le foyer où se passent les combustions intraorganiques est la cellule vivante elle-même. C'est là que l'hémoglobine du sang abandonne son oxygène à l'état naissant. Ce dernier réagit sur la molécule alimentaire au sein de la cellule vivante et la brûle sur place.

Rations alimentaires. Leur détermination. — On désigne sous ce nom les quantités d'aliments variés nécessaires à l'entretien de la vie. Une ration bien comprise est celle qui, se pliant aux nécessités du travail accompli, ou à accomplir, assure à un sujet donné, dans toutes les circonstances, le remplacement de ses pertes. La *constance du poids* du sujet est le signe auquel on reconnaît que le taux de sa ration est convenablement déterminé.

L'organisme tend toujours à s'adapter à la ration qui lui est offerte. Si le régime alimentaire est trop riche, le poids du corps ne varie pas tout d'abord ; il ne se fait pas de réserves : il semble que l'excès d'aliments soit rejeté, sans être utilisé par l'organisme. Cet état de choses dure pendant quelque temps. Puis, brusquement, le poids augmente ; il s'élève jusqu'à un certain chiffre constant, autour duquel oscilleront désormais ses variations quotidiennes.

Les sujets sains peuvent supporter longtemps une ration surabondante sans changer de poids, mais les pléthoriques, prédisposés à l'obésité, ne peuvent tolérer ce régime trop riche sans en bénéficier aussitôt. Leur poids augmente.

Inversement, quand on donne à un homme sain une ration insuffisante, la diminution de son poids ne survient pas immédiatement. Elle ne se produit souvent qu'après un temps assez prolongé. Ensuite, l'organisme semble s'adapter peu à peu à ce régime réduit et se met de nouveau en équilibre ; son poids cesse de décroître, au moins momentanément. Selon qu'on enrichit ou qu'on appauvrit un régime alimentaire, on voit, dans tous les cas, se produire les variations précédentes.

Cette *pluralité des équilibres alimentaires* demeure inexpliquée. Chacun de nous établit à sa manière les actes de sa nutrition. Il n'est pas encore possible d'énoncer les lois qui président à ces variations physiologiques. Deux personnes n'ont ni la même assimilation ni la même désassimilation. Leur chimisme intérieur leur est propre. Avec la même nourriture, deux hommes

de même poids se comportent différemment. L'un maigrit et l'autre engraisse ou ne change pas de poids. Il est des maigres qui sont de gros mangeurs et des obèses qui consomment très peu.

Quoi qu'il en soit, la ration doit fournir aux dépenses du moteur humain. Elle doit potentiellement contenir la quantité d'énergie que nécessite un travail donné dont l'évaluation mécanique n'est pas toujours possible dans les conditions ordinaires de la vie.

Les rations sont évaluées en calories. Nous savons qu'en ramenant la valeur calorifique des différents principes alimentaires à 1 gramme, on a établi que :

	Calories.
1 gramme de protéiques dégageait en brûlant...	4,10
1 — de graisses — — ..	9,10
1 — d'hydrates de carbone — ..	4,10

On admet que, pour vingt-quatre heures, les besoins d'un organisme *sédentaire* par kilogramme de son poids sont les suivants, exprimés en poids :

	Grammes
Quantité de protéiques nécessaires par kilogramme	1
Quantité d'hydrates de carbone —	4,8
Quantité de graisses —	0,9

Supposons un homme dont le poids soit de 60 kilogrammes, sa ration de sédentarité sera, pour vingt-quatre heures :

	Grammes
Protéiques : 1 × 60.....	60
Hydrates de carbone : 4,8 × 60	288
Graisses : 0,9 × 60.....	54

ce qui donnera en calories :

	Calories.
Protéiques : 60 × 4,10.....	246
Hydrates de carbone : 288 × 4,10.....	1.180
Graisses : 54 × 9,10	491
	1.917

Ce sont là des indications moyennes qui n'ont qu'une valeur démonstrative. Pratiquement, on détermine une ration de deux manières différentes :

1° En établissant, par tâtonnements, la quantité et la qualité des aliments qui assurent la constance du poids chez le sujet considéré. Cette méthode revient, en somme, à déterminer empiriquement la quantité et la qualité du *combustible* nécessaire au moteur humain ;

2° En déterminant le volume du *comburant*, c'est-à-dire de l'oxygène employé par l'organisme pour brûler les aliments. On y parvient de la manière suivante : on fait passer les gaz qui sortent des poumons à chaque expiration à travers un

spiromètre (compteur) ; on connaît de la sorte le volume d'air traversant la poitrine dans un temps donné, une heure par exemple. L'analyse de cet air indique sa teneur en oxygène qui est moindre que celle de l'air normal, puisqu'une certaine quantité de l'oxygène de l'air inspiré a été fixée par des globules du sang. Comme l'air du dehors contient normalement 21 % d'oxygène en volume, la différence indiquera l'appauvrissement de l'air en oxygène pendant sa traversée des poumons. Le volume total de l'oxygène consommé sera déduit après lecture du spiromètre.

Si l'on emploie la première méthode, il sera aisé de se reporter à une table donnant la composition chimique des aliments et leur pouvoir calorifique pour calculer la valeur énergétique d'un régime. Ainsi, une ration comprenant 100 grammes de beurre, 100 grammes de lait et 100 grammes de pain donnera 1.112 calories 78.

	LAIT	PAIN	BEURRE
	gr.	gr.	gr.
Hydrates de carbone	4,83	58,04	0,00
Graisses	4,12	0,40	83,58
Protéiques.	3,23	7,25	2,52
	74,24	271,33	770,91
	1.116 cal. 48		

Si l'on emploie la méthode indirecte de la recherche de l'oxygène, la quantité d'énergie ou de calories utilisées est proportionnelle au volume de l'oxygène absorbé. Ce volume varie suivant la nature des aliments ingérés : graisses, hydrates de carbone ou protéiques. L'expérience a démontré que la consommation de 1 litre d'oxygène correspond à 4 calories 90 dans le cas d'un sujet soumis à une alimentation mixte qui comprend à la fois les trois catégories d'aliments. Pour déterminer la quantité de calories à laquelle doit satisfaire l'alimentation d'un sujet donné, on multipliera par 4,90 le nombre de litres d'oxygène qu'il aura consommés en vingt-quatre heures.

De même 1 litre de CO^2 correspond à 5 calories 4. On multiplie par 5,4 le nombre de litres de CO^2 exhalés en 24 heures pour connaître le nombre de calories produites.

En vue de permettre le calcul de la valeur énergétique d'une ration, voici un tableau tiré de l'ouvrage de Balland (1) qui donne la composition chimique des aliments et leur pouvoir calorifique.

MESURE NORMALE DE LA NUTRITION HUMAINE. — MÉTABOLISME BASAL. — Les physiologistes ont exprimé en calories par unité de temps les besoins alimentaires de l'organisme vivant.

Le métabolisme (2) nutritif a été déterminé théoriquement *en plaçant le sujet dans un calorimètre et en mesurant directement le nombre des calories qu'il libère.*

(1) *Les Aliments*, 1907.
(2) Le mot métabolisme signifie mutation de la matière pendant les échanges nutritifs.

D'autre part, on a également calculé la chaleur produite *d'après les échanges gazeux enregistrés dans la chambre respiratoire.* En effet, l'évaluation de la quantité d'oxygène consommé et de l'acide carbonique excrété par les poumons est un bon indice de la chaleur produite.

L'expérience a démontré que, pour l'homme, il est plus simple et plus courant de calculer indirectement la production de chaleur par les échanges gazeux que de la mesurer directement par le calorimètre.

Tableau de la composition chimique et de la valeur calorifique des aliments usuels (d'après BALLAND).

100 GRAMMES D'ALIMENTS	*Hydrates de carbone*	*Graisses*	*Protéiques*	*Pouvoir calorifique*
	gr.	gr.	gr.	calories
Abricots frais	8,10	0,12	0,48	36,06
Amandes sèches	18,00	54,20	18,10	641,23
Artichauts de Paris (fond)	13,07	0,21	3,68	70
Asperges	4,72	0,41	3,38	36,94
Bananes de Paris	21,90	0,09	1,44	96,51
Beurre d'Isigny	0,00	83,58	2,52	770,91
Bœuf. Cœur	2,20	4,84	15,25	115,59
Bœuf. Rognons	2,54	1,82	16,30	93,81
Bœuf. Graisse	0,00	90,94	0,76	830,67
Cacao du Congo	30,25	42,40	11,35	556,40
Cacao de New-York	37,70	28,90	21,60	506,12
Carottes	9,50	0,19	1,19	45,56
Carpes	0,52	3,56	15,34	97,42
Cerises. douces	14,12	0,09	1,02	62,89
Cerises. acides	11,97	0,40	1,26	57,88
Champignons de couche	3,68	0,32	4,50	36,45
Châtaigne	33,16	0,89	2,48	154,18
Cheval (filet de)	1,44	2,95	21,95	122,74
Chicorée (scarole)	4,02	0,10	1,04	21,65
Chocolat. ordinaire	62,65	25,50	8,35	523,19
Chocolat. Menier	68,90	21,00	8,75	514,83
Chou-fleur	4,89	0,38	3,51	37,90
Chou de Bruxelles	9,62	0,58	3,80	60,30
Crème de Saint-Julien	1,60	26,52	2,58	258,47
Dattes	67,10	0,06	1,96	283,69
Epinards	5,58	0,33	4,06	42,53
Fèves décortiquées et sèches	54,41	1,35	27,32	347,38
Figues sèches	53,67	2,40	2,26	248,42
Foie de veau	1,83	7,13	19,12	150,78
Fraises des bois	8,85	0,99	1,36	50,87
Fromages. brie	4,85	22,45	19,94	305,93
Fromages. camembert	5,95	21,65	18,72	298,16
Fromages. gruyère	1,79	26,95	36,06	400,43
Fromages. roquefort	3,00	38,30	25,16	464,00
Harengs. frais	0,46	4,80	17,23	116,21
Harengs. fumés	0,71	14,97	51,62	350,84
Haricots. verts	4,17	0,28	1,99	27,86
Haricots. secs (soissons)	53,68	1,44	20,18	315,93
Huîtres	7,33	1,43	8,70	78,74
Jambon	0,73	33,83	18,60	387,10

100 GRAMMES D'ALIMENTS	*Hydrates de carbone*	*Graisses*	*Protéiques*	*Pouvoir calorifique*
	gr.	gr.	gr.	calories
Lait de vache	4,83	4,12	3,23	70,54
Laitue (romaine)	1,74	0,15	0,92	12,27
Lapin. cuisse	0,47	3,14	23,49	126,81
Lapin. filet	1,90	1,97	18,66	102,22
Lentilles sèches	56,07	1,45	23,04	337,55
Lièvre (cuisse)	2,55	3,34	29,88	163,36
Maquereau	0,28	15,04	15,67	202,26
Marrons	32,17	1,08	3,15	154,64
Melon (cantaloup)	3,72	0,11	0,60	18,71
Merlan	1,25	0,46	16,15	75,53
Mouton (gigot)	2,36	6,53	17,86	142,32
Navet	5,57	0,06	0,47	25,31
Noisettes sèches	13,22	61,16	15,58	674,64
Noix	17,57	41,98	11,05	499,35
Nouilles	75,21	0,60	11,58	361,30
Œuf de poule	1,43	11,04	11,59	153,85
Oie grasse	0,58	18,85	14,24	232,30
Oseille	3,57	0,40	2,74	29,51
Pain en flûte	61,59	0,24	5,99	279,26
Pain de ferme	58,04	0,40	7,25	271,33
Pain de munitions	53,58	0,10	8,05	254,14
Pain viennois	57,29	0,11	7,03	264,71
Pêches	10,36	0,48	0,86	50,37
Poires	9,93	0,04	0,24	42,06
Pois frais	14,02	0,24	4,47	78,00
Pois secs	57,76	1,40	20,56	335,85
Pommes (fruits)	14,41	0,06	1,44	65,53
Pommes de terre	17,58	0,04	1,71	79,45
Poulet (cuisse)	1,58	3,10	20,30	147,92
Porc (cuisse)	1,16	10,95	17,19	174,58
Pruneaux (pulpe)	71,44	0,40	2,37	306,26
Raie	0,17	0,45	22,08	95,32
Raisins frais	17,69	0,38	0,49	78,00
Raisins secs	76,70	0,56	0,45	313,31
Riz blanc	75,22	0,30	8,89	347,58
Rouget	2,29	0,98	22,85	112,00
Sardines fraîches	0,57	2,33	22,12	114,23
Saumon	0,08	20,00	17,65	254,69
Sole	1,11	0,81	17,26	82,69
Tomate rouge	2,92	0,10	0,89	16,53
Tripes de Caen	4,73	16,79	19,06	250,53
Veau carré	0,92	0,28	20,40	108,16
Veau cervelle échaudée	0,12	16,33	13,26	203,46
Veau épaule	1,22	4,08	22,27	133,43

La construction des appareils à l'aide desquels la chaleur produite dans l'organisme vivant peut être mesurée directement dans le calorimètre, ou de ceux qui visent la détermination précise des échanges gazeux dans la chambre respiratoire, a atteint une telle perfection qu'il est possible de calculer la transformation d'énergie qui accompagne l'activité musculaire la plus légère.

La chaleur n'augmente pas seulement par le travail ; son accroissement dépend aussi de la nature des aliments consommés. Par exemple, le métabolisme d'un sujet peut augmenter de 25 % après un repas composé principalement d'hydrates de carbone et de 45 % après un repas très riche en protéiques.

Le *Nutrition Laboratory* de Washington a poursuivi l'évaluation du *métabolisme fondamental* ou de *base*. C'est la quantité de chaleur produite par un organisme au repos musculaire complet et sans alimentation, c'est-à-dire douze heures après un repas. Les observations poursuivies pendant plusieurs années sur les sujets les plus divers ont donné les résultats suivants :

Métabolisme fondamental par vingt-quatre heures :

	Calories.
Moyenne de 136 hommes.....	1.631,74
— 103 femmes	1.349,19
— 51 garçons	1.144,55
— 43 filles	1.140,37

On voit que les besoins énergétiques *fondamentaux* de l'homme américain au repos sont inférieurs d'un peu plus de moitié au nombre de calories (3.300) reconnues nécessaires par la Commission scientifique interalliée du ravitaillement pour la ration d'un homme *accomplissant un travail moyen* pendant huit heures par jour.

On a, d'autre part, recherché l'*influence des dimensions des corps sur les variations de la production de chaleur*. Cette influence a été considérée comme si importante que certains physiologistes ont affirmé que la production de chaleur par mètre carré corporel était constante. En réalité, la production journalière de chaleur par mètre carré est une variable comme la production totale de chaleur, mais il n'est pas moins vrai que le métabolisme soit étroitement lié aux dimensions du corps et que la *production journalière des individus tend à s'accroître d'une manière sensible avec le poids*.

Le poids du corps apparaît comme un facteur plus important pour la détermination et la production de la chaleur fondamentale et journalière que toute autre dimension linéaire, comme la taille. Quant aux rapports de la surface du corps avec le métabolisme, ils sont approximativement de même ordre que ceux du poids du corps avec ce même métabolisme.

Plus l'individu est lourd et grand, plus ses besoins alimentaires sont importants. Les expérimentateurs du *Nutrition Laboratory* en sont arrivés à l'obtention des formules suivantes :

La production de chaleur est égale :

Adolescents.	Homme	: Taille × 16,589 + 237,636
	Femme	: Taille × 6,931 + 226,584
Adultes.	Homme	: Poids × 15,824 + 617,493
	Femme	: Poids × 8,226 + 884,527

Abordant la question des *variations du métabolisme avec l'âge*, J.-A. Harris et F.-G. Bénédict ont constaté que les variations des besoins alimentaires diminuent suivant l'âge, selon les équations linéaires suivantes :

Pour les hommes (moyenne de 136 sujets) :

$$C = 1.823,80 - 7,15\ A$$
$$CK = 28,703 - 0,112\ A$$
$$CS = 1.022,17 - 3,60\ A$$

Pour les femmes (moyenne de 103 sujets) :

$$C = 1.420,47 - 2,29\ A$$
$$CK = 28,308 - 0,124\ A$$
$$CS = 924,25 - 2,26\ A$$

Dans ces équations :

C = Production totale de chaleur en calories par 24 heures.
CK = Calories par kilogramme du poids du corps.
CS = Calories par mètre carré de surface du corps.
A = Age.

Ces formules montrent que la production de chaleur quotidienne décroît environ par année d'âge, de 7,15 calories pour les hommes et de 2,29 pour les femmes.

La variation du métabolisme suivant l'âge, durant la période de vie adulte, confirme pleinement les conclusions des biologistes et l'explication qu'ils donnent de la plus grande durée de la vieillesse pour les vertébrés que pour les organismes inférieurs. De ces dernières années, la loi dite de la surface du corps, établissant que la production de chaleur par mètre carré de surface est constante, a acquis une importance pratique, et les auteurs ont estimé que l'approximation la plus étroite du métabolisme fondamental d'un sujet était donnée par la formule :

$$C = C^s S.$$

où C = le besoin journalier de production de chaleur ; C^s = la moyenne de chaleur produite par mètre carré de surface et S = la surface du corps du sujet considéré. Profitant des constantes qui montrent la dépendance des rapports entre la taille, le poids, l'âge et le métabolisme, les expérimentateurs du *Nutrition Laboratory* ont déduit les nouvelles formules suivantes de la production journalière en calories :

Pour les hommes : $66,473 + 13,752\ P + 5,003\ T - 6,755\ A$
Pour les femmes : $55,096 + 9,563\ P + 4,850\ T - 4,676\ A$
P = le poids du corps en kilogrammes ;
T = la taille en centimètres ;
A = l'âge en années.

Ces formules permettent d'évaluer très approximativement la production journalière, en calories, d'un sujet inconnu.

Par exemple, voici un jeune homme de vingt et un ans, pesant 69 kg. 3 et mesurant 169 centimètres. Sa production journalière de chaleur sera :

$$66,473 + (13,752 \times 69,3) + (5,003 \times 169) - (6,755 \times 21), \text{ soit } 1.723 \text{ calories}$$

Cette formule biométrique ne comporte qu'une erreur moyenne, en plus ou en moins, de 5,30 p. 100. Elle peut être appliquée entre les limites suivantes. Pour le poids, de 25 à 124 kg. 9 ; pour la taille, de 151 à 200 centimètres ; pour

l'âge, de vingt et un à soixante-dix ans. Elle exprime une mesure normale de la nutrition humaine.

Il ressort des travaux du *Nutrition Laboratory* que le métabolisme fondamental, base de très grande valeur comme terme de comparaison, est sujet non seulement à de grandes variations d'individu à individu, mais encore à des modifications résultant des changements pouvant provenir de la durée dans le maintien des régimes alimentaires du sujet. Un homme soumis à trente et un jours de jeûne au *Nutrition Laboratory*, jeûne consistant à ne prendre par jour que 900 centimètres cubes d'eau distillée, accuse un abaissement du métabolisme de 28 %.

En période normale, l'homme demande 3,200 à 3.600 calories net. Le surplus du chiffre de base, très variable, est nécessité par les dépenses imposées par le travail.

Rôle des vitamines dans l'alimentation. — Jusqu'à ces dernières années on pensait qu'une ration alimentaire d'une valeur énergétique déterminée, composée d'eau, de sels, d'hydrates de carbone, de graisses et d'albuminoïdes combinés en proportions convenables, était suffisante pour assurer à l'homme une nutrition normale.

Des recherches relativement récentes ont montré qu'à une ration alimentaire ainsi comprise il fallait ajouter des substances agissant à doses très minimes, presque infinitésimales, auxquelles Funk a donné le nom de *vitamines*. Leur constitution chimique, leur mode d'action, leur origine sont actuellement bien déterminés ; leur présence paraît liée à l'existence des protoplasmas, tant qu'ils sont *vivants*.

Cette notion des vitamines a conduit à découvrir la cause demeurée jusqu'alors mystérieuse de certaines affections, telles que le béribéri, le scorbut, la pellagre et le rachitisme, véritables maladies de la nutrition qui relèvent de l'usage prolongé d'aliments dont la substance est privée de vitamines. Les conserves alimentaires stérilisées par la chaleur à 120° ou macérées longuement dans la saumure sont de ce nombre.

Le rôle capital de ces vitamines dans le bon fonctionnement des échanges nutritifs chez l'adulte et dans la croissance des organismes jeunes oblige à tenir compte de ce nouveau facteur dans la détermination d'un régime alimentaire.

Voici, sur la question des vitamines, une page empruntée à une étude remarquable du Dr H. Violle parue dans la *Presse médicale* du 14 janvier 1920 :

« Les observations cliniques chez l'homme, les relevés d'expérimentation chez les jeunes cobayes, chez les pigeons, montrent qu'il y a encore quelque chose qu'il est indispensable d'ajouter à ce régime d'hydrocarbones si l'on veut entretenir la vie. Ce quelque chose est précisément contenu dans la substance dont on extrait les hydrocarbones : dans la cuticule du grain de blé, du riz, du maïs, de l'orge, etc., on trouve un corps soluble dans l'eau que l'on peut précipiter par l'alcool, isoler ainsi ; mais il ne se trouve point dans la farine même, dans le grain décortiqué ; ajouté en quantité infime dans un repas de matières hydrocarbonées, il permet la croissance du jeune être, l'entretien de l'adulte. Là encore, il ne s'agit que d'un corps agissant par sa seule présence, par sa qualité, car, quantitativement, il est négligeable. Et voici

qu'un fait étrange se présente aussitôt à l'esprit : celui de la pureté des aliments hydrocarbonés. Le riz « glacé », c'est-à-dire parfaitement décortiqué et qui provient de ce « paddy », qui constitue le riz avec son écorce grossière et qu'on ne voudrait consommer tel quel en Europe, les farines les plus purifiées, les plus blanches, les mieux blutées, celles que le fournisseur recommande comme ne contenant plus trace d'enveloppe de son, c'est-à-dire d'impureté, de sels minéraux, ne renferment plus trace également de « vitamines », de ces corps indispensables à la vie. Le « béribéri » est cette maladie curieuse et si fréquente en Orient, depuis quelques années, époque à laquelle le riz fut mieux décortiqué ; artificiellement, on la provoque chez les pigeons en les nourrissant de graines décortiquées comme on la guérit par l'adjonction de substances solubles contenues dans ces enveloppes.

« Voilà, par un fait curieux, les pains complets réhabilités, si l'on ne tient compte de l'indigestibilité de la cellulose de l'enveloppe du blé.

« Voilà également toute une série de légumes jusque-là décriés, revenus sur les tables des hygiénistes : les choux-fleurs, les artichauts parce que contenant à foison des vitamines.

« Toutes les plantes, d'ailleurs, en renferment, et moins on les modifiera, plus elles les conserveront intégralement. La température de 120° les détruit, et beaucoup de conserves de légumes ne contiennent aucune substance vivante ; la simple cuisson, l'ébullition, les modifient très peu : les légumes crus, les salades, les concombres, tiennent donc à ce point de vue le premier rang dans la nutrition. Nous ne parlons pas des fruits : fraises, cerises, citrons et surtout oranges, qui en contiennent également en abondance. »

On distingue cinq catégories de vitamines, auxquelles on a donné les noms de vitamines A, vitamines B, C, D, E. Chacune de ces catégories a des propriétés particulières :

A) Vitamines de développement.

B) Vitamines d'équilibre nerveux.

C) Vitamines de régularisation sanguine.

D) Vitamines antirachitiques.

E) Vitamines réglant les fonctions de reproduction.

Les vitamines B et C sont solubles dans l'eau (hydrosolubles).

Les vitamines A, D, E, sont solubles dans les graisses (liposolubles).

Les vitamines B et C sont détruites par la chaleur, généralement à partir de 100 degrés centigrades.

Les vitamines A, D, E résistent mieux à la chaleur.

Ce qui précède nous permet de comprendre pourquoi certains laits concentrés préparés par l'action du vide maintiennent longtemps intactes leurs propriétés vitales ; des poudres de laits, en particulier, conservent intégralement leurs vitamines. Le fait est d'importance, car, chose étrange, le lait contient des vitamines en quantité strictement nécessaire au développement du nouveau-né. Les expériences faites chez le jeune rat ont montré que, si l'on venait à diminuer la ration de lait nécessaire à sa vie, et à la remplacer par une nourriture isodynamiquement équivalente, soit par hydrocarbones,

graisses ou même lait stérilisé, et dévitaminée par passage à l'autoclave, l'individu se développait mal ; son accroissement ne se faisait normalement que si la quantité de lait frais qu'il devait absorber était normale : il en résulte que la valeur quantitative et qualitative vont de pair dans la ration normale du nourrisson.

En somme, la plupart des troubles de la nutrition sont liés à l'évolution actuelle de l'art alimentaire, qui comprend si malencontreusement la stérilité des aliments et leur pureté : ces deux facteurs ont tué l'essentiel de la vie ; l'un d'eux aurait suffi à conduire à ce désastre. Nous voyons, par contre, certaines agglomérations humaines lutter inconsciemment contre ce qui pourrait leur nuire et, dans un empirisme étonnant, faire un choix judicieux des aliments qui, par leur harmonieuse synthèse, contiennent ce qui est nécessaire à la vie. Voici un fait intéressant à cet égard que j'ai pu voir au Japon : des repas composés de riz, de lait de soja et de soyou ; il semblait y avoir là comme le repas théorique, tel que nous le comprenons aujourd'hui, par nos connaissances sur les facteurs principaux et accessoires de la nutrition ; car le riz à lui seul est un des aliments les plus calorigènes que l'on connaisse ; le lait de soja, outre son pouvoir nutritif, est l'un des aliments les plus riches en vitamines et, fait unique, en vitamines des deux catégories, ce qui le rend un des premiers aliments du monde. Enfin le soyou, condiment fait avec le soja fermenté, est d'une haute teneur en principes accessoires.

Voici encore, à ce point de vue, un fait qui nous paraît plein d'intérêt. Ce condiment est obtenu avec la farine de soja ; soumises à une fermentation de champignons, les matières albuminoïdes subissent, sous cette action, des transformations profondes et une dislocation qui les conduisent au stade de l'arginine, de l'histidine, etc., principes accessoires ; parallèlement apparaissent des corps odorants, de saveur piquante et de goût agréable, qui accroissent l'appétit. Or, la plupart des condiments d'origine extrême-orientale, et qui commencent à paraître sur les tables d'Europe, surtout anglaises, renferment de tels corps, si bien que ces sauces, qui n'étaient considérées jusqu'alors que comme de vains superflus, sont précisément un des éléments les plus riches en « facteurs accessoires » indispensables à la vie, d'après la *law of minimum* d'Osborne et Mendel.

Ration alimentaire de l'homme de sports et de l'athlète. — Notre ration alimentaire est toujours mixte. Elle comprend en proportion variée les trois catégories d'aliments. Aucune de ces catégories ne pourrait servir de source exclusive d'énergie. C'est ainsi qu'un sujet qui serait totalement sevré de protéiques, par exemple, devrait emprunter à sa propre substance les 65 grammes de protéiques qui sont, chaque jour, nécessaires à un homme du poids moyen de 65 kilogrammes pour subsister (1 gramme de protéiques par kilogramme de matière vivante est nécessaire à l'état de repos).

J'ai indiqué plus haut la composition des rations dans les diverses circonstances de la vie. Je n'y reviendrai pas. Mais il convient que l'on sache que *le combustible préféré des moteurs animés* est représenté par les hydrates de car-

bone. Leur coefficient de digestibilité est, nous l'avons vu, le plus élevé. Ils se transforment en sucre interverti dans l'intestin, puis en glycose dans le sang, enfin, dans le muscle, en glycogène qui est la source directe de l'énergie mécanique de ce dernier. (Voir les chapitres de la *Respiration* et de la *Fatigue*.)

C'est dans les hydrates de carbone que l'athlète puise ses réserves de force musculaire. On sait que l'énergie d'une réaction chimique comprend deux termes : l'un, appelé *énergie libre*, est utilisable mécaniquement, pour le travail ; l'autre, *énergie liée*, se dissipe en chaleur. Or :

100 calories d'hydrates fournissent	100 calories d'énergie libre.
100 calories de graisses fournissent	87 calories d'énergie libre. 13 calories d'énergie liée.
100 calories de protéiques fournissent.....	69 calories d'énergie libre. 31 calories d'énergie liée.

La conclusion s'impose : ce n'est ni dans la viande ni dans la graisse que l'homme de sport et l'athlète chercheront l'aliment dynamogène, mais dans la longue série des substances alimentaires hydrocarbonées.

Quand on établira une ration, il conviendra de tenir compte de l'âge et du sexe. Dans ce but, on devra faire usage des coefficients d'âge suivants d'Atwater :

La consommation d'un homme adulte	1,00
Celle d'une femme.....	0,80
Garçon de 14 à 16 ans.....	0,80
Fille de 14 à 16 ans.....	0,70
Enfant de 10 à 13 ans.....	0,60
Enfant de 6 à 9 ans	0,50
Enfant de 2 à 5 ans	0,40
Au-dessous de 2 ans	0,30

Dans une famille composée du mari, de la femme et d'un enfant de quinze ans, la ration sera donc de :

$$1 + 0{,}80 + 0{,}75 = 2{,}55 \text{ fois celle de l'homme seul.}$$

Jules Amar, qui a étudié le moteur humain dans ses rapports avec le travail professionnel, estime qu'en régime libre, l'homme n'étant pas troublé dans ses habitudes de vie, la ration d'entretien de l'adulte au repos est de 1 calorie 57 par kilogramme de son poids et par heure. A. Gautier avait trouvé 1,60 ; Hirn, 1,53 ; les Américains, en particulier Chittenden et Lusk, 1,32 seulement. Ch. Richet estime la ration moyenne des Parisiens adultes à 3.262 calories en vingt-quatre heures ; elle se décomposerait de la manière suivante :

	P. 100
Protéiques	17,50
Graisses.....	11,50
Hydrates de carbone	71,00

Le nombre de calories dépensées par kilogramme et par heure augmente sensiblement avec le travail. C'est ainsi que, pour un travail journalier moyen de 70.000 kilogrammètres, Atwater et Amar estiment la dépense calorifique à 1 calorie 90 par kilogramme de poids et par heure. Le chiffre moyen de 1 calorie 57 répond à un petit travail quotidien de 10.400 kilogrammètres.

Certains exercices physiques entraînent une dépense d'énergie considérable. C'est ainsi qu'on a effectué des mesures dynamométriques assez précises sur un canot monté par cinq rameurs ; on a trouvé qu'à la vitesse de 5 mètres à la seconde le travail de chaque rameur s'élevait à 21 kilogrammètres par seconde, 1.320 kilogrammètres par minute, 79.200 kilogrammètres par heure, et 237.600 kilogrammètres en trois heures, en supposant que le travail ait été poursuivi sans arrêt pendant ce laps de temps. Pour fournir à une semblable dépense d'énergie quotidiennement répétée, la ration journalière devrait être d'environ 5.000 calories, dont 550 seraient consacrées au seul travail producteur des 237.600 kilogrammètres effectués par chaque rameur ; les 4.450 calories restantes sont utilisées au sein même de l'organisme pour l'entretien de la chaleur animale, des grandes fonctions organiques et de tous les autres actes de la vie.

Toutes ces évaluations sont *théoriques*. Mais elles ont l'avantage de donner une représentation approchée de la vérité.

En vue de synthétiser d'une manière pratique les notions précédentes, je répartirai en trois classes les diverses rations des hommes de sport et des athlètes, au point de vue de leur valeur énergétique.

	Hydrates de carbone	*Graisses*	*Protéiques*
	gr.	gr.	gr.
1° Rations de 3.500 à 4.500 calories (escrimeurs, sports de vitesse et d'adresse, phase moyenne d'une période d'entraînement).	600	95	120
2° Rations de 4.500 à 5.500 calories (période d'entraînement intense, sports nautiques).	720	120	140
3° Rations de 5.500 calories et au delà (boxeurs, lutteurs, coureurs de fond, cyclistes ; tous les cas de dépense physique prolongée). Les rations de cette classe ne concernent que les sujets de grande taille et de forte corpulence . . .	900	150	170

Régime moyen d'un athlète pendant un entrainement de deux mois. — S'il me fallait régler l'alimentation d'un coureur de fond du poids de 65 kilogrammes s'adonnant à l'entraînement, je tiendrais compte des

notions précédentes et les transcrirais de la manière suivante, afin de les rendre compréhensibles à son manager. Je ne me bornerais pas, d'ailleurs, à la question alimentaire — bien qu'elle tienne le premier rang ; — je tracerais toutes les caractéristiques d'un régime adapté au but à atteindre. Ce but se résume dans les proportions suivantes :

1° Développer toute la puissance musculaire du coureur, surtout celle de ses membres inférieurs ;

2° Augmenter jusqu'aux dernières limites possibles sa résistance à la fatigue ;

3° Alléger son poids pour qu'à chaque foulée la masse à soulever par ses membres inférieurs soit aussi réduite que possible.

Voici ce régime, que j'échelonnerais sur une durée de deux mois.

A. Pendant les trois premiers jours. — Lever à six heures. Absorption de 20 grammes de sulfate de magnésie dissous dans 200 grammes d'eau. Promenade lente de trois quarts d'heure.

Huit heures du matin : 1 litre de lait bouilli, sucré avec 30 grammes de sucre et absorbé en dix minutes.

De huit heures quinze à onze heures, marche à la vitesse de 5 kilomètres par heure.

Repos d'une heure, sur une chaise longue.

A midi, déjeuner composé de : 100 grammes de viande rôtie sur le gril ; 200 gr. de pain grillé sur lequel ont été étalés 30 grammes de beurre ; 150 grammes de légumes verts ; un quart de litre de vin rouge pur coupé d'une égale quantité d'eau ; une mandarine ou une petite orange.

De treize à quatorze heures, repos sur une chaise longue.

De quatorze à seize heures, se promener à la vitesse de 5 kilomètres par heure.

De seize à dix-sept heures, repos sur une chaise longue.

A dix-sept heures, une tasse de thé léger sucré avec 15 grammes de sucre et 40 grammes de pain grillé additionné de 10 grammes de beurre. Un œuf cru, ou à la coque peu cuit.

De dix-huit à vingt heures, marche à la vitesse de 5 kilomètres par heure.

A vingt heures trente, dîner : 100 grammes de pain grillé et 15 grammes de beurre, un œuf cru ou à la coque ; 120 grammes de légumes verts ; 60 grammes de légumes secs en purée passée ou 250 grammes de pommes de terre. Un fruit cuit. Un demi-litre de lait. Une tasse de thé sucré avec 5 grammes de sucre.

Repos sur une chaise longue jusqu'à vingt-deux heures. Coucher. Chambre silencieuse, largement aérée.

B. Quatrième et cinquième jours. — Lever à six heures : promenade lente pendant une demi-heure. Un demi-litre de lait sucré avec 15 grammes de sucre, à l'issue de cette promenade. Friction générale du corps avec un large tampon imbibé d'éther.

A neuf heures, s'habiller de plusieurs vêtements de flanelle superposés et marcher pendant deux heures rapidement (7 à 8 kilomètres par heure) pour provoquer la déperdition aqueuse. Aussitôt après, douche froide à la lance, alors que le sujet est en pleine transpiration. Changer de linge ; revêtir un habit de flanelle sec et chaud. Absorber un verre de vin chaud sucré avec 10 grammes de sucre.

Repos sur la chaise longue jusqu'à midi.

A midi, repas comme les jours précédents.

De treize heures à quatorze heures, chaise longue.

De quatorze heures à quinze heures trente, marcher à l'allure de 5 kilomètres par heure.

De quinze heures trente à seize heures, pas gymnastique lent pendant 4 kilomètres.

A seize heures : deux tasses de thé sucré avec 30 grammes de sucre et 60 grammes de pain grillé, additionné de 20 grammes de beurre. Un œuf cru ou à la coque peu cuit.

Repos sur la chaise longue jusqu'à dix-neuf heures.

A dix-neuf heures, souper composé comme les jours précédents ; repos sur la chaise longue et coucher à vingt-deux heures. Dormir dans une chambre silencieuse, largement aérée.

Après le cinquième jour, un organisme soumis au régime précédent a perdu une grande quantité d'eau et a diminué de poids. Les tissus de remplissage (graisses, tissu cellulaire) ont commencé à fondre. L'urine est moins abondante, plus foncée. Elle doit alors être examinée. Si elle contient de l'albumine, le sujet est inapte à poursuivre son entraînement.

C. Du sixième au douzième jour. — Lever à six heures. Promenade lente d'une demi-heure. Petit déjeuner : une tasse de café noir avec 15 grammes de sucre. Pain grillé : 100 grammes ; beurre : 15 grammes.

De huit à dix heures, marche à l'allure de 6 kilomètres par heure.

A dix heures, douche froide suivie de l'absorption d'un grand verre (200 cc.) de vin chaud sucré avec 20 grammes de sucre. Enveloppement dans des couvertures de laine et sudation sur la chaise longue jusqu'à midi.

A midi, déjeuner : viande maigre grillée, saignante ou bien cuite, selon le goût : 150 gr. ; un plat de pâtes, de riz ou de légumes secs : 100 grammes (avant cuisson) ; crème renversée : 100 grammes ; raisins secs : 100 grammes, ou 350 grammes de raisins frais. Pain grillé : 125 grammes. Vin : 150 grammes additionné d'une égale quantité d'eau. Une tasse de thé ou de café avec 15 grammes de sucre.

De treize à quatorze heures, chaise longue.

De quatorze à quinze heures trente, marche à l'allure de 6 km. 500 ; quinze heures trente, course lente pendant 4 kilomètres.

A seize heures, douche froide, chocolat fait avec 30 grammes de chocolat et un demi-litre de lait. Pain grillé : 50 grammes ; beurre : 30 grammes.

Jusqu'à dix-sept heures, repos sur la chaise longue et sudation sous les couvertures.

A dix-sept heures, course vive de 200 mètres. Aussitôt après vin chaud sucré (vin : 100 grammes, sucre : 20 grammes).

Frictions sèches ou au tampon imbibé d'éther. Repos et chaise longue jusqu'au dîner.

A vingt heures, dîner : viande maigre rôtie, ou poisson grillé : 200 grammes. Pommes de terre ou céréales ou légumineuses : 100 grammes, 25 grammes de beurre ; pain grillé : 125 grammes ; confitures : 150 grammes ; vin : 100 grammes, additionné d'une égale quantité d'eau. Dans la soirée, infusion de tilleul avec 10 grammes de sucre.

D. Le treizième jour. — Journée de déperdition : même régime sous tous les rapports que le quatrième et le cinquième jour.

E. Du quatorzième au vingt-huitième jour. — Petit déjeuner à sept heures composé d'une côtelette de mouton ou d'un bifteck (125 grammes avant cuisson), de cresson, de 100 grammes de lait, d'une tasse de café, de 20 grammes de sucre, de 100 grammes de pain grillé.

Marche de 15 kilomètres à l'allure de 6 km. 500 à l'heure.

Repos jusqu'à midi sur la chaise longue et sudation sous les couvertures.

Déjeuner : viande sans graisse : 150 grammes ; fèves, haricots, lentilles, pois secs, riz : 120 grammes ; beurre : 40 grammes ; crème renversée : 100 grammes ; raisin sec, figues sèches, dattes, noisettes, noix : 100 grammes ; ou fraises, cerises : 250 grammes ; pain grillé : 250 grammes ; vin : 150 grammes, additionné d'une égale quantité d'eau. Une tasse de café avec 15 grammes de sucre.

De treize à quatorze heures, repos sur une chaise longue.

De quatorze à seize heures, marche à l'allure de 6 km. 500 à l'heure.

A seize heures, chocolat fait avec 30 grammes de chocolat et un demi-litre de lait ; 30 grammes de beurre ; 150 grammes de pain grillé. Chaise longue : une demi-heure.

A dix-sept heures, course de 300 mètres ; douche froide très courte : une minute ; frictions sèches ; chaise longue et couvertures jusqu'à dix-huit heures trente.

A dix-huit heures trente, promenade lente.

A dix-neuf heures, dîner : soupe au lait : 1.000 grammes ; viande ou poisson : 150 gr. ; deux œufs crus ou à la coque peu cuits ; pommes de terre en purée (200 gr. avant cuisson) ; confitures : 100 grammes, ou pruneaux (50 grammes avant cuisson) ; pain grillé : 250 gr. ; une tasse de tilleul, 20 grammes de sucre. Après le dîner, promenade lente ou chaise longue. Coucher à vingt-deux heures.

F. Vingt-neuvième et trentième jours. — Journées de déperdition : même régime sous tous les rapports que le treizième.

G. Du trente et unième au quarante-cinquième jour. — Petit déjeuner à sept heures composé d'une bouillie de céréales comprenant : 100 grammes de farine d'orge, de blé, de maïs ou d'avoine, 500 grammes de lait, 25 grammes de sucre ; une côtelette de mouton ou un bifteck (125 grammes avant cuisson) ; une tasse de café sucré avec 10 grammes de sucre, 100 grammes de pain grillé.

Marche de 18 kilomètres à l'allure de 6 km. 500 à l'heure.

Repos jusqu'à midi, sur la chaise longue, et sudation sous les couvertures.

Déjeuner comme dans la période comprise entre le quatorzième et le vingt-huitième jour.

De treize à seize heures, emploi du temps comme dans la période étendue du quatorzième au vingt-huitième jour.

A seize heures, goûter comme dans la période étendue du quatorzième au vingt-huitième jour, en ajoutant à la collation 50 grammes de confitures ou 250 grammes de fruits.

A dix-sept heures, course de 1.500 mètres. Douche froide courte. Frictions sèches ; chaise longue et sudation sous les couvertures jusqu'à dix-huit heures trente.

A dix-huit heures trente, promenade lente.

A dix-neuf heures, dîner comme dans la période comprise entre le quatorzième et le vingt-huitième jour, en remplaçant la confiture par 100 grammes de fromage de Gruyère, de Roquefort, de Brie ou de Camembert et portant la quantité de pain grillé à 300 grammes.

H. Du quarante-cinquième au soixantième jour. — Pendant ces quinze derniers jours, les exercices seront plus variés et devront revêtir autant que possible le caractère de l'épreuve athlétique en vue de laquelle le sujet s'entraîne, mais ils ne devront pas le fatiguer. Pendant cette période, la stabilité du poids du sujet devra être acquise. Si elle ne l'est pas, il faut, à tout prix, l'acquérir. Les pesées quotidiennes faites, le matin, au réveil, depuis le début de l'entraînement, doivent attester un poids constant dès le quarante-cinquième jour. Si le poids continue à diminuer, il faudra renforcer l'alimentation en hydrate de carbone et en graisse, à chacun des deux principaux repas. Si, au contraire, après avoir décru sous l'influence de la déperdition, de la sudation et du travail musculaire, le poids subit une marche ascensionnelle et tend à revenir à son taux primitif, il faut combattre cette tendance

en diminuant la ration des graisses et celle des féculents et en augmentant légèrement le travail.

Dans un régime d'entraînement bien réglé, portant sur une durée de deux mois, le poids de l'athlète doit être constant au quarante-cinquième jour et le dynamomètre accuser un accroissement de la force musculaire d'un tiers et même davantage.

Ce sont là, on le comprendra sans peine, des indications générales qui n'ont rien d'absolu. Elles se rapportent à l'entraînement d'un coureur de fond. Mais s'il se fût agi d'un boxeur, nous eussions recherché, au contraire, après la déperdition du début, à lui faire non seulement rattraper peu à peu, mais surpasser son poids primitif. Cet accroissement de poids se serait produit par le mécanisme de l'hypertrophie des muscles et non par la récupération de l'eau d'infiltration des tissus mous de remplissage dont le corps du boxeur aurait dû être, avant toute autre mesure, spolié, pendant les premiers jours de l'entraînement.

Athlétisme et consommation de viande. — P. Schenk (1) ayant observé les athlètes participant aux jeux olympiques de Berlin et appartenant à 42 nations différentes, a constaté que dans le régime « ordinaire » de ces hommes, « figuraient, en général, 400 grammes de viande (poids brut), deux fois par jour. A cet égard, le régime des Anglais, des Finnois, des Suédois et des Norvégiens était plus modéré que celui des Sud-Africains et des Sud-Américains. Le comportement des gens de sport n'obéit d'ailleurs pas à des règles absolues. Cependant, dans l'athlétisme de force on mange souvent de grandes quantités de viande allant parfois jusqu'à un kilogramme par jour, alors que dans l'athlétisme léger, on mange davantage de fruits, de légumes, de pain, de sucre et de miel. Il a été également constaté que deux jours avant l'engagement, le menu était particulièrement nutritif et pauvre en résidus. Le dernier repas avait lieu, en général, trois heures avant la compétition (qui durait parfois plus de quatre heures) et consistait en 1 à 3 biftecks avec œufs ou en viande râpée avec des jaunes d'œufs et du foie, des légumes et des fruits, etc... Un peu plus tard, on ajoutait à cela, pour augmenter l'endurance, des jaunes d'œufs, du lait, du jus de viande, de l'ovomaltine ou du glucose.

« Un fait particulièrement intéressant à noter est que les mayonnaises et les liaisons à base de farine ne se voyaient presque jamais. Il semble que les athlètes craignent tout ce qui semble de nature à retarder les phénomènes de la digestion.

« Aux principaux repas, figuraient des aliments riches en hydrates de carbone dont la nature variait suivant l'origine des athlètes. Les légumes tendres, les salades étaient consommés en abondance de même que les tomates et les fruits indigènes ou exotiques.

« Le genre de pain adopté variait également avec la nationalité. Le sucre de même que le beurre entraient dans le menu à des doses atteignant 100 à 150 grammes par jour. Dans la plupart des cas, un litre et parfois même deux litres et demi de lait étaient bus quotidiennement.

« En somme, les gens de sport consomment, d'une façon très générale,

(1) *Medizinische Welt*, nos 43 et 45, 1936.

beaucoup plus de viande que ce que nous considérons d'ordinaire comme suffisant. Ils semblent donc donner entièrement raison à ce que Liebig enseignait quand il disait que l'organisme a d'autant plus besoin de protéines qu'il travaille davantage.

« P. Schenk remarque fort judicieusement que l'homme mange non ce qu'il veut, mais ce qu'il « doit ». En pareille matière, c'est d'abord la constitution qui décide : les sujets minces et asthéniques, qui haïssent l'effort, n'aiment pas la viande ; au contraire, les sujets vigoureux en consomment avec un vif plaisir. C'est pourquoi on ne saurait généraliser les conclusions auxquelles arrivent les végétariens et les partisans des crudités.

« La nature, ou plus exactement la grandeur du travail dans l'unité de temps, intervient également, tandis que le climat paraît sans influence. Enfin l'état des réserves existant dans les tissus organiques contribue également à fixer le régime. Il y a lieu d'admettre que l'ingestion de produits prêts à être utilisés permet plus vite d'accomplir un effort que l'ingestion de produits qui doivent, comme les protéines végétales, subir une longue élaboration avant d'avoir acquis un état convenable. Il faut en effet admettre avec Parnas que la teneur du muscle en phosphocréatine régit la vitesse du raccourcissement et de la chronaxie et, par conséquent, que Bircher Benner commet une erreur matérielle quand il dit que la consommation de la viande diminue le rendement. » (Morhardt.)

Hygiène alimentaire générale. — L'alimentation des hommes est sujette à de nombreuses variations selon les âges, les occupations, les conditions économiques, les climats, les saisons, les latitudes. Dans les pages qui précèdent, ont été étudiées les diverses rations alimentaires pour des sujets vivant dans des pays tempérés. D'autre part, Maurel, qui a spécialement étudié l'influence des climats et des saisons sur les dépenses de l'organisme humain, est arrivé aux conclusions suivantes :

La ration d'entretien, dans les pays intertropicaux, est environ les cinq sixièmes de celle des climats tempérés.

Les corps gras ne doivent pas atteindre par jour 1 gramme par kilogramme de poids du corps dans les climats chauds.

Les sucres et les corps amylacés seront augmentés de 3 à 4 grammes dans les mêmes climats.

L'alcool, y compris celui des boissons, telles que le vin, le cidre, la bière, ne doit pas dépasser 40 à 50 grammes par jour.

Au cours de son voyage sur *la Sémiramis*, Lapicque a évalué la ration quotidienne des Abyssins de Ghinder à 50 grammes d'albuminoïdes, 30 grammes de graisse et 360 grammes de substances amylacées ou sucrées, ce qui fournit 1.950 calories brutes et 1.823 utilisables. Dans la région basse de l'Abyssinie, à Massouah, la ration d'entretien des hommes au travail s'élevait à 1.700 calories seulement. A Singapour, celles des domestiques et des pagayeurs javanais atteignait 1.650 calories. Chez ces derniers, la quantité de protéiques de leur ration ne dépassait pas 1 gramme par kilogramme de poids corporel ;

celle des substances ternaires répondait à 4 gr. 5 quand ils ne travaillaient pas et à 6 ou 7 grammes quand ils travaillaient.

Le Dr Weisgerber a estimé à 2.017 calories la ration quotidienne des coolies japonais employés à charger du charbon dans un port d'Extrême Orient, tandis que le manœuvre de Liverpool ou du Havre a besoin d'absorber, pour un travail identique, une quantité d'aliments susceptible de fournir près de 4.000 calories.

A quelle heure doit-on manger ?

La coutume anglo-hollandaise, familière aux businessmen, répartit les trois repas de la manière suivante : de huit à neuf heures, premier repas abondant composé d'œufs, de viandes froides ou de jambon, de confitures, de marmelades, de fromages, de thé ou de café ; à treize heures, simple lunch ; entre dix-neuf et vingt heures, repas au moins aussi copieux que celui du matin, composé de potage, viandes, légumes et dessert.

La coutume germanique est la suivante :

Lunch le matin à huit heures ; repas très copieux vers midi et repas moyen, *abend plat abend brot* fréquemment pris à la brasserie, entre dix-neuf et vingt-deux heures.

En France, le repas du matin est ultra-léger ; le grand repas de la journée a lieu de onze heures à midi ; le troisième repas, également copieux, est pris de dix-huit à vingt heures.

Bergonié, de Bordeaux, a proposé de répartir les heures des repas d'après la courbe des besoins énergétiques pendant le cours de la journée. D'après lui, l'heure la plus favorable pour faire le principal repas est sept heures et demie du matin, au moment où les dépenses énergétiques commencent à s'accroître rapidement pour passer par un maximum et demeurer longtemps élevées. Le repas en question devra fournir non seulement l'énergie des quatre à cinq heures suivantes, mais encore le complément que le foie, vidé par l'abstinence nocturne, doit emmagasiner. Un autre repas, très léger, thé-lunch, sera pris vers seize ou dix-sept heures. Enfin un troisième repas, vers vingt ou vingt et une heures, composé de deux services, complétera la ration alimentaire. Pour un homme de sports qui s'entraîne le matin, la répartition des repas indiquée par Bergonié est à première vue séduisante.

La composition d'un repas n'est pas indifférente. Il doit comprendre, s'il est bien ordonné, une partie d'albuminoïdes, une partie de graisses et quatre ou cinq parties d'hydrates de carbone. Les protéiques proviendront par moitié du règne animal et par moitié du règne végétal. Que les ménagères évitent la monotonie culinaire. Qu'elles ne laissent point passer les saisons sans user des aliments, légumes ou fruits, qui sont récoltés. Le plaisir de la table n'est pas un vain mot. Les études de Pawlow ont démontré que l'odeur et la vue de mets bien présentés provoquent dans l'estomac la sécrétion gastrique. Une table bien servie, des plats appétissants exposés devant les yeux et sous les narines des convives excitent le désir et préparent la digestion. La malpropreté de la table et du logis, les mauvaises odeurs de la cuisine, l'aspect

peu engageant des mets font, au contraire, tomber l'appétit en entravant la sécrétion gastrique. C'est donc faire de la bonne physiologie pratique que parer la table et rendre les aliments séduisants.

Doit-on consacrer au repos les instants qui suivent le repas ? Les avis des hygiénistes, sur ce point, sont très partagés. Les animaux, obéissant à leurs habitudes instinctives, se reposent et même dorment après chaque repas important ; les petits enfants font de même après la tétée. L'école de Salerne ordonnait : *Post prandium, sta ; post cœnam, ambula.* La vérité est qu'en cette matière il n'est pas de règle absolue. Tel digère mieux, s'il marche en sortant de table, et tel autre, s'il s'allonge. Un fait certain, c'est qu'un exercice violent au sortir de table est toujours nuisible. Je me suis souvent élevé contre les exercices équestres auxquels étaient jadis soumis dans certaines écoles militaires, nos futurs officiers, après le repas de midi. Par contre, le sommeil qui accompagne la sieste après le repas de midi (*post prandium*) doit être léger, tranquille et court. Il doit laisser dispos celui qui s'y est abandonné. S'il est pesant, traversé de cauchemars, s'il provoque un engourdissement prolongé après le réveil, il faut le supprimer.

Doit-on boire en mangeant ? Oui, mais en petite quantité. Des boissons trop abondantes, surtout lorsqu'elles sont prises au début du repas, diluent le suc gastrique, ralentissent par conséquent la digestion et provoquent la dilatation de l'estomac.

Le débat entre le régime à prédominance végétarienne et le régime à prédominance carnée a fait couler beaucoup d'encre. Il a perdu aujourd'hui de son intérêt, car l'accord est à peu près unanime entre les hygiénistes sur ce point. Le régime à prédominance carnée a l'inconvénient d'être trop excitant pour le système nerveux et de produire en grande abondance des résidus et des déchets toxiques. La goutte et la lithiase rénale sont ses aboutissants naturels. Par contre, proscrire la viande de l'alimentation humaine est un autre excès dans lequel il faut se garder de tomber.

La dentition de l'homme, la forme et la longueur de son tube digestif, la nature de ses sécrétions gastro-intestinales, hépatique et pancréatique, indiquent qu'il doit consommer à la fois de la chair et des végétaux.

L'homme est omnivore, mais il sera sage qu'il accorde la prédominance aux aliments végétaux.

Le régime à prédominance végétarienne est demeuré en honneur, même de nos jours, parmi de nombreuses familles de l'espèce humaine. D'une manière générale, les législateurs, les savants et les religieux l'ont préconisé. L'histoire du végétalisme réunirait les noms de Manou, de Bouddha, de Platon, de Sénèque, d'Ovide, de saint Jean Chrysostome, de Gassendi, de Bossuet, de Voltaire, de Jean-Jacques Rousseau, de Shelley, de Lamartine, tous fervents végétariens, ennemis du *nécrophagisme.* Dans les grandes villes anglaises, allemandes, danoises, belges et américaines, existent des restaurants et des hôtels végétariens.

En France, une société végétarienne, fondée par le Dr Hureau de Villeneuve, a déployé une certaine activité de propagande.

Le régime végétarien a quelques inconvénients.

La digestion des matières végétales est plus longue que celle des matières animales. Les aliments végétaux sont moins parfaitement assimilés que les aliments de provenance animale.

Tandis que les albumines de la viande sont retenues dans une proportion de 97 % par l'organisme, celles qui proviennent des légumes secs ne seraient assimilées que dans la proportion de 60 à 80 %.

Ici encore, il faut tenir compte de l'aptitude digestive de chacun. Les chiffres précédents sont trop absolus. De plus, le défaut de digestibilité des végétaux est atténué si l'on prend soin de les bien cuire.

Ce sont là, en tout cas, de minces inconvénients que compensent, et au delà, des avantages physiologiques et sociaux. Le régime végétal peut, à la rigueur, suffire seul à l'alimentation humaine, ce que ne saurait faire le régime carné. Il ne fournit que peu d'acide urique, peu de déchets toxiques et de fermentations anormales. Pratiquement, il est aussi nutritif que le régime carné. Les céréales sont des aliments complets qui présentent, en outre, sur la viande, l'avantage d'être plus riches qu'elle en matières minérales, notamment en fer et en phosphore. Les annales sportives sont pleines des succès des athlètes végétariens. Coureurs cyclistes, coureurs à pied, lutteurs, alpinistes, adonnés au régime végétal, triomphent partout.

Ce sont là des indices sérieux de l'excellence du régime. Mais il présente un autre avantage qui n'est nullement à dédaigner : il est plus économique que le régime carné. La chair n'apporte guère que son albumine ; le végétal fournit, en outre, de l'amidon que le foie transformera ultérieurement en sucre. Les expériences de laboratoire, ainsi que les résultats pratiquement obtenus dans la vie ordinaire et dans l'entraînement sportif, démontrent que le végétalisme est avantageux physiologiquement et pécuniairement.

Pour ceux qui seraient sensibles à d'autres arguments, je signalerai l'influence du régime sur l'esthétique et la beauté. Je laisse sur ce point délicat la parole à Huchard :

« ...Le régime végétarien, écrivait-il, donne de la fraîcheur et de l'éclat au teint.

« Les filles de Capri sont gracieuses, aimables et gaies. Elles travaillent durement et ne mangent que des fruits et des légumes.

« Dans l'histoire des Incas, on raconte que les aborigènes du Chili et du Pérou étaient des hommes superbes et doux. Les femmes gardaient une fraîcheur de jeunesse jusqu'au delà de leur soixantième année, époque à laquelle elles pouvaient encore devenir mères. »

Edmont About dépeint ainsi, dans un voyage sur le Nil, l'aspect des rudes travailleurs tout le long du fleuve : « Nous étions émerveillés de leur beauté plastique ; autant d'hommes, autant de statues. Les sculpteurs européens se plaignent de ne plus trouver de modèles ; que ne vont-ils en chercher sur le Nil ? Antinoüs y garde les chèvres, l'Apollon du Belvédère, l'Achille et le Gladiateur y manœuvrent le chadouck, à raison de 40 centimes par jour. »

Et le célèbre écrivain ajoute : « Les fellahs ne mangent que de la farine de maïs ou du sorgho mal écrasé entre deux pierres. »

Le régime *fruitarien*, dans lequel entrent les cures de fruits variés, dérive directement du régime végétarien. Sauf en Australie et aux Etats-Unis où les sectes fruitariennes observent strictement le régime pour protester, à leur manière, contre le carnivorisme exagéré, la plupart des personnes adonnées à ce genre d'alimentation le font ordinairement par ordre de leur médecin.

La cure de raisins est célèbre ; nous savons par Pline l'Ancien, Galien et Celse, que les malades, dans l'antiquité, y avaient recours fréquemment. La France, patrie de la vigne, ne songeait guère à l'utiliser pour elle-même ; elle se contentait d'envoyer ses raisins à Durkheim, en Bavière ; à Geisweiler, à Boppard, à Bingen, sur les bords du Rhin ; à Grümberg, en Silésie ; à Verez, à Montreux, à Aigle, en Suisse ; à Méran, dans le Tyrol ; à Odessa et à Jalta, en Russie, stations de santé qui s'étaient fait une spécialité de cette cure. Espérons qu'elle utilisera désormais ses raisins pour son compte.

Il est une catégorie d'aliments aromatiques et nervins, comme le café, le thé, le cacao, le maté, etc... qui jouent plutôt le rôle de condiments et d'excitateurs des centres nerveux. Ils renforcent l'activité de ces derniers d'une manière toute momentanée. Pris à larges doses, ils cessent d'être toniques pour devenir toxiques. Ils agrémentent le repas du riche et remplacent quelquefois celui du pauvre. Absorbés en quantité modérée, ils diminuent incontestablement la fatigue.

Voici, d'après A. Gautier, la composition d'une infusion de 15 grammes de café qui correspond à une tasse de bon café de 80 à 100 centimètres cubes :

	Grammes.
Substances azotées (dont 0,26 de caféine).	0,45
Huiles	0,78
Matières organiques non azotées	1,97
Cendres	0,61

Il ne passe dans l'infusion que la moitié environ de la caféine contenue dans la poudre employée. L'abus du café conduit à l'insomnie, aux hallucinations, aux troubles circulatoires et nerveux, à l'anxiété, à des crises d'étouffement. On devient caféique comme on devient morphinomane ou alcoolique. Il est l'antidote de choix du tabac et de l'opium.

Le thé contient de la théine (1 gramme de thé renferme 0 gr. 025 de théine) ; le cacao, base des chocolats, renferme la théobromine, dont les propriétés physiologiques sont voisines de celles de la caféine, 10 grammes de cacao en poudre contiennent de 0 gr. 13 à 0 gr. 19 de théobromine. Les semences de kola, riches en caféine, tonifient le cœur, préviennent le surmenage, rendent la respiration plus ample et sont aphrodisiaques (Mosso). La coca, utilisée en vins médicinaux ou en infusions, doit à la cocaïne qu'elle contient ses pro-

priétés anesthésiques et excitantes. Elle atténue la sensation de faim, mais d'une manière toute momentanée.

La cause de l'alcool est jugée. Pris en quantité, il est un poison qui détruit les forces vives de l'organisme et laisse derrière lui des traces matérielles et profondes de son absorption. Par contre, il faut réserver une place dans notre alimentation et faire bon accueil, au point de vue de l'hygiène, à la bière loyale, au cidre bien fait et, par-dessus tout, au vin naturel, condiments pleins de séduction et qui ne deviennent nuisibles que par un abus décidé. Nous avons souvent constaté que le vin relevait le ressort de nos soldats. Il leur faisait plaisir ; il donnait de la saveur à leur repas. Nous ne pensons pas que l'hygiène ait le droit de renoncer à ce précieux auxiliaire, parce que, au delà de certaines limites, cet agent secourable peut blesser, et même tuer celui qui s'en est servi d'une façon imprudente. Certains l'ont pensé, et c'est là une exagération sur laquelle il faut se garder de baser la croisade anti-alcoolique.

Dans les conditions de la vie actuelle, où l'artificiel joue un rôle si important, le stimulant, si factice qu'il soit, des boissons alcooliques, peut être toléré. Au lieu de donner des conseils qui n'ont aucune chance d'être écoutés, mieux vaudrait indiquer les limites d'usage qu'il ne faut pas dépasser, signaler au public les formes les plus avantageuses sous lesquelles l'alcool se présente et, au contraire, dénoncer et même radicalement enlever à la consommation les formes nuisibles et les altérations frauduleuses.

Le vin naturel est la plus louable des boissons alcooliques ; il renferme une complexité merveilleuse de substances utiles bien équilibrées que rien ne remplace. J'ai été trop fréquemment témoin de sa réelle utilité pour ne pas admettre qu'on en tolère la consommation... jusqu'à ce qu'on ait trouvé mieux.

Valeur du sucre comme aliment énergique. — Les personnes adonnées au sport et les champions pourront consommer du sucre, mais très modérément.

Sur la foi des traités, beaucoup le considèrent comme un aliment énergétique doué de vertus extraordinaires. Sous la forme assimilable, le glucose, il est indiscutablement nécessaire à la vie. Les éléments cellulaires de nos tissus sont plongés, suivant l'expression de Dastre, dans un véritable sirop, un peu clair, en vérité, puisque son degré de concentration est dans la proportion de 1,5 %. C'est le taux du glycogène dans le sérum sanguin. Ce degré de concentration est immuable chez un sujet bien portant dont la régulation hépatique se fait normalement, quelle que soit la quantité de sucre ingérée.

Cependant, lorsque le foie, véritable grenier d'abondance pour le glycogène, — substance sucrée organique, dérivée des aliments farineux et du sucre commercial (saccharose) ingérés, — est complètement rempli de réserve sucrée, lorsqu'il regorge, on voit apparaître le glucose dans les urines. Cette apparition est particulièrement rapide chez les prédisposés au diabète.

Dès lors, à quoi bon conseiller en temps ordinaire, à des sujets bien nourris, l'ingestion de quantités de sucre supplémentaires, qui peuvent les rendre, pour un temps, comparables aux diabétiques ?

Un excès de sucre dans l'alimentation ne doit pas être conseillé aux personnes suffisamment nourries. Pris en quantité trop grande, cet aliment — ce condiment, devrais-je dire, plutôt — aboutit à un surmenage du foie. Son emploi doit, notamment, être extrêmement réservé chez les sujets tuberculeux ou en imminence de tuberculose. M. Guinard a constaté que les animaux inoculés de produits tuberculeux et nourris avec du sucre succombaient plus vite que les animaux témoins, même mal nourris. Ce résultat cadre bien avec la remarque intéressante faite par le Dr Tourtalis-Bey qui attribue, en partie, l'extension de la tuberculose et de sa gravité particulière, chez les Egyptiens, à la grande quantité de sucre consommée par eux.

Les deux seules indications légitimes d'une alimentation sucrée intense sont : le cas de maladie fébrile et le cas d'un effort musculaire prochain et violent à fournir. Le Dr Ragot a montré que 100 grammes de sucre, régulièrement administrés par jour à un fébricitant, abrègent la durée de sa maladie. D'autre part, Drouineau, Steinitzer et Grandeau ont apporté des démonstrations diverses et concordantes de l'utilité du sucre pour les hommes de sport, les soldats, etc..., mais la ration quotidienne d'entraînement serait de 20 à 30 grammes de sucre supplémentaires, pas davantage. En augmentant ces doses, on risque de transformer l'estomac en un milieu de culture sucré, excellent pour favoriser la pullulation des germes pathogènes. On provoque une congestion aiguë du foie surmené et des fermentations digestives fort pénibles.

De plus, on irrite les voies digestives. On provoque l'acidification des humeurs et la déminéralisation de l'organisme, autant de conditions qui vont directement à l'encontre du but poursuivi.

Au demeurant, chacun sait que rien ne détraque plus sûrement l'estomac que l'abus des sucreries. L'appétit disparaît peu à peu ; une véritable sensation de malaise et de faiblesse succède à l'ingestion brutale d'une quantité de sucre excessive. Enfin, les sucreries dont nos femmes et nos maîtresses ont tort de se bourrer, préparent la carie dentaire par les acides auxquels donne lieu le sucre surabondant, en se dissolvant dans la bouche.

VITESSE D'ABSORPTION ET D'ÉLIMINATION DES BOISSONS CHAUDES ET FROIDES SUCRÉES. — L'immense majorité des êtres vivants calment la sensation de soif en absorbant des liquides froids. En vue des compétitions sportives, nous avons démontré, en n'utilisant que la voie gastrique, que le moyen le plus rapide de rendre à l'organisme l'eau dont il est spolié par un exercice très vif ou prolongé réside dans l'absorption de boissons chaudes (1).

Quatre sujets bien portants, âgés de vingt et un ans, exécutent une marche de 13 kilomètres, sans boire, par une température de 17°. A l'arrivée, ils absorbent 600 grammes d'eau froide, sucrée au vingtième, contenant 0 gr. 10 de bleu de méthylène. Entre la vingt-huitième et la trente-septième minute, l'urine des quatre

(1) *Académie de Médecine*, 23 février 1921.

hommes est verdâtre, bleue au bout d'une heure et quart, bleu foncé au bout de deux heures. Elle reprend ensuite graduellement sa teinte normale.

La pression artérielle, mesurée à l'aide de l'oscillomètre de Pachon, correspond, à l'arrivée, à 13-14 centimètres de mercure chez les hommes observés. De quinze à dix-sept minutes après l'absorption de l'eau froide sucrée et colorée, la pression sanguine s'élève rapidement à 14-15, attestant le passage dans la circulation du liquide ingéré.

Dix jours plus tard, les mêmes sujets répètent l'expérience dans des conditions sensiblement identiques. Mais, à l'arrivée, ils absorbent chacun 600 grammes d'eau chaude à 38°, sucrée au vingtième et additionnée de 0 gr. 10 de bleu de méthylène. Dès la quatorzième minute, l'urine de deux de ces sujets est modifiée dans sa coloration. La même modification se produit dans l'urine des deux autres entre la dix-septième et la dix-huitième minute. En trois quarts d'heure ou une heure, la coloration bleue est intense et, deux heures et demie après l'absorption, les urines des sujets en expérience sont, en apparence, redevenues normales.

La pression sanguine, mesurée à l'arrivée, avant l'absorption de tout liquide, comme dans l'expérience précédente, correspond à des valeurs sensiblement égales à celles enregistrées dix jours auparavant. Mais sept minutes seulement après l'absorption de la solution chaude, la pression sanguine s'élève rapidement à 14-15 centimètres de mercure, chez les quatre sujets observés, attestant ainsi que les liquides chauds passent plus vite dans la circulation que les liquides froids.

Il semble que l'épithélium absorbant des villosités intestinales fonctionne avec son maximum d'activité lorsque les substances nutritives mises à son contact ont été préalablement portées à la température du corps. Le retard mis par l'eau froide à passer dans le sang, après son ingestion, correspond au temps pendant lequel elle s'échauffe pour atteindre la température optimum d'absorption.

Les conclusions que l'on peut tirer des faits précédents sont les suivantes :

L'absorption des boissons chaudes est plus rapide que celle des boissons froides.

L'élimination des boissons chaudes est plus prompte que celle des boissons froides ; elle commence plus tôt et se fait en moins de temps. Les boissons chaudes sont favorables à l'élimination des produits étrangers et doivent être préférées pour désaltérer les hommes fatigués.

Chaque fois que l'on veut agir vite, pour remplacer les liquides dont l'organisme a pu être spolié, il faut recourir à l'ingestion de boissons chaudes, de préférence aux boissons froides.

La portée de ces conclusions dépasse le cadre d'une application dans le seul milieu médical ; elle s'étend aussi aux milieux sportifs, où l'on s'adonne aux pratiques de l'entraînement et des courses.

L'ALIMENTATION ET LES SPORTS (1). — Il convient d'être essentiellement éclectique dans la détermination des rations alimentaires qui conviennent aux athlètes. Il faut tenir compte des tendances et des habitudes alimentaires de chacun : les Anglo-Saxons utilisent les œufs et la viande en proportion importante ; les Suédois et les Finlandais préfèrent les régimes à prédominance végétarienne.

(1) Dr NAVARRE. L'alimentation et les sports. *Bulletin médical*, 29 août 1931 ; Dr F. BENOIT. L'alimentation et les sports. *Thèse Paris*, 1929.

Tandis que l'athlète de fond doit préférer une alimentation journalière à prédominance végétarienne, l'athlète de vitesse a besoin de viande et même de boissons fermentées. Pratiquement, il faut se garder de modifier le régime ordinaire d'un champion dans les jours qui précèdent une épreuve, sous peine de modifier l'équilibre de l'individu et de le placer dans des conditions peu favorables au succès.

Toute fixation quantitative absolue de la ration est nécessairement fausse. Un sentiment instinctif suggère à tout homme comme à tout animal ce qu'il convient qu'il absorbe. Il n'y a de règle générale à formuler que la sobriété.

Beaucoup de bons esprits pensent que pour déterminer la composition des menus, il faut renoncer à tenir compte de la classification chimique des aliments en eau, sels, matières azotées, matières grasses, hydrates de carbone et que les aliments ne se comportent pas comme la théorie des équivalences pourrait le donner à penser. Ce n'est pas parce qu'il a une riche valeur calorigène qu'un aliment sera particulièrement nourrissant. *On ne vit pas avec ce qu'on ingère, mais avec ce qu'on digère.* Il faut plus tenir compte de la digestibilité d'un aliment, dans chaque cas déterminé, que de son potentiel énergétique.

D'après Navarre, les sports peuvent être divisés en sports musculaires, sports de rayonnement, sports mixtes, et Maurel admet que la ration du sportif doit comprendre une ration d'entretien pendant la période de préparation et une ration supplémentaire réservée pour la période d'exécution ; il demande cette dernière principalement au sucre. Benoît se place au point de vue du sportif et divise les sports en sports de vitesse, demi-fond, fond. Vitesse, alimentation mixte à prédominance carnée ; demi-fond, régime mixte à prédominance végétarienne ; fond, régime presque exclusivement végétarien.

CHAPITRE V

INFLUENCE DE L'EXERCICE SUR LES MUSCLES

EFFETS PRODUITS PAR L'EXERCICE SUR LES MUSCLES ET SUR L'ATTITUDE GÉNÉRALE DU CORPS. — On sait que sous l'influence du travail, le tissu musculaire augmente de volume et, en même temps, change de structure. Il perd la graisse qui infiltre ses fibres tandis que ses éléments propres, dont la densité est plus grande que celle des autres tissus, donne à toute la région qui travaille une fermeté caractéristique. La graisse sous-cutanée est brûlée au cours des oxydations que l'exercice suractive, en même temps que celle qui infiltrait le muscle lui-même. La peau et le tissu cellulaire s'appliquent alors directement sur les masses musculaires dont les formes et les saillies apparaissent en relief.

Les muscles utilisent d'abord pour leur combustion les matériaux placés à leur portée. C'est pour cette raison que les graisses qui les entourent disparaissent les premières.

L'accroissement de leur volume s'explique, d'autre part, aisément. La contraction y attire une plus grande quantité de sang. Cet afflux est cause d'une nutrition plus intense par suite de l'abondance des matériaux qui baignent la fibre musculaire et mettent à sa portée plus d'éléments nutritifs.

Ainsi, l'exercice, outre qu'il produit sur la nutrition générale des effets utiles que nous connaissons, commence par modifier localement la structure de la région qui est plus particulièrement exercée. De là la nécessité, au point de vue esthétique, de faire travailler également toutes les parties du corps, si l'on veut éviter de produire, dans les formes extérieures, des inégalités choquantes.

La fibre musculaire acquiert par l'exercice une augmentation de sa propriété contractile et répond plus vigoureusement aux ordres de la volonté, aussi bien qu'aux excitations du courant électrique. A volume égal, un muscle habitué à se contracter est plus fort qu'un muscle demeuré longtemps inactif. L'augmentation de la force générale est l'un des changements matériels les plus tangibles survenus dans le corps humain à la suite d'un travail assidu.

Les modifications de structure sous l'influence du travail ne sont pas les seuls changements produits sur les muscles. Au point de vue fonctionnel,

l'entraînement engendre aussi une économie de force dans les mouvements, de telle sorte que toute contraction musculaire, chez un sujet entraîné, a un effet utile. Au contraire, chez l'homme physiquement inexercé, les efforts sont mal répartis, le corps est en mauvaise position par rapport au geste à exécuter, les mouvements sont raides, irréguliers ou de cadence mal appropriée. L'entraînement corrige ces fautes en réduisant les mouvements aux seuls gestes nécessaires.

Tout mouvement résulte d'une double activité musculaire : le raccourcissement d'un groupe de muscles agonistes et le relâchement du groupe antagoniste. Ainsi est supprimée la résistance que le premier groupe doit vaincre. Les ordres donnés aux deux groupes émanent des centres nerveux. Par leur répétition, ils sont plus nets et mieux exécutés. « Peu à peu, les seuls muscles nécessaires (agonistes, antagonistes, synergiques) interviennent ; le geste devient aisé, familier et économique. Progressivement, l'ensemble se fond en un mouvement harmonieux, élégant, rapide qui, par l'usage, va rentrer dans les automatismes sous-corticaux, libérant le cerveau pensant de la sujétion des détails d'exécution (1). »

Par l'entraînement, le dispositif neuromoteur s'adapte exactement aux conditions mécaniques des pièces articulaires à mouvoir. Il en résulte une précision et une vitesse optima du mouvement pour le meilleur rendement.

Ce qu'en terme sportif on appelle le « style », n'est autre chose que la parfaite aisance dans le rendement musculaire maximum. Il implique une coordination impeccable de tous les mouvements et leur ajustement exact au but à atteindre. Il ne peut être acquis que par l'entraînement.

L'exercice physique perfectionne aussi l'attitude générale du corps. De tout temps, les médecins l'ont utilisé, au point de vue orthopédique, pour redresser les déviations de la taille. La plupart des cures de la gymnastique « suédoise » furent dues à une méthode qui consistait à suspendre le malade par les poignets ou à le soutenir sous les bras, le corps restant passivement abandonné à la pesanteur qui ramenait peu à peu à la direction rectiligne la colonne vertébrale déviée.

Il faut prendre garde que les exercices ne provoquent aucune déformation du corps. Ceux qui déterminent le fonctionnement prédominant des muscles d'un seul côté, l'escrime, par exemple, engendrent fréquemment des scolioses, car les vertèbres sont peu à peu attirées du côté où les muscles ont acquis un développement prépondérant. Si les muscles fléchisseurs du tronc agissent plus que les extenseurs, ils tendent à se raccourcir et la colonne vertébrale s'infléchit en avant, provoquant une voussure disgracieuse du dos. Les déformations de la colonne vertébrale sont l'écueil de la gymnastique. Autant les exercices du corps sont utiles pour redresser les déviations de la taille quand ils sont utilisés avec discernement, autant ils sont capables de les créer quand on les applique sans méthode.

(1) PIERRE COMBEMALE. La biologie de l'entraînement. *Echo médical du Nord*, 3e série. tome XIII, n° 1, janv. 1942.

Les exercices qui exigent l'action parfaitement harmonique des muscles extenseurs et fléchisseurs des vertèbres donnent toujours à la taille une rectitude parfaite. Ceux qui demandent de l'équilibre et tendent sans cesse à mettre la colonne vertébrale dans une position de rectitude donnent au plus haut point la grâce de la tournure. Les danseurs de corde, les jongleurs équilibristes, les hommes caoutchouc ont généralement une taille harmonieuse.

Il n'est pas de meilleur exercice orthopédique, pour rectifier l'attitude vicieuse d'un enfant, que le port en équilibre, sur la tête, de fardeaux légers, lorsque, bien entendu, la déviation est imputable à une inégalité ou une insuffisance de développement des muscles dorsaux. Le poids porté en équilibre sur la tête doit être au moins le cinquième et au plus le tiers du poids total du corps du sujet porteur.

Accroissement du volume et de la force musculaires. — Jusqu'à treize ou quatorze ans, les muscles restent grêles chez l'enfant, et des mensurations portant sur les membres, avant cet âge, ne donnent aucune indication importante. Chez un enfant de douze ans, normalement développé, la circonférence du mollet égale celle du cou. Vers le même âge, le périmètre thoracique xyphosternal égale deux fois et demie, au moment de l'inspiration pulmonaire, la circonférence du cou.

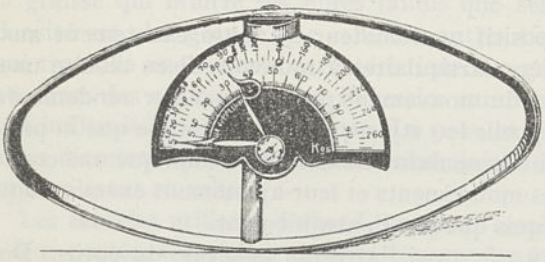


Fig. 41. — Sthénomètre de Bloch. — *Les déformations imprimées au ressort elliptique sont transmises à une tige à crémaillère. Celle-ci actionne un pignon denté qui mobilise les aiguilles. L'aiguille terminée en fer de lance mobilise l'autre, qui sert d'aiguille-index et reste en place, après l'accomplissement de l'effort, permettant ainsi de lire à loisir la graduation atteinte. La graduation est double. La plus interne indique la force des pressions exercées directement sur les convexités de l'appareil ; la graduation périphérique indique la force des tractions exercées sur les sommets de l'ellipse.*

Je n'insiste pas sur ces données, sujettes à des variations individuelles très grandes, qui diminuent beaucoup leur valeur.

Il n'en est pas de même chez l'adulte. Après six mois d'exercices, j'ai vu la circonférence des bras augmenter 89 fois sur 100, la circonférence des avant-bras 74 fois sur 100, la circonférence de la cuisse 77 fois.

Le périmètre soléaire avait gagné de 2 à 4 centimètres chez *tous les sujets*.

C'est ici le lieu de rappeler que, pendant les phases de repos, la circonférence de nos membres peut présenter des différences notables suivant qu'il s'agit des membres droits ou des membres gauches. Nous avons procédé à de très nombreuses observations sur ce point, et voici, relevées au hasard, quelques mensurations de la circonférence des membres.

MESURES DE LA CIRCONFÉRENCE DES MEMBRES AU REPOS.

Pour les bras, avant-bras, mollets et cuisses, le premier chiffre correspond au membre droit et le second au membre gauche.

NOMS	BRAS	AVANT-BRAS	MOLLETS	CUISSES
Berg	265-260	263-263	353-348	507-498
Boud	273-270	275-273	363-363	530-528
Clair	255-256	285-265	355-350	515-515
Cocq	292-278	282-272	380-375	583-583
Dera	269-267	274-273	358-355	510-510
Dub.	261-256	272-270	349-344	512-512
Ern.	265-265	270-265	335-328	494-496
Flew	273-268	289-287	387-385	540-540
Gar.	270-260	264-266	346-342	498-493
Gué.	280-274	260-256	353-353	535-535
Har.	253-270	280-269	356-356	516-510
Hez.	288-278	283-276	340-338	515-515
Lelas	295-289	286-277	343-343	520-520
Le Den.	254-250	262-260	335-331	517-505
Le Dorz	275-270	280-280	349-349	527-522
Le Nevé	254-248	245-249	313-312	460-460
Mac.	295-292	290-284	340-339	524-518
Malg	237-239	249-241	305-306	485-485
Mar.	295-292	290-284	340-339	524-518
Mal.	239-237	249-241	305-306	485-485
Marj	259-255	268-269	349-348	510-509
Prun	268-266	280-282	337-337	512-508
Legu	278-273	285-270	353-353	520-515
Ray.	282-281	284-282	353-337	506-506
Firm	273-269	255-255	354-350	515-500
Sag.	290-277	290-285	345-343	508-508
Taur	293-291	299-297	369-364	540-540

FORCE MUSCULAIRE. — On mesure couramment la force des sujets à l'aide des dynamomètres. Ce sont, pour la plupart, des ressorts dont les déformations sont proportionnelles aux forces qui les produisent.

Le sthénomètre de Bloch est le plus usité. Dans cet appareil, les déformations d'un ressort elliptique sont transmises par un pignon à des aiguilles ; la graduation est double, l'une indique la force de traction exercée sur les soudures du dynamomètre et l'autre la force des pressions exercée directement sur ses deux convexités (fig. 41).

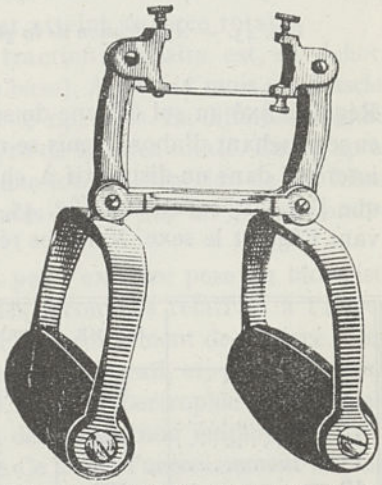


FIG. 42. — *Griffe sthénométrique de l'auteur, pour la mesure de la force des muscles scapulaires et extenseurs des bras.*

Les mesures de la force musculaire manquent généralement de rigueur. Tan-

tôt il s'agit de pressions et tantôt de tractions. Les dynamomètres sont de construction différente, de sorte que la prise des mains n'est pas identique pour tous les modèles.

On mesure généralement la force des muscles fléchisseurs de l'avant-bras droit et gauche, à l'aide du sthénomètre de Bloch, la force des muscles scapulaires à l'aide de notre griffe sthénométrique (fig. 42 et 43). La « force rénale » qu'il convient d'appeler plus exactement « force lombaire », exprime la puissance des muscles extenseurs du tronc (masses des muscles sacro-lombaires et dorsaux). On la mesure soit au moyen du dynamomètre de

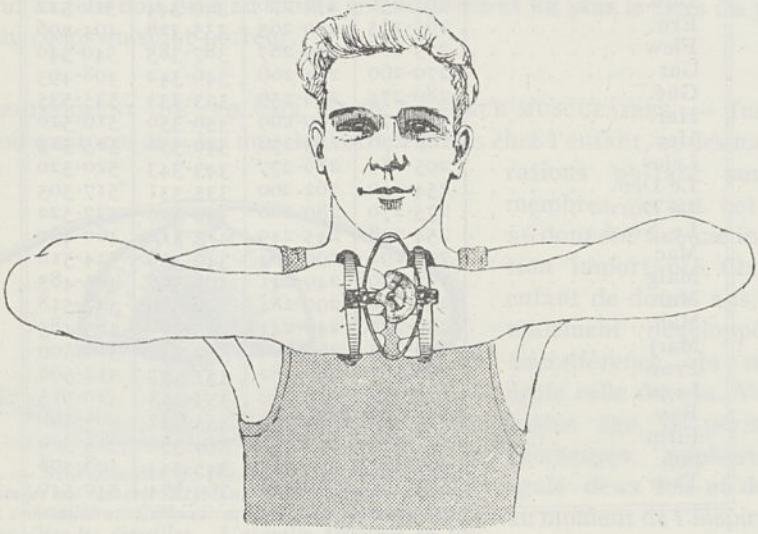


FIG. 43. — *Application de la griffe sthénométrique au sthénomètre de Bloch.*

Régnier fixé au sol à l'une de ses extrémités, tandis qu'on tire sur l'autre en se penchant d'abord, puis se redressant, soit par le sthénomètre de Bloch intercalé dans un dispositif à chaînes (fig. 44), soit par le dynamomètre que j'ai fait construire (fig. 45, 46). Elle a été évaluée par Quételet, suivant l'âge et le sexe. Voici les résultats rapportés par cet auteur.

AGE	HOMME	FEMME	AGE	HOMME	FEMME
	kg.	kg.		kg.	kg.
6 ans.....	20	»	25 ans.....	155	77
10 —	46	31	30 —	154	77
15 —	88	53	40 —	122	62
16 —	102	59	50 —	101	59
18 —	130	67	60 —	93	54
20 —	138	68			

L'écart relatif au sexe est presque du simple au double. On constate un rapport du même ordre, 57/100 d'après Manouvrier, dans l'effort de *serrement de la main* enregistré par les dynamomètres de pression. La masse des muscles est plus grande dans le corps de l'homme que dans celui de la femme, mais surtout, l'adaptation fonctionnelle est meilleure chez le premier. L'exercice physique augmente considérablement la force musculaire. Après six mois d'exercices suivis, la force de traction des deux mains s'était accrue du tiers et la force rénale de 3/8 chez 72 % des sujets observés.

Voici quelques résultats relatifs à l'accroissement de la force musculaire, à la suite d'un exercice régulier. Ils ont été observés sur des sergents de ville et des gardes républicains, au commencement et à la fin d'un stage de deux mois à l'école de Joinville. (Voir le tableau de la page 134.)

FORCE DE BASE ; FORCE LATENTE ; FORCE MAXIMA. — L'examen de l'ensemble de nos observations, depuis plusieurs années, permet les conclusions suivantes, en ce qui concerne l'accroissement de la force musculaire par l'exercice physique.

1° Un sujet non exercé présente une force musculaire qui lui est propre. Nous l'appelons *force de base*. Elle représente environ les $\frac{6}{10}$ de la force totale, qu'après exercice, ses muscles seront capables de développer ;

2° Après un exercice musculaire bien conduit pendant six mois, la force de base s'est accrue d'une quantité que nous évaluons sensiblement à $\frac{3}{10}$ de la force totale. Cette quantité de force acquise par l'exercice représente la *force latente* ;

3° Entre le sixième et le dixième mois d'exercice, le sujet voit sa force s'accroître encore d'environ $\frac{1}{10}$ de sa force totale. C'est seulement vers le dixième mois d'exercice régulier qu'un sujet atteint sa force totale.

Exemple : Soit un sujet dont la force de traction lombaire est, en dehors de tout exercice, égale à 100 kilos (force de base). Après six mois ses muscles seront capables de développer une traction de 149 kilos. La différence (49 kilos) représente la force latente estimée à 3/10 de la force totale. Enfin, après dix mois, le sujet en question développera une force de traction de 166 kilos.

Ces évaluations ont la valeur de moyennes basées sur un grand nombre d'observations dynamométriques.

L'accroissement de la force musculaire par l'exercice pose au biologiste des problèmes divers. Nombreuses sont les inconnues relatives à l'hypertrophie des muscles dans ses rapports avec l'accroissement de la force. C'est ainsi que l'hypertrophie varie selon la nature du travail, et, pour une même variété de travail, selon le sujet considéré. Cette hypertrophie se ferait sans néoformation (Morpurgo), par utilisation des fibres non employées d'ordinaire et par augmentation du sarcoplasme. Ce serait l'accroissement du tissu conjonctif interstitiel qui contribuerait à rendre plus dur le muscle entraîné.

D'autre part, l'augmentation de puissance n'est pas proportionnelle à l'hypertrophie. Si on attelle les fléchisseurs d'un doigt à un ergographe, on

NOMS	AGE	TAILLE	POIDS		FORCE DES FLÉCHISSEURS DE L'AVANT-BRAS			
					main gauche		*main droite*	
			Arrivée	Départ	Arrivée	Départ	Arrivée	Départ
Phel	34	1,70	66,500	69,500	42	50	42	48
Mâl	34	1,72	69,900	70,800	59	59	51	54
Lamb	30	1,78	72,400	71,500	46	54	46	55
Lede	22	1,77	68	67,900	45	46	45	52
Colo	23	1,71	64,50	65,90	39	47	47	57
Ima	34	1,72	64,60	68,30	42	47	54	54
Ray	32	1,71	66,70	67,26	52	57	57	67
Bille	36	1,70	69,60	72,20	45	52	50	54
Hub	29	1,74	85,50	83,80	54	64	59	72
Myo	39	1,76	70,10	71,80	53	58	62	66
Met	29	1,77	65,40	67,60	35	48	47	54
Lamot	25	1,75	69,60	71,20	53	57	53	71
Escal	23	1,77	69	70,50	55	62	65	73
Pan	34	1,72	62,30	70,50	54	63	64	73
Mich	25	1,73	59,40	61,70	35	46	40	57
Pégu	28	1,70	69,60	68,90	37	46	43	57
Char	34	1,78	73,40	72,50	45	55	48	54
All	30	1,73	65	67,60	37	46	45	50
Lam	34	1,73	74	73	52	54	54	55
Bern	25	1,74	64,8	66	30	50	52	63
Mora	37	1,69	72,5	73,10	50	51	63	68
Mart	37	1,76	69,50	66,80	45	50	49	54
Auff	35	1,74	69,40	69,50	45	45	46	48
Barr	30	1,76	75,70	77,10	41	42	50	51
Baug	36	1,70	62,10	64,5	48	49	47	57
César	30	1,70	66,70	67,10	54	57	56	58
Chrét	34	1,71	63,70	65,6	37	47	44	50
Coud	36	1,72	64,40	65,7	48	54	57	61
Darger	33	1,79	65,80	64,90	46	52	50	59
Delavo	28	1,70	70,70	73,20	34	40	42	49
Demo	31	1,73	66,20	66,90	45	49	46	50
Dhom	33	1,74	60,50	63,30	44	51	45	46
Dup	37	1,70	66,30	67,10	53	58	55	64
Gaîl	28	1,75	64,70	65,30	48	56	50	57
Hern	29	1,75	76,80	77,70	48	55	50	56
Hurot	42	1,72	89,70	88,70	57	63	57	59
Lamy	25	1,76	66	68,90	56	59	64	72
Marg	32	1,79	75,7	76,20	44	60	43	50
Mell	31	1,81	67,6	67,10	45	52	48	55
More	29	1,78	59,8	61,30	40	47	52	55
Raff	25	1,77	70	71,200	53	61	60	67
Tet	32	1,79	75,8	77,100	55	59	57	62
Vill	34	1,76	85,6	82,50	48	51	54	64

peut arriver par l'entraînement à lui faire fournir un travail triple sans que le muscle triple de volume (Hyde, Root et Curl). L'augmentation de puissance relèverait de deux causes :

1° une meilleure transmission des influx au niveau des plaques motrices

par diminution de « l'hétérochronisme latent » entre nerf et muscle (Lapicque) et par phénomène de « facilitation » ;

2° une meilleure utilisation, dans le muscle entraîné, des réserves d'énergie. Embden et Habs ont démontré que le taux du glycogène, dans le muscle, double et triple même, par l'entraînement. Boje a, d'autre part, démontré que, parallèlement, le réglage de la mobilisation de tous les glucides de l'organisme se faisait plus exactement. Whipple a trouvé que la myoglobine, dont la fonction est liée aux échanges d'O^2 et de CO^2 dans le muscle, passait, par l'entraînement, de 400 à 1000 mmgr. par 100 gr. de muscle de chien. « Par ailleurs, la qualité et la quantité des oxydases sont accrues (Bock, Van Caulaert), le glutathion augmente, le potentiel d'oxydo-réaction se modifie (Palladine), les surrénales s'hypertrophient et la quantité de lipides de la corticale augmente (Andersen) (1). »

Enfin, tandis que, chez le sédentaire, l'utilisation des réserves de graisses est tardive, pendant les efforts prolongés (Andersen et Lusck, Marsch, Lindhard), cette utilisation est plus prompte et plus complète, chez le sujet entraîné (Bock et Dill).

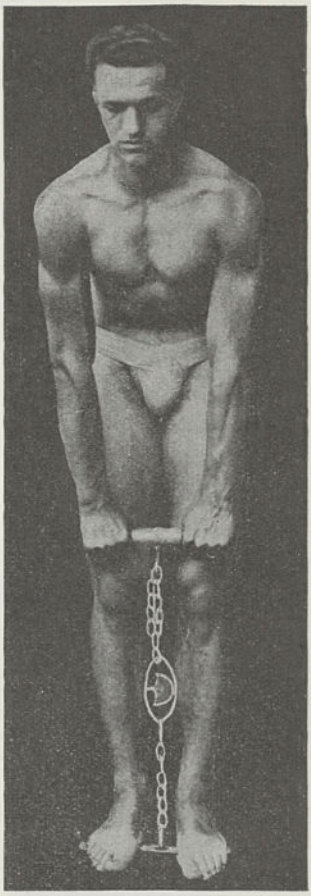


FIG. 44. — *Mesures de la force lombaire à l'aide du sthénomètre de Bloch et d'un dispositif à chaînes.*

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE ATMOSPHÉRIQUE SUR LA FORCE MUSCULAIRE DES ATHLÈTES. — PÉRIODICITÉ QUOTIDIENNE DU DYNAMISME MUSCULAIRE. — Nous avons examiné l'influence spéciale de la température atmosphérique sur la force musculaire des athlètes. Soit un groupe de quatorze sujets, de qui la moyenne des performances dynamométriques est la suivante : à 9 heures du matin, par une température extérieure de 15°, les sujets en question ayant le torse nu, et étant vêtus d'un simple pantalon et d'un caleçon : 1° force moyenne de pression de la main droite : 32 kilos ; 2° force moyenne de traction des deux bras entre lesquels se trouve interposé le dynamomètre : 45 kilos ; 3° force moyenne d'extension lombaire : 182 kilos.

Si l'on répète ces expériences, les mêmes sujets ayant été préalablement

(1) PIERRE COMBEMALE. La biologie de l'entraînement. *Echo médical du Nord*, 3e série, tome XIII, n° 1, janv. 1942.

exposés pendant cinq minutes à une température extérieure de 6°, à la même heure de la journée et se trouvant dans des conditions identiques d'habillement, on constate les résultats suivants : force moyenne de traction des deux bras entre lesquels se trouve interposé le dynamomètre : 41 kilos ; force moyenne d'extension lombaire : 170 kilos.

Enfin, dans une série d'autres expériences, on répète la même observation, alors que la température extérieure est au voisinage de 20° ; on constate que la force musculaire s'est notablement accrue : 1° force de pression de la main droite : 36 kilos ; 2° force de traction des deux bras entre lesquels se trouve interposé le dynamomètre : 47 kilos ; 3° force d'extension lombaire : 206 kilos.

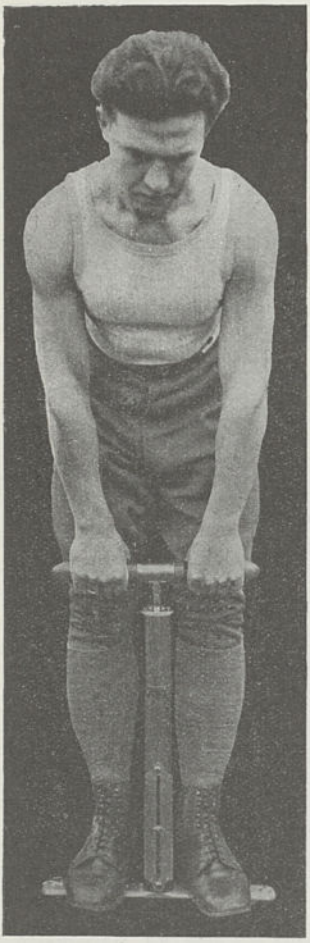


FIG. 45. — *Mesure de la force lombaire à l'aide du dynamomètre lombaire de l'auteur.*

Ces résultats ne paraissent point dépendre des modifications que la température extérieure fait subir à la masse du corps, car la température interne du corps ne varie pas. Elle ne paraît pas due davantage à la répercussion lointaine de la circulation périphérique sur la circulation intramusculaire, car l'observation prouve qu'une action réfrigérante légère et peu prolongée n'a d'effet sensible que sur le système des vaisseaux sous-cutanés. Il semble donc que c'est par voie réflexe que la force des muscles subit l'influence des variations thermiques du milieu extérieur. Broca et Ch. Richet, Lapicque, dans leurs études sur la vitesse des réflexes, ont démontré que cette vitesse diminue rapidement aux basses températures et que le pouvoir réflexe s'éteint bientôt avec le froid. Il résulte de nos observations que le système musculaire de l'homme trouve ses meilleures conditions d'activité lorsque la température extérieure est aux environs de 20°.

Au cours de nos observations, il nous a été donné de vérifier la loi de la périodicité de la force musculaire, dont la courbe quotidienne est superposable à celle de la température du corps. Le maximum de la force musculaire, chez l'homme, est, en moyenne, entre trois et quatre heures du soir et son minimum vers cinq heures du matin. Des aliments pris quatre heures avant l'instant où la courbe dynamique est à son minimum, suppriment ce minimum. Il conviendra de tenir compte de ces faits

dans les compétitions sportives internationales et de toujours faire effectuer les épreuves semblables aux mêmes heures.

Des athlètes qui seraient tenus de combattre ou de lutter dans la matinée seraient, par rapport à leurs collègues, effectuant les épreuves pendant l'après-midi, handicapés par le fléchissement physiologique de leur force musculaire (Soc. de Biologie, 5 juin 1920).

APPAREILS ENREGISTREURS DE LA FORCE MUSCULAIRE. — On a construit de nombreux dynamomètres enregistreurs ou dynamographes pour observer les variations de la force. Parmi les divers modèles, je citerai ceux de Marey, d'Héséhous (1), de Gréhant (2), de Charles Henry, de Hülss (3), de Verdin (4), de Waller. Mais ces appareils, malgré leur ingéniosité, ne suffisent nullement à enregistrer toutes les forces et composantes des forces qui se manifestent au cours du travail sportif et dans les exercices physiques divers.

Depuis quelques années, on a enregistré les efforts musculaires dans les diverses professions. Imbert (de Montpellier) a montré, le premier, tout le parti qu'il était possible de tirer de la méthode graphique pour mesurer le travail manuel des ouvriers (5). La chaussure exploratrice imaginée jadis par Marey, la semelle à soufflet de Tatin mesurent l'effort exercé par le pied sur le sol dans les exercices sportifs. Imbert appliqua le système d'enregistrement de Marey à des outils communs : le sécateur, la lime.

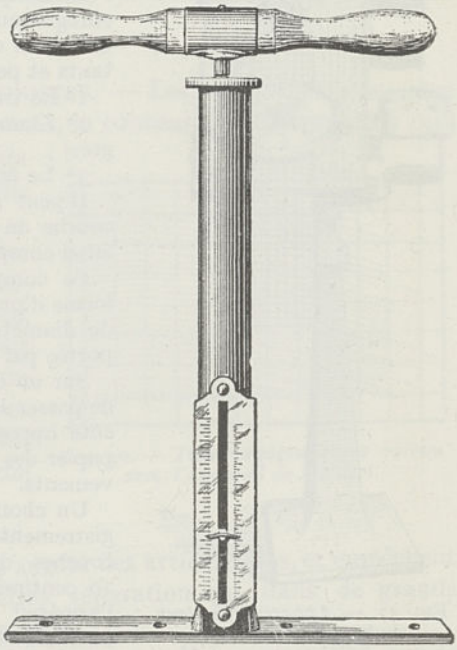


FIG. 46. — *Dynamomètre constitué par une gaine métallique au sein de laquelle est disposé un ressort à boudin. Ce ressort, fixé par une de ses extrémités à la partie supérieure de la gaine, est, au contraire, libre à son autre extrémité. En se raccourcissant, le ressort à boudin mobilise un index dont le déplacement est proportionnel au degré de déformation du ressort. Cet index suit l'extrémité mobile du ressort dans les déplacements qui lui sont imprimés ; il se déplace au-devant d'une graduation placée sur le flanc de l'appareil.*

L'*ergométrie* est l'ensemble des procédés mis en usage pour mesurer le travail musculaire, et l'*ergographie* est l'ensemble des procédés propres à l'enregistrer. Parmi les appareils ergométriques, je citerai *le frein à poids* de Laulanié ; *le bicycle ergométrique,* imaginé par les savants américains Atwater et Bénédict ; celui, plus simple et plus correct, décrit par Amar (6).

De tous les ergographes, le plus classique est celui de Mosso, à l'aide duquel on mesure le travail et la fatigue du faisceau musculaire qui fléchit le doigt médian.

(1) *Journal de physique,* 1889.
(2) *C. R. Soc. biol.,* 1891, 1892, 1897.
(3) *Zeit f. biol.,* t. XXXIII, p. 135, 1896.
(4) *C. R. Soc. biol.,* 1896.
(5) *Bulletin Insp. Travail,* n.os 1 et 2, 1909.
(6) *Journal physiol.,* 1912, p. 303.

Beaucoup d'ergographes sont basés sur le même principe que celui de Mosso. La plupart utilisent le travail du doigt médian ; Storey, remarquant une certaine gêne de ce doigt quand les autres sont immobilisés, fait travailler l'index. Trèves a imaginé un *ergographe brachial* ; enfin, Capiobianco a construit un *ergographe de jambes*.

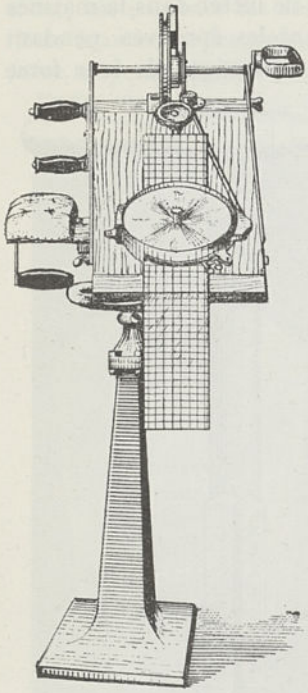


FIG. 47. — *Appareil compteur du travail de Dausset.*

Nous réserverons une place spéciale au compteur enregistreur du travail construit par le Dr Dausset. Il met en œuvre des groupes musculaires importants et permet de mesurer à tout instant :

1° Le travail produit (en kilogrammètres) ;

2° L'amplitude de chaque mouvement (en degrés) ;

3° Le nombre des mouvements exécutés.

Il peut enfin servir d'ergographe et donner la courbe de la fatigue. De la sorte, le contrôle est aussi complet que l'on peut le désirer.

Ce compteur enregistreur se présente sous la forme d'une boîte ronde et plate, de 20 centimètres de diamètre et de 4 centimètres de hauteur, supportée par un pied stable.

Sur un des côtés du compteur, une fente permet de passer la feuille destinée à l'enregistrement. Du côté opposé, un stylet inscripteur trace sur le papier des courbes indiquant l'amplitude des mouvements.

Un choix judicieux de la poulie permet l'enregistrement d'angles d'amplitudes variées sur des courbes dont le développement peut atteindre 10 centimètres ; chaque mouvement alternatif de l'appareil imprime un mouvement de va-et-vient au câble et, par suite, un mouvement alternatif au stylet. A chaque mouvement le papier avance de 1 millimètre environ, de sorte que les mouvements successifs sont représentés par des arcs parallèles espacés de 1 millimètre.

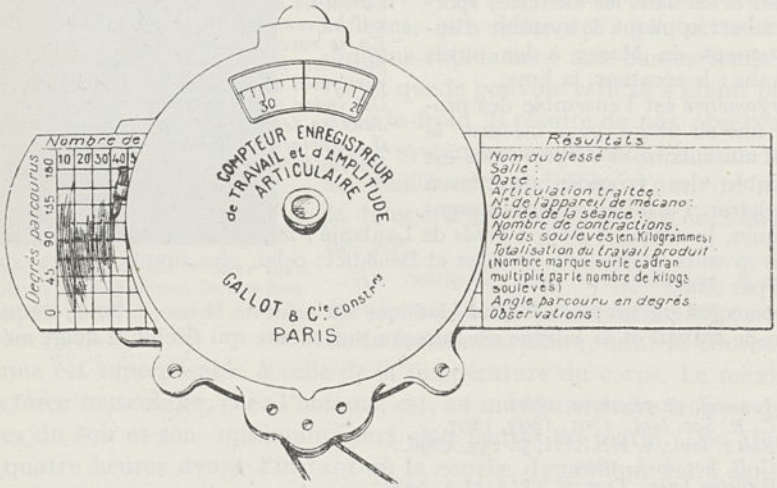


FIG. 48. — *Schéma du dispositif du disque inscripteur de l'appareil de Dausset.*

Enfin, une fenêtre, ménagée dans le couvercle, permet de voir les divisions d'un cadran mobile qui avance d'une division pour un déplacement du câble de 10 centimètres.

Si ce même déplacement de 10 centimètres correspond à un travail de *n* kilogrammètres, il suffira de multiplier le nombre lu par *n* pour connaître le travail effectué pendant l'observation.

D'autre part, le graphique indiquera à première vue le nombre et l'amplitude des mouvements effectués (fig. 47, 48, 49).

MOUVEMENTS DES MUSCLES ANTAGONISTES. — Les mouvements les plus simples demandent, pour être coordonnés, le concours synergique d'un certain nombre de muscles qui ont leurs fonctions distinctes et bien déterminées.

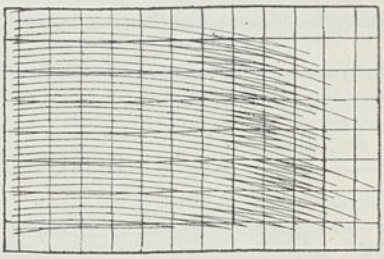


FIG. 49. — *Tracé ergographique obtenu avec l'appareil de Dausset.*

Pour produire tout leur effet sur les os à mouvoir, les muscles doivent trouver un point d'insertion fixe. Comme les insertions se font quelquefois sur des parties élastiques ou flottantes du squelette, toute une chaîne de muscles doit être en contraction pour reporter, quelquefois très loin, le point d'attache des muscles moteurs.

Ces muscles *fixateurs* servent aussi, dans bien des cas, de ligaments actifs autour des articulations, et empêchent la séparation des surfaces articulaires, séparation qui, dans de grands efforts, pourrait aller jusqu'à la luxation.

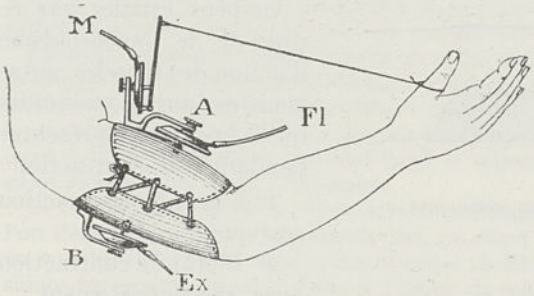


FIG. 50. — *Dispositif pour l'inscription simultanée du durcissement des muscles fléchisseurs et extenseurs de l'avant-bras et du mouvement de l'avant-bras* (d'après Demeny).

A, tambour de Marey enregistrant les variations de dureté des muscles fléchisseurs. — B, tambour de Marey enregistrant les variations de dureté des muscles extenseurs.

Une autre action synergique importante est encore nécessaire pour assurer la précision des mouvements ; nous voulons parler de l'action des muscles *antagonistes* qui règlent la vitesse, évitent les à-coups et les chocs nuisibles aux organes eux-mêmes.

Les muscles antagonistes entrent en jeu à des instants convenables pour modérer l'action des muscles moteurs, régler la vitesse des mouvements et, dans certains cas, accroître l'effet utile des muscles moteurs en augmentant leur tension.

Depuis longtemps déjà, les auteurs ont signalé la synergie des muscles

antagonistes ; la simple exploration au toucher suffit en effet pour en avoir la notion.

Il est intéressant de rechercher à quel moment du mouvement les muscles antagonistes interviennent, quel est le synchronisme de leur action et de celle des muscles moteurs.

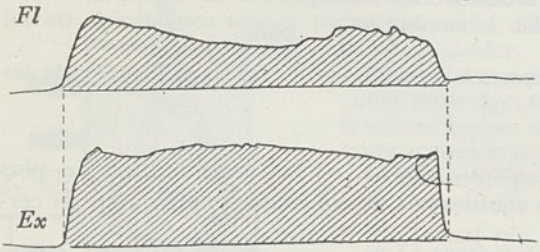


FIG. 51. — *Contraction statique des muscles antagonistes* (d'après Demeny).

Fl, Tracé de la contraction des fléchisseurs. – *Ex*, Tracé de la contraction des extenseurs.

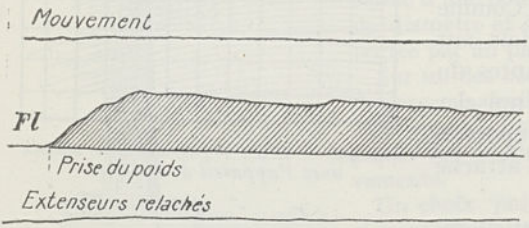


FIG. 52. — *Effort statique des fléchisseurs sous l'influence d'un poids de 10 kilogrammes tenu à la main ; relâchement des extenseurs* (d'après Demeny).

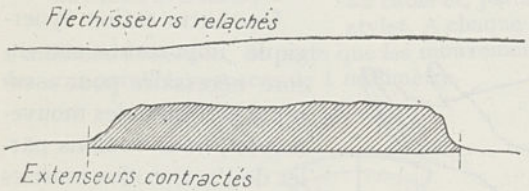


FIG. 53. — *Effort statique des extenseurs* (d'après Demeny).

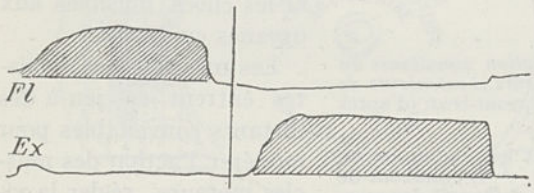


FIG 54. — *Résistance des fléchisseurs à un effort d'extension et des extenseurs à un effort de flexion* (d'après Demeny).

Pour se placer dans des conditions aussi simples que naturelles, on peut analyser ce qui se passe dans les muscles fléchisseurs et extenseurs. On inscrit simultanément les contractions des muscles biceps et triceps brachiaux, en même temps que le mouvement de l'avant-bras au moyen d'un dispositif imaginé par Marey.

Un brassard de gutta-percha, divisé en deux parties, porte deux myographes explorateurs du durcissement des muscles A et B (fig. 50).

On peut étudier par ce procédé le synchronisme d'action des muscles antagonistes dans les trois états qu'ils peuvent présenter pendant leur contraction :

1° L'état de contraction statique ;

2° L'état de contraction avec raccourcissement ;

3° L'état de contraction avec élongation.

CONTRACTION STATIQUE VOLONTAIRE DES ANTAGONISTES. — On peut volontairement contracter synergiquement les antagonistes et immobiliser ainsi l'avant-bras avec solidité. Les tracés obtenus (fig. 51) montrent que les muscles sont dans un

état de tension variable ; ils réagissent les uns sur les autres et sont le siège de vibrations rapides.

Cette contraction statique des antagonistes n'a pas lieu lorsque l'on fait agir une résistance extérieure.

Si l'on soutient un poids à la main, l'avant-bras fléchi sur le bras à angle droit, les fléchisseurs entrent en contraction et les extenseurs sont relâchés (fig. 52).

L'inverse se produit quand on exerce un effort statique d'extension (fig. 53).

Le relâchement des antagonistes se produit encore quand on exerce un effort statique contre une résistance quelconque.

Ainsi, lorsque nous immobilisons notre bras en plaçant le coude sur une table et que, saisissant notre poignet, un aide cherche à produire l'extension de l'avant-bras, pendant que nous résistons statiquement, les extenseurs tombent dans le relâchement (fig. 54).

Il en est de même lorsque le sujet exerce soit une traction, soit une poussée sur un obstacle fixe, par exemple, lorsque le sujet s'appuie sur une table et fait supporter le poids de son corps par la main, le bras étendu.

Dans le cas où un poids est porté à la main, le bras étendu, on voit entrer en contraction les fléchisseurs et les extenseurs. L'effet de cette contraction est vraisemblablement de soulager l'articulation du coude et celle de l'épaule, sur lesquelles la traction du poids s'exerce dans toute son intensité.

Mouvements auxquels on oppose une résistance. — Si l'on exerce sur l'avant-bras un effort d'extension, deux cas peuvent se présenter : ou bien l'avant-bras se fléchit malgré cet effort, ou bien il s'étend passivement.

Ces deux cas correspondent à un travail positif ou à un travail négatif des muscles moteurs. Les fléchisseurs sont, en effet, tantôt raccourcis, tantôt étirés. Si l'on soutient un poids dans la main, l'avant-bras fléchi, et que l'on diminue la contraction des fléchisseurs, l'avant-bras s'étend, les fléchisseurs sont étirés en restant contractés, et les extenseurs restent relâchés comme dans l'effort statique.

Si l'on exécute successivement une flexion et une extension de l'avant-bras, la main chargée d'un poids, les fléchisseurs demeurent en contraction tant que dure la flexion ; puis, quand l'extension commence ils se laissent étirer en diminuant de tension. Pendant ce temps, les extenseurs restent dans un état de tonicité sans qu'on puisse dire qu'ils soient dans un état de contraction active.

Lorsque, saisissant l'avant-bras d'un sujet en expérience, on cherche à produire la flexion ou l'extension pendant qu'il résiste à cette action par un effort contraire, sans pour cela empêcher le mouvement de se produire passivement, on voit, lorsque le sujet résiste à un effort de flexion, les extenseurs entrer violemment en action pendant que les fléchisseurs tombent dans le relâchement, et inversement, quand le sujet résiste à un effort d'extension.

Si l'on exécute les deux mouvements précédents, successivement, c'est-à-dire si l'on fléchit l'avant-bras qui résiste par un effort actif d'extension et inversement, on voit les courbes de tension des muscles fléchisseurs et extenseurs présenter des sinuosités en sens inverse l'une et l'autre, de telle sorte que la courbe de tension des extenseurs suit les inflexions de celle du mouvement de flexion ou d'extension.

Mouvement continu de va-et-vient. — Au début du mouvement continu de flexion et d'extension, on remarque que la tension des fléchisseurs s'accroît très vite, que les extenseurs étirés accusent aussi un durcissement croissant. Puis on voit la tension des fléchisseurs baisser pendant que celle des extenseurs s'élève. Les extenseurs arrivent au maximum de leur dureté avant que l'extension ait commencé.

Pendant l'extension, les fléchisseurs se détendent pour se contracter un peu avant la fin du mouvement. Cette contraction est accompagnée d'une augmentation de la

tension des extenseurs ; cette augmentation a lieu à fin de course ; les fléchisseurs redoublent leur action à ce moment et ainsi de suite.

En résumé, les antagonistes se relâchent pendant le mouvement toutes les fois qu'une résistance extérieure agit dans le sens de leur action, que cette résistance extérieure soit vaincue ou non par les muscles qui luttent contre elle, que ces muscles se raccourcissent ou bien subissent une élongation.

Dans les mouvements naturels, il y a, en général, synergie des antagonistes qui agissent comme modérateurs de la vitesse et entrent en jeu un peu avant que le mouvement ait cessé ou changé de sens.

MORPHOLOGIE MUSCULAIRE ET MOUVEMENT. — De même qu'il y a des lois qui régissent l'attitude de l'homme et ses mouvements, de même aussi il y a

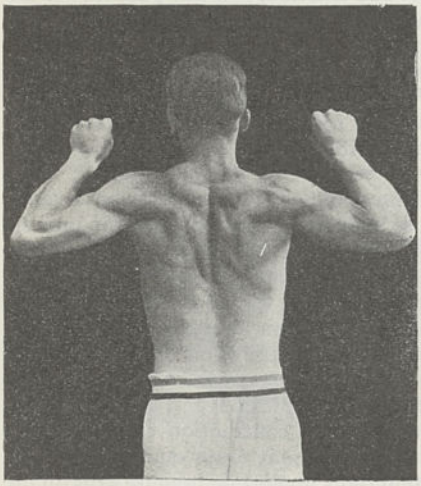


FIG. 55.
Morphologie dorso-scapulaire d'un boxeur.

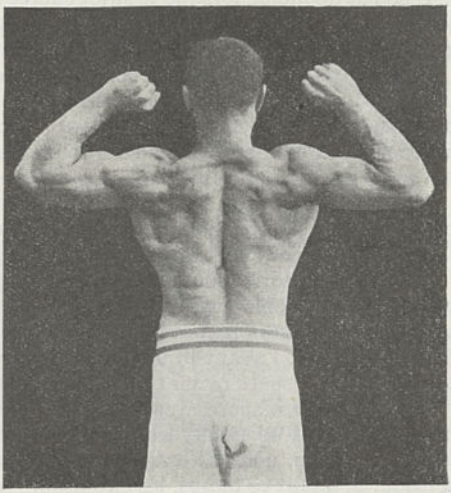


FIG. 56.
Morphologie dorso-scapulaire d'un lutteur.

une relation constante entre la forme des différentes parties du corps et la nature du mouvement exécuté.

Le repos est caractérisé par le relâchement des muscles et par la mollesse des formes. Dans l'effort statique, les saillies musculaires s'exagèrent.

Dans l'effort avec mouvement, les reliefs augmentent aussi, mais ils présentent un autre aspect que dans les contractions statiques.

La complexité des synergies musculaires dans l'état dynamique pouvait faire entrevoir cette différence ; mais, au lieu d'indications vagues, la photographie montre d'une façon précise les différentes formes que prennent successivement les muscles dans un mouvement déterminé.

On reconnaît ainsi que chaque phase du mouvement possède sa forme correspondante et que cette forme est constante pour la même espèce de mouvements et à la phase qu'on observe.

La jambe du marcheur n'a pas la forme extérieure de celle d'un coureur.

La jambe qui supporte le poids du corps pendant l'appui du pied ne ressemble en rien à celle qui oscille.

Le modelé d'un bras qui se fléchit n'est pas celui d'un bras qui s'étend. Le modelé du bras qui se fléchit et s'étend par un mouvement continu de va-et-vient, n'est pas non plus celui d'un bras qui s'étend brusquement pour s'arrêter ensuite.

Ainsi il y a des formes caractéristiques du repos, de l'effort statique et de l'état dynamique des muscles de l'homme. Les séries photographiques permettent de saisir, dans les différentes phases des mouvements, les attitudes

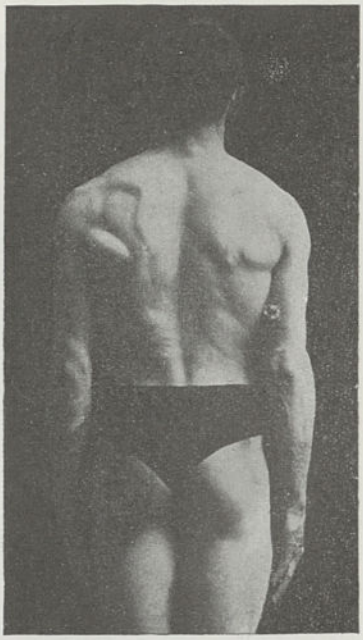


FIG. 57. — *Epaules au repos.* (Iconographie de l'Ecole de Joinville.)

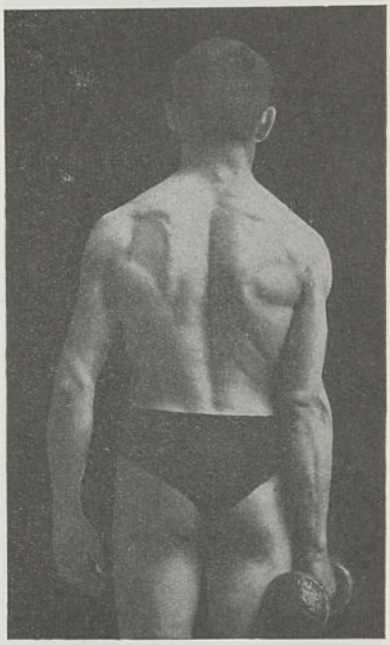


FIG. 58. — *Changements dans le modelé de l'épaule qui supporte un poids lourd.* (Iconographie de l'Ecole de Joinville.)

comparables ; elles montrent, de plus, qu'une image unique suffit, dans certains cas, pour reconnaître, d'après le modelé seul, la nature du mouvement. On peut faire une étude de la physiologie des mouvements de l'homme d'après la forme extérieure et éclairer ainsi le mécanisme des associations musculaires. Cette étude devrait trouver sa place dans l'éducation des artistes. Elle leur permettrait de donner à la représentation du mouvement une forme plus variée, plus expressive et plus vraie que celle qui consiste à appliquer à l'homme en mouvement les données obtenues sur l'homme au repos (fig. 55 à 64).

Morphologiquement, c'est la plus ou moins grande tonicité des muscles qui

les rend aplatis ou globuleux. Chez l'athlète de foire, le tonus développé d'une façon exagérée aux dépens mêmes de l'élasticité leur donne ce que les critiques d'art du XIXe siècle appelaient les muscles ronflants à la florentine. Chez l'athlète de vitesse, le pur sang, le lévrier, le tonus musculaire est relativement faible, mais l'élasticité est grande, la contraction rapide : on voit quelle importance peuvent prendre en morphologie de semblables différences dans un appareil qui constitue chez l'homme environ la moitié de son poids.

A ce polymorphisme extérieur correspondent des différences physiologiques. Les histologistes et les physiologistes ont reconnu que le muscle de pur sang et celui du leveur de poids étaient différents. Les travaux de Brendgeest, de Bottazi, de Mosso et de bien d'autres ont établi que le tissu musculaire strié était un complexe formé de deux muscles, l'un lisse auquel étaient liées les qualités toniques, l'autre strié dont dépendait la contraction volontaire. Ces deux muscles, bien qu'intimement mélangés, présentent cependant les plus grandes différences : leur innervation, leur genre et leur mode de travail, les substances utilisées, les déchets produits, tout est différent ; et c'est la prédominance de l'un ou de l'autre qui produit le muscle globuleux

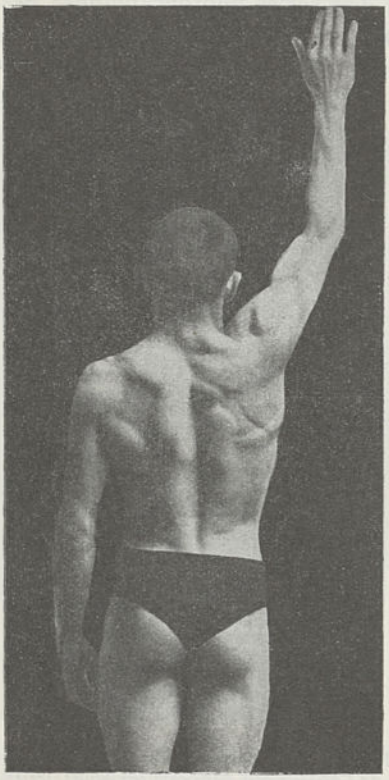


FIG. 59. — *Elévation du bras.* (Iconographie de l'Ecole de Joinville.)

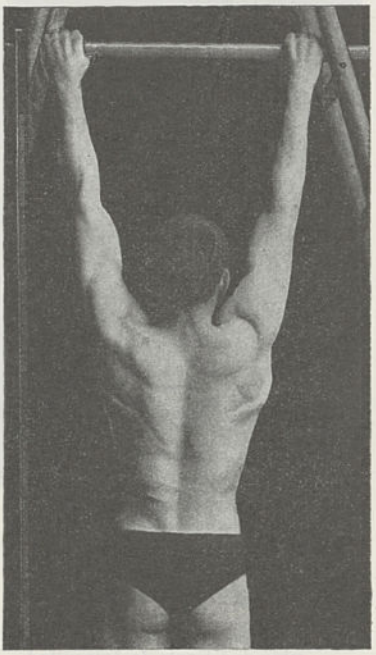


FIG. 60. — *Suspension par les bras.* (Iconographie de l'Ecole de Joinville.)

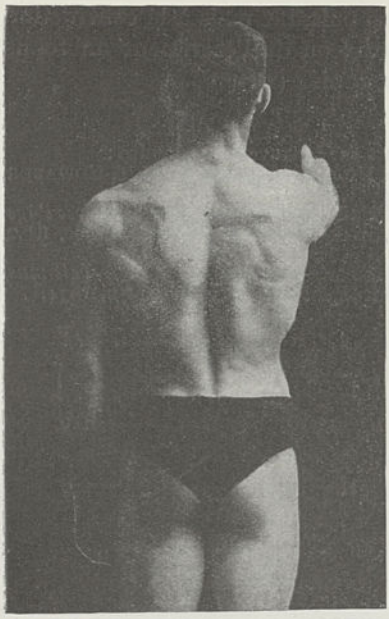


FIG. 61. — *Projection du bras en avant* (Iconographie de l'Ecole de Joinville.)

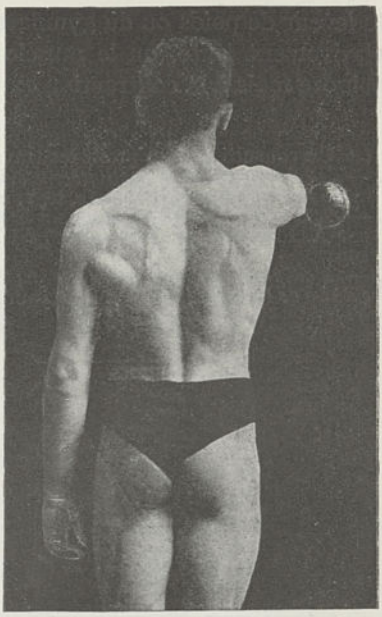


FIG. 62. — *Projection du bras en avant et maintien d'un poids dans cette position.* (Iconographie de l'Ecole de Joinville.)

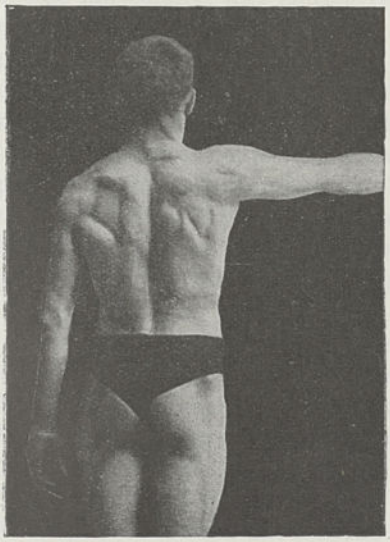


FIG. 63. — *Bras droit étendu et supportant un poids.* (Iconographie de l'Ecole de Joinville.)

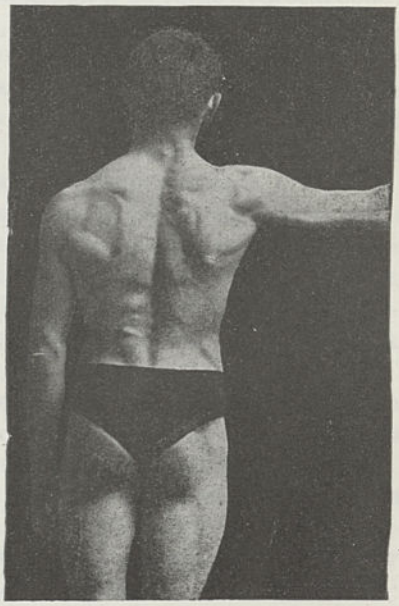


FIG. 64. — *Bras droit tendant à s'abaisser, mais gêné par une résistance qui s'oppose à son mouvement.* (Iconographie de l'Ecole de Joinville.)

du leveur de poids ou du gymnaste au tonus puissant mais à la contraction relativement lente, ou le muscle du pur sang ou de l'escrimeur au tonus moindre mais à la contraction extrêmement rapide (1).

(1) On consultera avec profit les travaux suivants sur le travail musculaire :

1. — *Les combustibles de l'activité musculaire*, par B. DILL, B. F. JONES et H. T. EDWARDS, in *Le travail humain*, 2e année, nº 1, mars 1934.
2. — *Action de l'exercice physique sur la pression artérielle chez l'enfant ; évolution avec l'âge*, par A. FESSARD, D. KONARSKI et H. LAUGIER, in *Le travail humain*, 2e année, nº 2, 1934.
3. — *Modifications fonctionnelles dans l'organisme humain provoquées par un travail musculaire de longue durée*, par E. MARCHAC, in *Le travail humain*, 2e année, nº 2, 1934.

CHAPITRE VI

INFLUENCE DE L'EXERCICE SUR LA CHALEUR ANIMALE ET SUR LES FONCTIONS D'EXCRÉTION. SUEUR ET URINES PENDANT L'EXERCICE

TEMPÉRATURE INTÉRIEURE DU CORPS PENDANT LE TRAVAIL MUSCULAIRE. — On ne se sert pas assez du thermomètre dans les établissements d'éducation physique. C'est un moyen excellent, à la portée de tous, de contrôler de quelle manière un organisme se comporte pendant le travail musculaire.

Nous savons qu'un muscle qui travaille s'échauffe. Dans l'être vivant la relation entre le travail mécanique et la chaleur se retrouve, mais ne suit que d'une manière approchante les mêmes lois que dans les moteurs inanimés. « Le muscle, écrit Doyon, procède de cette façon : l'excitation nerveuse qui l'atteint joue en lui le rôle de l'étincelle qui enflamme le mélange explosif de la machine à gaz ; elle provoque la combustion d'un corps hydrocarboné : le glycogène. Chaque excitation nerveuse, au commencement de chaque secousse musculaire, met en liberté une certaine quantité d'énergie dont une part notable contribue d'emblée à l'échauffement du muscle et dont une part moindre, un tiers, pour fixer les idées, est absorbée par le travail positif de la montée (première phase) ; puis cette énergie est restituée sous forme de chaleur par le travail négatif de la descente (deuxième phase).

« ... En somme, dans le cas d'une secousse musculaire qui soulève un poids pour le laisser redescendre, toute l'énergie libérée apparaît bien sous forme de chaleur dans la durée de la secousse totale, mais elle est répartie en deux lots, l'un à la montée, qui en représente les deux tiers, et l'autre à la descente, un tiers seulement. Le muscle dégage plus de chaleur à la montée qu'à la descente (1). »

Sous l'influence de l'exercice, les muscles, le foie, les reins, les glandes en général, le cerveau et surtout le sang s'échauffent. Des mesures pratiquées directement dans ces organes l'attestent. Davy, Jürgensen, Wunderlich Forel et d'autres physiologistes ont constaté après l'exercice musculaire, la marche, la course, des élévations de la température rectale ou axillaire variant entre un demi et 2 degrés. Mosso a fait les mêmes observations sur lui-même, au cours d'une marche forcée de deux jours.

(1) *Traité de Physiologie* : Calorification, p. 379-380.

Richet a relevé le chiffre de 41° C. chez un chien après un violent combat.

Ces chiffres, déjà fort significatifs, peuvent être notablement plus élevés dans quelques cas particuliers. Flack, professeur de physiologie au London College Hospital, a examiné au point de vue thermique, un certain nombre de coureurs et a noté des différences fort curieuses.

Chez un sujet jeune (ils étaient tous à peu près du même âge), après une course de 200 yards, on trouve (température interne) 38°2 ; chez un autre, 38°3 ; chez un troisième, après une course d'un demi-mille, 39°. Un cinquième coureur donne une fois 39°4 après une course d'un mille ; une seconde fois, environ 40° après une course de 3 milles (4 kilomètres 173).

Chez des joueurs de rugby, par un temps frais, mais ensoleillé, les observations faites de dix minutes à une demi-heure après la fin de la partie, ont donné des chiffres qui oscillent, suivant les sujets et suivant le laps de temps écoulé entre le moment de l'examen et celui de la cessation de l'exercice, entre 38°6 et 40°.

Dans un cas qui semble être tout à fait exceptionnel, la température prise (chez le même sujet) après une course d'un mille, a donné 39°6 C. ; après une course de 3 milles, 40° C., et enfin après une autre course de 3 milles, 41° C. Ce sujet avait, avant la course, une température de 38°, tout en jouissant d'une excellente santé. La température de 41°, après la course de 3 milles, mit un assez long temps à redescendre à la normale ; quatre heures après, elle était environ de 38°, et le lendemain de 37°6.

Voici les élévations thermiques que nous avons observées chez quelques-uns des stagiaires de l'Ecole de Joinville à la suite du travail musculaire. Elles sont relevées au hasard, parmi un grand nombre d'autres observations, et ont trait à des escrimeurs et à des spécialistes des courses de fond.

VARIATIONS DE TEMPÉRATURE INTERNE PENDANT LE TRAVAIL

NOMS	DATE ET HEURE	DURÉE DU TRAVAIL (*Assaut d'escrime*)	TEMPÉRATURE	
			Avant l'assaut	*Après l'assaut*
Bar.....	21 janvier 1921, 16 h. 5.	15 minutes.	37°5	38°6
Bour.....	—	—	37°2	38°3
Char.....	—	—	37°5	38°0
Besn.....	—	—	38°1	38°7
Cab.....	28 janvier 1921, 15 h. 35.	—	37°7	38°1
Quaj.....	—	—	37°8	38°3
Bourg.....	1er février 1921, 16 heures.	—	37°1	38°0
Barl.....	—	—	37°4	38°5
Bosl.....	8 février 1921, 15 h. 45.	—	37°8	38°2
Chard.....	—	—	37°3	37°8
Quay.....	18 février 1921, 16 heures,	—	37°6	38°1
Cabo.....	—	—	37°7	37°9

Les observations précédentes ont porté sur des sujets de vingt à vingt et un ans n'ayant que trois semaines d'entraînement régulier.

NOMS	DATE ET HEURE	DURÉE DU TRAVAIL (*Assaut d'escrime*)	TEMPÉRATURE	
			Avant l'assaut	*Après l'assaut*
Fay.....	18 janvier 1921, 15 h. 45.	15 minutes.	37°5	37°9
Herl.....	—	—	37°4	37°6
Fleur.....	—	—	37°3	37°5
Imb.....	—	—	37°2	37°6
Ray.....	28 janvier 1921, 16 heures.	—	37°3	37°7
Dur.....	—	—	37°1	37°3
Tar.....	1er février 1921, 15 heures.	—	37°2	37°7
Leco.....	—	—	37°3	37°8
Tri.....	8 février 1921, 15 h. 30.	—	37°1	37°4
Mar.....	—	—	37°5	37°9

Les observations précédentes ont porté sur des jeunes sujets de vingt à vingt et un ans, ayant plus de deux mois et moins de quatre d'entraînement régulier.

NOMS	DATE ET HEURE	DURÉE DU TRAVAIL (*Assaut d'escrime*)	TEMPÉRATURE	
			Avant l'assaut	*Après l'assaut*
De Conn....	22 janvier 1921, 15 h. 30.	15 minutes.	37°2	37°6
Gros.....	—	—	37°3	37°7
Fauc.....	25 janvier 1921, 15 heures.	—	38°	38°1
Hotel.....	—	—	36°8	36°8
Sim.....	28 janvier 1921, 16 h. 10.	—	38°5	38°8
Math.....	—	—	37°3	38°2
Gras.....	1er février 1921, 15 h. 45.	—	37°1	37°5
Corm.....	—	—	37°7	38°
Hort.....	4 février 1921, 16 heures.	—	36°4	37°3
Rur.....	—	—	37°6	38°
Math.....	8 février 1921, 17 heures.	—	38°1	38°5
Arit.....	—	—	37°5	37°9
Decam.....	15 février 1921, 16 h. 10.	—	37°3	37°7
Gras.....	—	—	37°9	38°1

Les observations précédentes ont porté sur des maîtres d'armes de vingt-huit à trente-cinq ans, techniciens habiles, mais très inégalement entraînés au point de vue de la résistance à la fatigue.

NOMS	DATE ET HEURE	DURÉE DU TRAVAIL (*course de 5.000 mètres*)	TEMPÉRATURE	
			Avant l'assaut	*Après l'assaut*
Faye.....	31 janvier 1921, 15 h. 10.	25 minutes.	37°4	38°5
Here.....	–	—	36°8	37°9
Leco.....	2 février 1921, 16 heures.	10 minutes.	37°4	38°8
Tri.....	—	—	36°7	37°8
Bros.....	10 février 1921, 15 h. 10.	20 minutes.	37°2	38°
Horl.....	—	—	37°5	38°4

Les observations précédentes ont porté sur des coureurs de vingt et un ans bien entraînés au sport de la course.

Les émotions contribuent aussi à faire varier la température du corps humain. Martin a vu la température monter de 35°5 à 37°5, au cours d'un violent accès de colère, et redescendre à 35°7 sous l'empire de la frayeur, pour se relever bientôt à 36°2. Mosso a fait des constatations du même genre.

La température de l'homme est une des moins élevées parmi celles enregistrées chez les mammifères. Elle oscille, perpétuellement, autour d'un chiffre moyen, qui, pour chaque individu, a une certaine constance.

Il s'agit d'une sorte de *coefficient thermique* propre à chacun de nous.

Pour Jürgensen, la température moyenne de l'homme serait de 37°7.

Pour Wunderlinch.....	37°35
Pour Jager	37°13
Pour Redard	37°65
Pour Richet	37°45

Le maximum de la température est observé vers quatre heures du soir et répond à l'instant de la journée où les excitations des systèmes musculaire et nerveux ont leur plus grande activité. Le minimum est vers quatre heures du matin, moment où la sédation de ces systèmes est profonde, à la suite du sommeil. Les actes de la digestion jouent aussi un rôle dans les oscillations quotidiennes de la température.

Dans les climats chauds, la température interne s'élève souvent de 1 degré et même davantage (Davy). Dans les pays tempérés, Forel, opérant sur lui-même, a constaté que les chiffres qu'il relevait pendant l'été, excédaient légèrement ceux qu'il recueillait en hiver.

Enfin Richet a remarqué que les moyennes générales de la température, aux différents âges, étaient les suivantes :

Naissance.....	38°8
Demi-heure après	36°6
Dix jours suivants.....	37°6
Enfance et adolescence.....	37°6 à 37°
Age adulte.....	37°
Vieillesse.....	37°1

Le chien, le lapin, le cobaye, le mouton, le veau, le bœuf et le porc ont des températures moyennes oscillant entre 39°1 et 39°7. Le cheval a une température de 37°7, mais elle est sujette à de très grandes variations (de 35 à 39). Le singe a une température assez constante aux environs de 38°1.

LUTTE CONTRE L'ÉLÉVATION DE LA TEMPÉRATURE INTERNE. — Chez l'homme, les limites extrêmes de la température compatibles avec la vie sont entre 24° et 44° ; soit un écart de 20° (Doyon) ; mais il faut savoir que la gravité de l'élévation ou de l'abaissement thermique tient moins au degré enregistré par le thermomètre qu'à la prolongation de cet état anormal. On a observé 44° au cours d'accès palustres courts chez des sujets qui ont survécu.

L'homme lutte contre la chaleur en augmentant sa déperdition de calorique. Il le fait de deux manières :

1° Par le mécanisme de la *vaso-dilatation périphérique* à la faveur de laquelle le sang pénètre largement dans le réseau veineux sous-cutané et perd par rayonnement une partie de sa chaleur ;

2° *Par l'évaporation de la sueur*, à la surface de la peau, sous l'influence des nerfs *sudoripares*, qui provoquent une sécrétion abondante de sueur.

L'action réfrigérante due à ce dernier procédé est importante. En effet, 1 gramme d'eau absorbe, pour se vaporiser, environ 580 micro-calories. Ce qui revient à dire que la température de 580 grammes de nos tissus est abaissée de 1° par cette vaporisation. L'évaporation de 125 grammes d'eau abaissera donc de 1° la température du corps d'un adulte pesant 72 kilogrammes 500.

Le premier procédé est de beaucoup le moins efficace, surtout lorsque la température extérieure s'élève. Ce qui précède nous donne l'une des raisons pour lesquelles les sports, demandant une grande dépense musculaire, dégageant, par conséquent, beaucoup de chaleur (foot-ball, cross), sont des sports d'hiver.

L'évaporation se fait d'autant plus activement que l'atmosphère est plus sèche, d'autant plus lentement que l'air est plus rapproché de son point de saturation par la vapeur d'eau.

L'évaporation n'a pas seulement lieu sur la peau, elle se produit aussi sur la surface pulmonaire. Chaque mouvement d'expiration rejette de l'air saturé de vapeur d'eau. A chaque inspiration, l'air non saturé venu de dehors se sature, à son tour, dans les voies respiratoires et soustrait au sang des poumons un certain nombre de calories. Un adulte d'un poids de 65 kilogrammes perd, en vingt-quatre heures, environ 600 grammes d'eau, de cette manière. Cette quantité d'eau absorbe, pour se vaporiser, $600 \times 0{,}580 = 348$ grandes calories. Pendant un exercice assez vif, cette quantité augmente beaucoup et peut être décuplée.

Chez les animaux, comme le chien, à peu près complètement privés de glandes sudoripares, la réfrigération du sang se fait presque exclusivement par les poumons. Aussi voit-on de tels animaux, dont le rythme respiratoire,

au repos, est de 18 ou 20 mouvements par minute, avoir jusqu'à 250 respirations dans le même laps de temps, lorsqu'ils sont exposés au soleil ou soumis à une course vive. Leur langue pend hors de la gueule et offre le maximum de surface à la vaporisation. La quantité d'eau ainsi évaporée est élevée. Elle peut atteindre, chez un chien de forte taille, plus de 10 grammes par heure et par kilogramme. D'après les calculs de Richet, cet animal peut, dans ces conditions, faire deux fois plus de froid qu'il ne produit de chaleur.

Au cours des exercices physiques, la température centrale du corps humain ne doit pas sensiblement s'élever chez un sujet sain, sauf lorsqu'il s'agit d'exercices violents et prolongés. Mais, à la suite des leçons ordinaires de culture physique, une élévation de température de plus d'un demi-degré, ou 1° au maximum, doit immédiatement faire soupçonner une lésion organique cachée (insuffisance rénale ou hépatique, souvent), ou la présence, jusqu'alors méconnue, d'un germe pathogène latent. Dans ce dernier cas, il s'agit, 80 fois sur 100, du bacille de la tuberculose localisé en un point de l'organisme, presque toujours dans les poumons. Suractivé par la perturbation organique qui accompagne l'exercice physique, il met brusquement en liberté ses toxines. Ces dernières sont essentiellement thermogènes et provoquent l'apparition de la fièvre. Ces faits doivent être connus de tous ceux qui se consacrent à l'éducation physique.

Daremberg imposait à ceux de ses malades qu'il supposait atteints de tuberculose, ce qu'il appelait l'épreuve de la marche. Il leur faisait parcourir quelques kilomètres à pied et à l'allure de 4 kilomètres 500 à l'heure. Il notait leur température avant et après la performance et considérait comme suspects de tuberculose les sujets chez lesquels la température centrale s'était élevée de plus de 1°5 dans la demi-heure qui suivait l'épreuve.

Composition de la sueur pendant les périodes de repos. — La sueur contient, d'après les auteurs classiques (L. Wolf, Funke, Picard), de l'eau, de l'urée, des acides sulfoconjugués, du chlorure de sodium, des sulfates, des phosphates terreux et alcalins, de la cholestérine et des acides gras volatils de la série grasse (caproïque, caprilique, formique, butyrique, etc.) qui lui donnent son odeur variable, selon que tel ou tel mélange d'acides volatils est prédominant. L'odeur est une qualité héréditaire et familiale ; elle est en relation directe avec la composition du milieu intérieur des différents sujets, dans chaque famille.

Le dosage des composants de la sueur démontre que ces composants sont groupés dans des proportions extrêmement variables suivant les circonstances de repos, de travail, de température extérieure, de santé, de maladie, etc.

La nomenclature même de ces composants ne saurait être établie *ne varietur*. Elle est fonction de l'alimentation et des états physiologiques les plus divers.

D'après Chatron (1) qui examinait la sueur recueillie dans les étuves de Plombières, sa composition varie dans les limites ci-après :

pH	3,4 à 8,4	Urée	0,18 à 1,90
Chlorures (exprimés en NaCl)	2,0 à 10,80 (par litre)	Ammoniaque	0,04 à 0,21
		Acides aminés	0,016 à 0,047
		Acide lactique	0,71 à 1,60
Sulfates et phosphates.	traces	Acide urique	0,002 à 0,004
Azote total	0,25 à 1,60	Glucose	0,028 à 0,50

Lorsque la sudation se prolonge, la réaction de la sueur, d'acide qu'elle est au début, devient toujours alcaline, et la teneur en sels minéraux croît, tandis que celle des substances organiques diminue.

La sueur contient en proportion élevée des *bases fixes*, véritable sécrétion particulière, ce qui la différencie nettement de l'urine. Elle est par cela même éliminatrice de produits qui lui sont propres.

Voici, d'autre part, les valeurs fournies par R. Delas qui prélevait ses échantillons de sueur pendant le repos, au vaporarium de Luchon, où les sujets étaient soumis aux effets d'émanations sulfurées, vers 40°, en milieu radioactif.

	Valeurs extrêmes	*Valeurs moyennes*
pH	4,7 à 8,2	6,9
Chlorures (en NaCl)	1,10 à 5,05 ‰	2,50 ‰
Azote hypobromite	0,108 à 1,90	
Urée	0,21 à 3,77	0,83
Ammoniaque	0,045 à 0,59	0,156
Acide urique	0,011 à 0,035	0,019
Créatinine	0,013 à 0,038	0,019
Azote aminé	0 à 0,058	0,0189

En outre, un peu de cholestérol (0,05 au plus) d'origine peut-être sébacée ou épidermique (Les sujets en question sont habituellement atteints d'affections chroniques de nature rhumatismale).

La sueur obtenue au repos et dans ces conditions de température, a une composition extrêmement variable. Très diluée chez certains sujets, elle devient chez d'autres, du moins dans certains états, un agent d'élimination accessoire, mais non négligeable, si l'on considère les quantités assez notables d'urée, d'ammoniaque, de chlorures perdues par cette voie. Le plus souvent la teneur en ces constituants y est trop réduite, d'après Delas, pour qu'on puisse en concevoir l'idée d'une « vicariance » habituelle vis-à-vis du rein (2). Cependant, il n'est pas douteux que l'élimination sudorale supplée l'élimination urinaire et la complète, chaque fois que, pour une raison quel-

(1) *Bullet. Soc. Chim. Biol.*, 1933, p. 1107.
(2) R. Delas. Composition de la sueur provoquée par un excitant thermique. *Soc Méd. Chir. Phar. de Toulouse*, janvier 1932.

conque, les reins sont déficients et éliminent incomplètement les poisons urinaires.

Il peut être intéressant d'étudier la topographie, l'intensité et l'allure de la transpiration. Dans ce but, il est indiqué d'employer le procédé de Minor qui permet de suivre à vue d'œil la dynamique de la transpiration. On enduit la partie de la peau que l'on veut étudier de la solution suivante :

Huile de ricin.....	10
Teinture d'iode (à 10 %)	15
Alcool	75

Enduite de cette solution, la peau sèche vite, on la couvre ensuite d'une légère couche bien égalisée d'amidon de riz. Grâce à la présence de l'amidon et de l'iode, la moindre apparition de sueur se décèle par une coloration bleu foncé. D'abord paraissent des points isolés qui permettent de compter les pores des glandes sudoripares, puis se forment des îlots, des taches compactes, enfin, toute la partie enduite devient foncée.

On peut ainsi fixer par la photographie les phases successives de la transpiration.

Yas Kunos (1) a recherché la signification physiologique de la transpiration. Il a pu distinguer de la transpiration du corps qui apparaît exclusivement à l'occasion d'une élévation de la température ambiante et dont le rôle essentiel est certainement de régulariser la température, la transpiration de la paume des mains et de la plante des pieds, qui est tout à fait spéciale, qui apparaît, non à l'occasion de la chaleur, mais au cours de l'effort intellectuel ou des émotions.

Cette transpiration « mentale » est destinée sans doute à faciliter le travail physique, car elle s'observe dans toutes les variétés de mammifères ; en outre, elle a un rôle protecteur sur la peau des mains et des pieds, qui, grâce à cette sécrétion continue, garde une souplesse parfaite, malgré ses contacts incessants avec le milieu extérieur.

Il convient de signaler, en outre, l'existence d'une *perspiration cutanée* insensible, à l'état de repos. Elle est constituée par une exhalation continue de vapeur d'eau. D'après Jean Meyer (2), cette perspiration qui est fonction de la surface du corps, de la température extérieure, de la nature des vêtements, etc., serait voisine, à l'état de repos, de 30 grammes par mètre carré et par heure, avec des variations individuelles de 34 % en plus ou en moins.

Composition de la sueur pendant le travail musculaire. — Au cours de l'entraînement et pendant les phases du travail musculaire, le vaste émonctoire sudoral, réparti en nappe à la surface du corps, fonctionne activement. La sueur ainsi sécrétée est très différente de celle que produit l'étuve, le sujet étant au repos. D'après Favre, celle-ci contient jusqu'à 995,573 d'eau pour 1.000. D'après Schottin, celle qui est sécrétée à la suite du travail

(1) *The Lancet*, 26 avril 1930.
(2) J. Meyer. La perspiration de l'eau en clinique. *Presse médicale*, 18 janvier 1928.

musculaire en contient à peine 965,40 ‰. Le reste est représenté par des produits divers dissous dans la sueur et éliminés avec elle.

Sous l'influence du sport et de l'entraînement il y a toujours une importante élimination d'acide lactique. Dans les exercices de courte durée, cet acide lactique passe surtout dans les urines. Au contraire, dans les exercices prolongés, il passe surtout dans la sueur. I. Snapper et A. Grünbaum (1) qui ont, d'autre part, étudié la teneur de la sueur en chlore ont trouvé des concentrations variables : 1,60 % dans la sueur de repos et jusqu'à 3,5 % dans la sueur au cours de l'exercice.

Whitehouse (2) a constaté que l'acide lactique existe dans la sueur en proportion beaucoup plus élevée que dans le sang. Sans doute les glandes sudoripares jouent-elles un rôle important, comme régulatrices de la teneur en acide lactique et en chlorure du sang pendant le travail musculaire.

J. Couraud (3) a démontré de son côté que le taux de l'acide lactique dans la sueur, pour 100 centimètres cubes, est compris entre 150 et 200 milligrammes, soit 16 à 23 centimètres cubes d'acide N/10, les limites allant de 10 à 38 centimètres cubes d'acide. Le pourcentage de l'acide lactique par rapport à l'acidité organique éthérosoluble oscille autour de 75, avec des variations comprises entre 65 et 85 (exercice vivement conduit). L'acide lactique est donc l'acide organique de la sueur le plus important quantitativement.

D'après G. A. Talbert, F. Stinchfield et H. Staff (4), le phosphore excrété avec la sueur varie d'une trace à 7 mgr. 37 pour 100 centimètres cubes. Le taux de phosphore de la sueur augmente avec un régime carné riche en phosphore. Il est bien plus élevé dans la sueur déclenchée par le travail que dans celle déterminée par la chaleur. Talbert et Haugen ont établi une corrélation entre les chlorures du sang et ceux de la sueur. Les *cendres* sont beaucoup plus abondantes dans la sueur de travail que dans la sueur de chaleur.

Toxicité de la sueur. — Enfin, et c'est un point de haute importance, la sueur de travail est *bien plus toxique* que la sueur de chaleur. Arloing, Charrin et Mavrojanis (5) ont démontré que la sueur obtenue à l'étuve, permet la survie du chien à la dose de 42 centimètres cubes par kilogramme de poids vif. Elle tue au contraire un animal de même espèce à la dose de 10 à 12 centimètres cubes seulement, lorsqu'elle a été sécrétée pendant l'exercice musculaire.

(1) I. Snapper et A. Grünbaum. Excrétion d'acide lactique pendant le sport. *XIIIe Congrès de Physiologie*, Boston, 1929.

(2) Whitehouse. The dissolved constituents of human sweat. *Proc. Roy. Soc.*, CXVII, sér. B, 803, 139, 154, 1er mars 1935.

(3) J. Couraud. Sur la répartition des acides organiques de la sueur humaine. *C. R. Soc. Biol.*, CXVIII, 155, 1935.

(4) G. A. Talbert, F. Stinchfield et H. Staff. Simultaneous Study of the constituents of the sweat... XI. Phosphorus and Sulphur. *Americ. Journ. Physiol.*, CVI, 488, 490, 1933.

(5) Arloing. *Lyon médical*, 1897 ; *Soc. Biol.*, 6 novembre 1897 ; *C. R. Acad. Sc.*, t. CXXV, n° 4, p. 218, 1897. — Charrin et Mavrojanis. *Soc. Biol.*, 6 novembre 1897 et 25 juillet 1898. — Mavrojanis. Toxicité de la sueur normale et pathologique. *Thèse de Paris*, 1898.

L'exercice produit des poisons musculaires. Ceux-ci sont éliminés en partie par l'urine, en partie par la sueur. Il s'agit d'un mécanisme qui, au cours d'une période d'entraînement, libère l'organisme d'une quantité importante de produits nuisibles.

A poids ou volume égal, la toxicité de la sueur est plus élevée que celle de l'urine émise dans le même temps.

On sait que l'unité de toxicité urinaire ou *urotoxie* est la quantité d'urine qui tue 1 kilo de lapin. Cette quantité, à l'état de repos, est comprise entre 130 centimètres cubes et 97 centimètres cubes (Guinard et Bouchard). Pendant le travail, elle est au voisinage de 45 centimètres cubes (Bouchard).

L'unité de toxicité sudorale ou *sudotoxie* est la quantité de sueur qui tue 1 kilo de lapin. Cette quantité, au repos, est comprise entre 90 centimètres cubes et 42 centimètres cubes. Pendant le travail et aussitôt après le travail, elle est au voisinage de 17 centimètres cubes à 12 centimètres cubes (Arloing, Charrin, Mavrojanis).

Alors que, d'après Abelous et Bardier, la toxicité de l'urine serait due à une urohypotensine qui abaisse la tension et provoque les symptômes de l'urémie, la toxicité de la sueur serait due à des bases fixes, produites par une véritable sécrétion particulière des glandes sudoripares.

Ces faits expliquent l'action désintoxicante de la sudation de travail, au cours d'une période d'entraînement. Plus que l'urine, la sueur débarrasse l'économie des toxines musculaires résultant de l'activité sportive.

Tandis que la sudation artificielle causée au repos par l'étuve apparaît comme un simple *acte de déshydratation* lié au mécanisme de l'action réfrigérante due à l'évaporation de la sueur, à la surface de la peau, la sudation de travail est un *acte de désintoxication* qui libère nos tissus des produits toxiques qui y sont entreposés et aussi de ceux que le travail musculaire engendre.

Depuis longtemps, dans ma cure d'exercice de Vittel, j'ai entrepris des recherches sur la composition de la sueur, en particulier chez les goutteux, soumis conjointement à l'entraînement physique et à la cure de boisson diurétique par les eaux de Vittel (1). Dans ce but, je plaçais sous les aisselles de mes malades, avant les séances d'exercice, des bourdonnets de coton hydrophile qui s'imprégnaient de sueur et me permettaient de recueillir ainsi des échantillons de sueur.

Chez des lithiasiques urinaires, la plupart plus ou moins légèrement azotémiques, et soumis à un exercice modéré, l'urée sudorale était si abondante et dans un tel état de concentration qu'elle cristallisait à la surface de la peau des régions axillaires et inguinales et dans les mailles des bourdonnets de coton placés dans l'aisselle.

L'exercice auquel ces malades étaient soumis, était proportionné à leurs forces, et dirigé de telle manière qu'à la perspiration cutanée qui est insen-

(1) Boigey. Sueur et nutrition. *Presse médicale*, 12 mars 1930. — Composition de la sueur. *Acad. méd.*, 24 décembre 1929. — Influence de l'exercice sur la sécrétion urinaire et sudorale. *Journ. physiol. et path. gén.*, juin 1927, t. XXV, n° 2.

sible, à l'état de repos, succédait une moiteur générale des téguments et une transpiration vraie localisée surtout à la paume des mains, à la plante des pieds, à la poitrine, aux avant-bras, aux régions inguinales et axillaires et à la face.

Chez eux, le taux de l'urée sanguine atteignait, au repos 0,42 à 0,61. Mais, lors de la crise sudorale ainsi provoquée par l'exercice, survenait un accroissement transitoire du taux de l'urée sanguine (0,68 à 0,72) s'élevant même jusqu'à 0,81 pendant une trentaine de minutes environ, chez deux d'entre eux, pour retomber, une heure après la cessation de l'exercice, entre 0,40 à 0,54, c'est-à-dire à un taux inférieur à celui qui était habituellement observé au repos, chez ces sujets.

— Chez des diabétiques ayant de 21 à 110 grammes de sucre par litre d'urine, nous avons vu, chez tous, le glycose éliminé en nature par la sueur à la suite de séances répétées d'entraînement modéré.

Eu égard à la faible quantité de sueur émise, les proportions relatives de sucre éliminé par la sueur étaient considérables, et sous un taux de concentration bien plus grand que dans les urines.

— Chez des goutteux, l'acide urique cristallisé parsemait les bourdonnets de coton hydrophile imprégnés de sueur axillaire.

— Deux cystinuriques me remirent, après six séances d'exercice, des chandails de coton où l'on découvrit, épars, au niveau des emmanchures, quantité de cristaux de cystine.

— Chez les jeunes gens, indemnes, venus à la cure d'exercice, j'ai toujours constaté, sous l'influence de l'exercice, une importante élimination d'acide lactique, à la fois par les urines et par la sueur.

En résumé, l'entraînement bien réglé, provoquant la sudation de travail, apparaît, en définitive, comme un excellent régulateur de la nutrition, en même temps qu'un agent de désintoxication très actif par l'intermédiaire des éliminations sudorales. « Les grandes randonnées, les courses exténuantes, une chasse pendant tout un jour: voilà mon grand secret. Je suis guéri et dispos si je sue. » (Napoléon).

Influence de l'exercice physique sur la sécrétion sébacée. — L'exercice augmente la sécrétion sébacée. Chez certains animaux tels que le mouton, par exemple, l'élimination cutanée du cholestérol, sous forme de suint, est considérable et devient même la source d'une exploitation industrielle. Dans les pays, tels que l'Afrique du Nord, où transhument annuellement les troupeaux de moutons, les éleveurs savent qu'au cours et à la suite de ces déplacements qui peuvent durer plusieurs jours, et imposent aux animaux un travail musculaire et des fatigues quelque peu anormaux, la sécrétion du suint est si abondante que les toisons sont agglomérées par lui et que la tonte des toisons est, pendant cette période, particulièrement difficile.

Or, il y a similitude histologique et fonctionnelle entre les glandes à suint

du mouton et les glandes sébacées réparties diversement dans la peau de l'homme.

D'autre part, dans la composition du sébum, entre de la cholestérine, en proportion variable. Cette quantité, faible à l'état de repos, peut devenir considérable par le travail musculaire.

Ce qui se passe chez les animaux et, en particulier, chez le mouton, se passe aussi chez l'homme. Chaque fois qu'un sujet est soumis à un exercice physique assez important pour accélérer sa circulation et provoquer une hypersécrétion des glandes cutanées, notamment des glandes sébacées, l'élimination du cholestérol par la peau est très activée et le taux de ce produit dans le sang baisse.

Toutes les voies d'élimination du cholestérol, la voie interne (foie) et la voie externe (glandes sébacées) sont simultanément sollicitées par l'exercice. Mais pour que les glandes sébacées fonctionnent bien, il importe que l'intensité de l'exercice soit assez grande ou que l'exercice soit assez prolongé pour amener une certaine moiteur de la peau. Celle-ci doit être maintenue assez pour que l'efficacité de l'exercice, comme agent éliminateur du cholestérol par la peau, soit certaine. On peut s'en rendre compte en procédant au collectionnement du cholestérol sécrété par la peau au cours de séances d'exercices. Dans ce but, il suffit de frotter les téguments imprégnés de sueur et de sébum à l'aide d'un tampon imbibé d'éther ou d'alcool sodé et l'on constate par la méthode colorimétrique de Grigaut la présence effective du cholestérol dans le liquide, ensuite exprimé, des tampons utilisés par cette friction.

L'entraînement apparaît donc comme l'un des moyens les plus efficaces de faire baisser le taux du cholestérol dans le sang. C'est encore là un acte de désintoxication au premier chef.

Composition de l'urine normale, au repos. — Liquide sécrété par les reins, l'urine est chargée de sels minéraux et des divers produits, spécialement azotés, du catabolisme. La moindre variation de l'activité organique retentit donc sur la composition de l'urine.

Normalement, à l'émission, l'urine a une densité comprise entre 1.020 et 1.025 et qui varie, selon la nature des aliments, la quantité des liquides ingérés et celle des liquides excrétés par la peau et les poumons.

La réaction de l'urine varie avec les régimes. Alors que le métabolisme de la viande engendre SO^4H^2 et PO^4H^2, la combustion des matières végétales (hydrocarbones, corps gras, acides organiques) produit surtout CO^2 dont une importante fraction s'élimine par les reins, sous la forme de carbonates alcalins (CO^3K^2). De là résulte que l'urine, avec un régime de viande, est fortement acide, avec un régime mixte, légèrement acide, tandis qu'elle est franchement alcaline chez les herbivores dont la dominante alimentaire est végétale. C'est à la faveur de l'acidité que les sels sont dissous : dès lors, les urines alcalines d'un herbivore sont troubles (urines jumenteuses) tandis que celles d'un carnivore sont acides et claires.

Un homme adulte rejette, chaque jour, environ 1 gramme de matières concrètes par kilogramme de son poids total, soit pour un homme moyen, 63 grammes dont une moitié comporte, d'une part, 33 grammes d'urée et l'autre moitié contient : 14 grammes de NaCl, 8 grammes de sels minéraux variés, 8 grammes de déchets azotés et de produits extractifs autres que l'urée : acides urique, hippurique, et sulfo-conjugués, créatinine, xanthine, pigments.

Voici l'analyse d'une urine normale de l'homme, sécrétée pendant 24 h. (J. Lefèvre) :

Eau	1.240 gr.	Corps ternaires (ac. oxalique, lactique, glucose)	0 gr. 04
Urée	33 gr.	Chlorure de sodium	13 gr. 65
Acide urique	0 gr. 50	Sels ammoniacaux	1 gr.
Acide hippurique	1 gr. 50	Sulfates	4 gr.
Créatinine	1 gr.	Phosphates calciques	0 gr. 40
Xanthine	0 gr. 05	Phosphates magnésiens	0 gr. 58
Pigments et extractifs azotés non dosés	5 gr. 85	Phosphates de potasse et de soude	1 gr. 86
Acides sulfo-conjugués (phénol-sulfates, indoxyl, scatol)	0 gr. 10	Silice, fer, azotates	traces.

Effets de l'exercice physique sur la composition des urines. — Le travail musculaire modifie la composition des urines :

1° D'autant plus que le sujet considéré est moins entraîné ;

2° D'autant plus que le travail effectué est plus intense et de plus longue durée.

Les analyses faites par les divers observateurs sont souvent contradictoires, du moins en apparence. Les divergences s'expliquent :

1° *Par les conditions alimentaires* qui varient d'un sujet à l'autre ;

2° *Par la forme, l'intensité et la durée du travail accompli* ;

3° Par le *chimisme intérieur* et les conditions physiologiques propres au sujet considéré ;

4° *Par le degré de son entraînement* ;

5° *Par son passé pathologique.* — J'ai connu un coureur qui, quoique convalescent d'une scarlatine, d'ailleurs guérie depuis quatre mois, tenta d'établir un record, malgré ma défense. Ses reins avaient été touchés par la scarlatine, fait très commun pendant le décours de cette maladie. Cette complication ne paraissait pas avoir laissé de traces. Ce coureur n'en ressentait aucune espèce d'inconvénients dans la vie ordinaire. Il courut donc. Le soir, je fus appelé à son chevet. Il était haletant ; ses pupilles étaient dilatées au maximum et des vomissements survenaient à chaque instant, signant en quelque sorte le diagnostic d'urémie suraiguë. L'infortuné était victime d'un véritable empoisonnement causé par la fermeture des reins. Les matières vomies avaient une odeur ammoniacale caractéristique. L'urée s'éliminait chez lui par la sueur, la salive, l'estomac et l'intestin, où elle était transformée en carbonate d'ammoniaque. Peu à peu, sous l'influence du repos ab-

solu, et d'un traitement approprié, le calme se rétablit, mais ce sujet fut mis définitivement dans l'impossibilité de se livrer à son sport favori.

En examinant systématiquement les urines de tous les athlètes on a souvent l'occasion de dépister des albuminuries et des glycosuries latentes et de rapporter à leur véritable cause les troubles divers provoqués chez certains sujets par l'exercice, et dont l'origine était demeurée jusqu'alors insoupçonnée.

A titre documentaire, voici les résultats d'une analyse d'urines pratiquée par Sabrazès et Denigès sur le coureur cycliste Stéphane pendant la journée qui précède un record et pendant un record de vingt-quatre heures sur piste.

	La veille de l'épreuve (24 h.) *grammes*	*Le jour de l'épreuve* (24 h.) *grammes*
Urée	31,50	58,50
Acide urique	0,65	1
Azote total	17,07	38,85
Ac. phosphorique total	3,64	7
Sulfates	6,15	7,12
Chlorures	13,50	3,12

Pendant la performance, Stéphane s'était exclusivement alimenté avec du lait, ce qui explique, en partie, l'abaissement considérable du taux des chlorures.

La lecture des résultats d'une telle analyse nous montre que dans tout travail intense et prolongé, l'athlète se met en état de dépense organique élevée. Celle-ci s'accompagne d'auto-intoxication si les émonctoires (foie, reins, peau, intestin) fonctionnent mal.

Lorsque nous dirigions le laboratoire de physiologie de Joinville, nous avions institué une longue série d'observations sur les moniteurs de cette école. Entre 1921 et 1924 des centaines d'analyses d'urines avaient été faites par nos soins et sous notre direction par nos aides Brigaudet et Carpentier. Les résultats ont été publiés en différents endroits (1). Les conclusions auxquelles je suis arrivé sont les suivantes :

L'exercice accélère l'excrétion rénale, et accroît quantitativement tous les éléments entrant dans la composition de l'urine. L'urine de travail est plus dense que l'urine de repos. Des quantités importantes de phosphates, d'urée, d'urates et de chlorures peuvent être éliminées, au début d'un travail de longue durée. Peu à peu, si le travail se prolonge, la densité de l'urine tend à diminuer. D'une manière générale, chez un athlète en condition, la composition de l'urine est beaucoup moins influencée par le travail lui-même que par le régime alimentaire et l'état antérieur du sujet considéré.

(1) *Journal de médecine de Paris*, 15 et 29 novembre, 6 et 27 décembre 1928, 18 avril 1929 ; *Compte rendu Soc. de Chim. biol. de Paris*, 1er août 1927.

EXERCICE ET ALBUMINE URINAIRE. — On observe parfois l'apparition de l'albumine, après le travail, à des degrés divers, depuis des traces indosables jusqu'aux précipités floconneux. Le passé pathologique du sujet ne justifie pas toujours la présence de cette albumine.

Suivant les hasards des séries, 12 à 45 % des hommes de 35 à 45 ans, présentent de l'albumine, après un travail musculaire un peu intense. Pour plus de la moitié, il s'agit de sujets ne paraissant avoir aucune tare rénale.

A. Govaerts et R. de Lanne (1) ont constaté sur des moniteurs de gymnastique et de sport soumis depuis deux ans à un entraînement régulier, que l'albuminurie et la cylindrurie d'effort sont généralement passagères, elles apparaissent plus particulièrement au moment de la chute de la pression différentielle. L'albuminurie est en rapport avec le travail musculaire.

Après une course à pied de 2.700 mètres à un rythme régulier, il n'y a pas d'albumine. Après une course plus prolongée, ou menée plus rapidement, l'albuminurie et la cylindrurie apparaissent au maximum de l'oligurie, vingt à quarante minutes après l'arrivée. Elles persistent au delà d'une heure après un effort considérable.

L'albuminurie correspond généralement à une baisse du pH urinaire, pour disparaître, lorsque les urines redeviennent alcalines. L'ingestion précoce d'alcali (15 grammes de bicarbonate de soude) en quantité suffisante pour maintenir le pH urinaire dans une zone d'alcalinité après l'effort, atténue ou même empêche l'apparition de l'albuminurie et même de la cylindrurie dans les urines.

Les modifications du débit et du pH urinaire semblent intervenir dans la production de l'albuminurie d'effort.

Il est à peu près certain que l'albumine qui se montre ainsi en pleine santé èst révélatrice d'une insuffisance rénale à son début et comporte une grande réserve à l'égard des exercices physiques, non qu'il faille considérer que des sujets présentant ce symptôme doivent s'en abstenir complètement, mais ils agiront sagement en se plaçant sous une surveillance médicale éclairée, capable de doser exactement et de formuler l'exercice qui leur convient.

EXERCICE ET TOXICITÉ URINAIRE. — On constate, surtout chez les personnes sédentaires, non entraînées, que la toxicité urinaire varie sans cesse et que, de temps en temps, à intervalles correspondant toujours à des périodes de malaise général mal défini, l'urine peut acquérir une grande toxicité. En d'autres termes, l'émission périodique, à intervalles inégaux d'urines hypertoxiques, est constante chez de tels sujets. Au contraire, chez les personnes régulièrement et sagement adonnées à l'exercice, la toxicité urinaire ne varie que dans de très faibles limites. En régularisant la désassimilation, l'entraînement empêche l'accumulation périodique des poisons urinaires dans l'économie. A ce titre, il est un agent régulateur de la nutrition et désintoxiquant au premier chef.

(1) A. GOVAERTS et R. DE LANNE. Influence de l'intensité du travail musculaire sur la diurèse, l'albuminurie et la cylindrurie. *Bruxelles Médical*, tome 20, nº 11, 14 janvier 1940.

La toxicité de l'urine a été étudiée par Feltz et Ritter (1881), Bocci (1882), Schiffer (1883), mais surtout par Bouchard et ses nombreux élèves. Les substances toxiques qu'elle contient sont : des sels minéraux et surtout de la potasse, des éléments organiques provenant de la désassimilation des tissus. On a cherché les modifications que le travail et l'entraînement peuvent apporter à la toxicité des urines. Les observations aboutissent à des résultats différents et parfois contradictoires. Les divergences s'expliquent par les conditions alimentaires qui varient d'un athlète à l'autre, par la forme et la durée du travail accompli, par les conditions physiologiques individuelles, par un état antérieur, etc...

Cependant tous les observateurs s'accordent pour constater que lorsque le travail musculaire est assez intense et assez prolongé pour provoquer les effets généraux de l'exercice, la toxicité de l'urine s'accroît rapidement d'une manière constante. Ce résultat ne saurait surprendre, étant donnée l'élimination par les reins d'une part importante des produits de désassimilation musculaire, libérés par le travail.

J'ai déjà insisté plus haut sur la question de la toxicité urinaire à propos de la toxicité sudorale. Je n'y reviendrai pas ici. (Voir page 156).

L'URINE DES ATHLÈTES. — Aux jeux olympiques de Berlin (1936), Flossner et Kutscher, collaborateurs de P. Schenk, qui ont étudié l'élimination par les urines de la phénylalanine, ainsi que d'autres substances représentant des éléments du noyau cellulaire, comme l'adénine ou la méthylguanidine, ont constaté que, sous l'influence d'une course de fond ou de demi-fond, ces substances peuvent tripler dans l'urine et parfois même, en ce qui concerne l'adénine, devenir 60 fois plus abondantes. On sait d'ailleurs, qu'au cours du travail, la créatine et la créatinine augmentent dans l'urine (Taylor) et dans la sueur (Harnack, Capranica). La créatinurie s'élèverait à la suite d'un effort bref plus qu'à la suite d'un effort prolongé (Eimer).

Dans les performances rapides et brèves, l'organisme élimine donc des produits azotés de valeur comme, par exemple, la phénylalanine, l'adénine, la méthylguanidine, etc..., de telle sorte que le rapport C. N. de l'urine s'élève et que la proportion de substances oxydées diminue. Les combinaisons organiques et inorganiques de l'acide sulfurique dans ces mêmes conditions triplent ou quadruplent. Ainsi s'explique que l'augmentation des échanges aux dépens des protéines (action spécifique dynamique) soit parfois doublée après un effort musculaire intense.

Schmid (1) a relaté ses importantes recherches échelonnées sur trois années. Plus de 500 analyses complètes d'urines, répétées avant et après les compétitions sportives et la surveillance de 176 sujets sélectionnés, servent de base à un exposé dont les conclusions peuvent se résumer ainsi : après

(1) SCHMID. Modifications urinaires observées après les compétitions sportives. *Casopis Lekaru Ceskych*, tome 77, nos 46, 47, 48 — 18, 25 novembre, 2 décembre 1938.
J. CHAUSSIN, H. LAUGIER et SIMONE ROUSSEAU. — Répercussion du travail musculaire sur les éliminations urinaires. *Le Travail humain*, 2e année, p. 295, 1934.

l'effort, le volume de l'urine est moindre, sa densité est plus élevée, de même que sa teneur en urochrome. Le déplacement du pH précise l'acidification L'albuminurie est fréquente et son importance est fonction de la fatigue subie, mais aussi du défaut d'entraînement. Chez des coureurs mal préparés, par exemple, l'albuminurie est plus marquée et persiste plus longtemps, parfois plus de 24 heures après l'épreuve. L'utilisation du Saccharum amyl, pur, réduit de plus de la moitié le taux de cette albuminurie qui reste constamment bénigne, lorsque le sport est pratiqué convenablement.

Une glycosurie transitoire n'a été observée qu'une fois et deux fois une urobilinurie ; mais le taux des substances azotées s'élève régulièrement. Bien qu'aucune hématurie macroscopique n'ait été notée, l'examen systématique du culot de centrifugation a fréquemment décelé des globules rouges, des cylindres et des cellules épithéliales, surtout lorsqu'il s'agissait d'un effort intense et prolongé. Le taux des substances minérales se modifie peu, cependant les chlorures diminuent, alors que les urates, les oxalates et les phosphates augmentent. L'étude de la toxicité des urines après l'effort et leur influence sur la croissance des bactéries (b. coli et staphylocoques) n'apportent aucun fait nouveau intéressant.

TEST URINAIRE DE LA FATIGUE ET DE L'ENTRAÎNEMENT. — A. Donaggio (1) de Bologne, depuis 1932, a mis au point une réaction qui par l'examen des urines, permet de reconnaître la fatigue, chez un sujet déterminé, alors que ce sujet peut ne pas encore la ressentir (Zimmerman).

Cette réaction est basée sur le fait que le passage dans l'urine des substances colloïdales, en proportion supérieure à la normale, à la suite de fatigue, détermine un trouble de l'équilibre physico-chimique et donne à l'urine la propriété d'empêcher la précipitation d'une couleur basique d'aniline, le molybdate d'ammonium. C'est à cause de l'obstacle à la précipitation provoqué par l'urine, dans ces conditions particulières, que Donaggio a appelé « *phénomène d'obstacle* » cette façon de se comporter de l'urine. Il s'agit d'un phénomène de protection, qui est le propre des substances colloïdales. La réaction est complètement *positive* quand la précipitation est complètement empêchée. Le degré de la positivité de la réaction varie avec les conditions qui donnent lieu au « *phénomène d'obstacle* ».

La réaction est positive après un match de foot-ball de 90 minutes (Donaggio), après des courses de fond et des épreuves de natation prolongée (Cassinis).

En général, pour un exercice donné, plus l'activité physique et la dépense physiologique ont été grandes, plus la réaction de Donaggio est positive.

Dans des conditions semblables d'effort, les sujets bien entraînés et dont

(1) A. DONAGGIO. Un test de la fatigue ; méthode et résultats. *Congrès int. Méd. appl. à l'Educ. phys. et aux Sports*. Chamonix, tome II, septembre 1934. Rey, édit., Lyon. — Nouvelles données sur le test de fatigue. *Congrès intern. Méd. appl. à l'Educ. phys. et aux Sports*. Exposit. intern. Paris, 1937. Rey, édit., Lyon.

la fatigue est moindre, ont une réaction moins positive que ceux qui ne sont pas entraînés, et, conséquemment, se fatiguent davantage.

Le « phénomène d'obstacle » disparaît quelques heures après l'épreuve sportive qui l'a déterminé.

On observe des variations individuelles dans la positivité de la réaction ; elles sont en rapport avec des différences organiques personnelles.

On peut provisoirement considérer la réaction de Donaggio comme un test de fatigue. Elle permet d'évaluer le degré d'entraînement d'un athlète, sa capacité et ses limites d'action. Elle est, en quelque sorte, un index de la fatigabilité. Elle révèle l'existence de sujets incapables de supporter un effort sportif de telle ou telle intensité. Elle donne enfin le moyen de dépister le surmenage.

A vrai dire, d'autres signes cliniques qui ne nécessitent pas l'emploi du laboratoire, nous permettaient déjà de contrôler le degré et les effets de l'entraînement physique. La réaction de Donaggio sera, dans beaucoup de cas, une confirmation de l'observation clinique.

CHAPITRE VII

CROISSANCE DE L'ORGANISME HUMAIN. SES RAPPORTS AVEC LES GLANDES ENDOCRINES, L'EXERCICE, LA MORPHOLOGIE ET L'ALIMENTATION

PÉRIODICITÉ DE LA CROISSANCE DE L'HOMME. — Le développement physique des enfants, pendant la période de leur vie où ils subissent l'influence de l'école, doit arrêter l'attention de ceux qu'intéresse la rénovation plastique de la race.

La croissance de l'homme ne se fait pas d'une manière uniforme et régulière, mais par oscillations périodiques. Pour une année donnée, l'accroissement peut être double, triple, quadruple même de ce qu'il était dans les années précédentes.

D'une manière générale, il est rapide pendant les deux premières années de la vie. A cette phase, succède une période de ralentissement jusqu'au moment de la puberté. Alors, la croissance reprend une nouvelle activité pour s'atténuer encore à partir de la quinzième année. Elle diminue, enfin, et finit par cesser complètement entre vingt et vingt-cinq ans (fig. 65).

L'alternance des périodes de croissance intense et des périodes de ralentissement ne représente qu'une modalité de la périodicité de tous les phénomènes biologiques. Cette périodicité est une loi universelle. Dans la nature, les périodes de renforcement alternent avec les périodes d'affaiblissement ; et cela, qu'il s'agisse de la vitesse du mouvement des astres ou de la circulation du sang dans l'organisme humain, de l'alternance des périodes saisonnières ou annuelles à la surface de notre planète, de la vie et de la mort dans tout être organisé.

En conformité de cette loi générale, tous les phénomènes sociaux subissent eux-mêmes des pulsations. Les périodes d'activité aiguë ont sans cesse alterné avec les périodes de calme.

Laissant de côté tous les autres phénomènes de la nature, je m'arrêterai à la périodicité des fonctions de l'organisme humain. Observons le cœur. Par ses battements réguliers, ses contractions et ses relâchements, il nous offre le tableau d'une périodicité très régulière sans laquelle son activité de pompe serait impossible. La période de la pause cardiaque (diastole), comprise entre deux battements successifs (systole), correspond au repos du muscle. Ce répit permet à ce dernier, d'un côté, de se débarrasser du produit de la fatigue, et, de l'autre, d'accumuler une nouvelle provision d'énergie pour le travail. Plus ces pauses sont courtes, plus le cœur se fatigue, et il peut être amené à la paralysie, si la durée de ces pauses est inférieure à un temps minimum, au-dessous duquel l'organe cesse de fonctionner. Ce phénomène apparaît chez un animal forcé. Les pulsations de son cœur se sont précipitées à l'extrême avant que ne soit survenue la syncope terminale.

Parallèlement aux battements du cœur, se produisent des contractions et des dilatations périodiques des vaisseaux qui favorisent puissamment la circulation du sang.

Le mécanisme de la respiration chez les animaux supérieurs et chez l'homme représente un autre exemple d'activité périodique. L'alternance régulière de l'inspiration, de l'expiration et de la pause postexpiratoire, ces phases se répétant dans cet ordre pendant toute la vie, témoignent d'une périodicité surprenante. Elle dépend des décharges qui partent périodiquement du centre nerveux respiratoire, sous l'influence de l'excitation de ce centre par le sang chargé d'acide carbonique. La périodicité de ces décharges trouve sa cause dans la résistance qu'oppose le

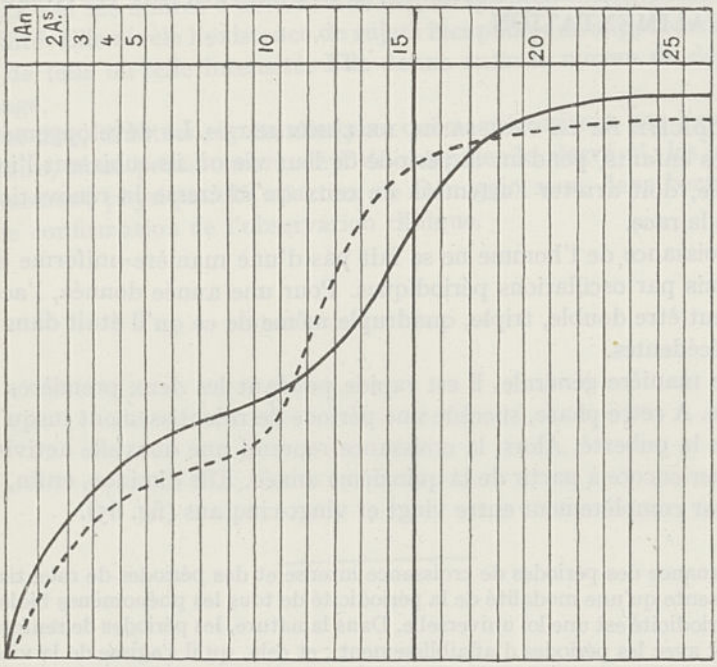


FIG. 65. — *Courbe indiquant la marche de la croissance de l'organisme humain* (taille et poids) *dans les deux sexes, entre la première et la vingt-cinquième année.*

Garçons : ————————
Filles : - - - - - - - - - - - - -

centre nerveux respiratoire à son excitation continue par le sang. Ce n'est que lorsque cette excitation s'est accumulée et a atteint une certaine intensité que la résistance opposée par le centre respiratoire est vaincue. Alors seulement se produit la décharge nerveuse qui va commander l'inspiration.

Enfin, il n'est pas jusqu'aux impulsions nerveuses envoyées par le cerveau et la moelle épinière aux organes moteurs qui ne soient sujettes, elles aussi, à la loi de la périodicité. L'influx nerveux se compose, en effet, d'une série ininterrompue de vibrations ou d'ondes nerveuses dont le nombre varie suivant les différents nerfs. Cette notion de périodicité qui domine le fonctionnement de l'organisme humain doit inciter les maîtres de la jeunesse à suivre les indications de la nature. *Ils ne demanderont aux enfants que des efforts discontinus, d'autant plus courts que les enfants seront plus jeunes.* Cette précaution élémentaire évitera de provoquer chez eux la lassitude et le dégoût des tâches qui leur sont imposées.

***

La croissance a sa place parmi les matières qui doivent être enseignées aux maîtres de la jeunesse, car l'âge scolaire s'étend à la plus grande partie de la période de développement que l'enfant ait à parcourir pour devenir un adulte. Scolarité et croissance marchent parallèlement. Est-ce à dire que les maîtres doivent connaître en détail l'évolution de l'organisme humain, assister à l'apparition des organes, à leurs transformations, supputer les variations de dimensions des diverses parties du corps et apprécier leurs rapports réciproques ? Nullement. Cela est l'œuvre des physiologistes. Les maîtres se borneront à retenir, parmi les faits si complexes du processus de l'évolution organique, quelques notions fondamentales et vraiment directrices. Ils en tireront des déductions simples qui les guideront pour orienter convenablement leur action à l'égard des enfants dont ils ont la charge. Parmi ces notions, nous n'en retiendrons que cinq ; elles ont trait :

au développement des os ; au développement du cerveau ; à l'apparition de la puberté ; à l'action des sécrétions internes ; à l'influence de l'alimentation.

Développement des os. — Les os, au début de leur développement, se composent d'une masse de cartilage hyalin entourée par une enveloppe conjonctive ou périchondre (περι, autour ; κονδρος, cartilage). Cette masse cartilagineuse s'ossifie à la fois aux dépens de son périchondre et aux dépens de son cartilage, autrement dit par ossification périostique et par ossification enchondrale.

Prenons comme type d'étude un os long, le tibia, par exemple, et observons la marche de l'édification de cet os (fig. 66).

Sur l'ébauche cartilagineuse (1) apparaît tout autour de la partie moyenne de la diaphyse une lamelle osseuse disposée en anneau et provenant de l'ossification du périoste (2). Ensuite, on voit au centre de l'os, en plein cartilage embryonnaire, apparaître un point d'ossification primitif, ébauche de l'os enchondral (3). Plus tard, l'os périostique et l'os enchondral se sont développés de façon à occuper toute la hauteur de la diaphyse (4).

Aux deux extrémités de l'os apparaissent deux points d'ossification secondaires ou épiphysaires, tandis qu'au centre même de la diaphyse un travail de résorption creuse un rudiment de canal médullaire (5).

Peu à peu, les deux points d'ossification épiphysaires s'agrandissent dans tous les sens et atteignent la surface extérieure de l'os. Du cartilage primitif, il ne reste plus que les cartilages articulaires et deux lamelles minces qui, à chaque extrémité de la pièce, unissent l'os épiphysaire à l'os diaphysaire. C'est le *cartilage de conjugaison*, partie essentiellement vivante aux dépens de laquelle se fera l'accroissement de l'os en longueur pendant l'enfance et pendant l'adolescence (6).

C'est à cette notion de l'activité du cartilage de conjugaison dans l'accroissement des os en longueur que je voulais en venir. Tant que ce cartilage

existe, la croissance du corps humain n'est pas terminée. La charpente osseuse n'est complètement édifiée que plus tard, quand le cartilage de conjugaison a disparu (7). Retenons, en outre, que les points d'ossification des côtes ne se soudent entre eux qu'entre la seizième et la vingtième année ; la poignée du sternum ne se soude au corps de l'os que de vingt à vingt-cinq ans ; la soudure définitive des épiphyses de l'humérus à la diaphyse de cet os s'effectue, pour l'extrémité inférieure, entre seize et dix-huit ans et, pour l'ex-

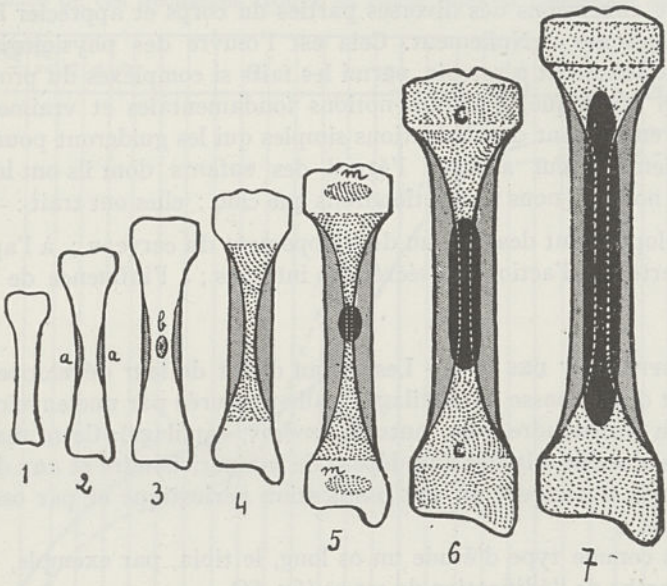


FIG. 66. — *Développement d'un os long* (tibia).

1, ébauche cartilagineuse. — 2, apparition d'un anneau d'ossification périostique (*a*). — 3, en plein cartilage apparaît en (*b*) un point d'ossification, ébauche de l'os enchondral. — 4, développement respectif de l'os enchondral et de l'os périostique. — 5, apparition des points d'ossification épiphysaire (*m*) et ébauche de raréfaction médullaire. — 6, les cartilages de conjugaison apparaissent entre la diaphyse et les épiphyses (*c*). — 7, l'édification osseuse est terminée. L'ossification a envahi toute la masse de l'os qui ne peut plus s'accroître en longueur, les cartilages de conjugaison ayant disparu.

trémité supérieure, cinq ou six ans plus tard ; le radius n'est ossifié qu'à vingt ans ; la soudure des différents points d'ossification du fémur se produit de la façon suivante : le petit et le grand trochanter se soudent à la diaphyse de seize à dix-huit ans, la tête fémorale, un an après. Quant à l'extrémité inférieure, elle n'est complètement unie à la diaphyse qu'à vingt ou vingt-deux ans.

Pendant longtemps, les os demeurent donc relativement malléables. Aussi devrons-nous éviter de soumettre l'enfant, soit à des manœuvres de force, soit à des exercices ayant pour effet de durcir les muscles. Ces derniers, hypertrophiés, dès l'enfance, par une gymnastique intempestive, peuvent, dans une certaine mesure, en raison de leur développement prématuré en

largeur et en épaisseur et par le jeu de leur tonicité propre trop accrue, s'opposer à l'allongement normal des os.

C'est ainsi qu'on a remarqué que les jeunes sujets qui ont imprudemment fait beaucoup de gymnastique aux agrès pendant l'enfance ont les membres supérieurs relativement courts. Ils le constatent eux-mêmes lorsqu'ils tentent, plus tard, de se vêtir d'habits tout faits. Les manches de ces vêtements, confectionnés d'après un gabarit moyen, sont toujours trop longues pour leurs bras.

Chez la majorité des enfants, il faut attendre au moins la quinzième année pour les soumettre aux exercices qui ont pour résultat d'hypertrophier les muscles. Si l'on ne prend cette précaution, on risque de contrarier le développement du squelette en longueur et de diminuer la taille.

La croissance du corps humain n'est complètement achevée qu'aux environs de la vingt-cinquième année. C'est à cette époque que l'homme présente son maximum de force. Retenons ces faits *et ne demandons aux enfants et aux adolescents que des efforts musculaires proportionnés au degré de leur développement physique.*

Développement du cerveau. — Rechercher les règles et les lois qui président à la croissance de l'homme, c'est s'acheminer par une voie sûre aux déductions pédagogiques les plus fructueuses. Nous sortirions du cadre que nous nous sommes tracé, si nous entreprenions d'exposer ici la physiologie du cerveau, pour en déduire une doctrine d'éducation rationnelle. Cette étude démontrerait que le développement progressif de l'intelligence est le principe de toute pédagogie.

La croissance absolue du cerveau est considérable pendant les premières années. Topinard et Manouvrier ont tracé des tableaux du « rythme de la croissance cérébrale ». Ils ont montré que, par rapport à son maximum atteint à l'âge adulte, le cerveau a déjà acquis, à sept ans, 83 % et, de sept à quatorze ans, 95 % de son développement.

Si l'on représente par 1.000 le maximum de développement physiologique de l'encéphale, maximum obtenu dans la période de trente à quarante ans chez l'homme, de vingt à trente ans chez la femme, et qui peut être représenté, chez le premier, par le poids moyen de 1.366 grammes et, chez la seconde, par celui de 1.238 grammes, il résulterait, d'après le calcul de Topinard, que l'encéphale augmenterait de 326 % dans la première année, de 59 % par an d'un à quatre ans, de 4 seulement % par an de quatorze à trente ans. D'après certains auteurs, ces évaluations seraient un peu trop élevées. L'accroissement de la première année devrait être ramené à 290 % et celui des quatre années suivantes à 51 % (fig. 67).

Dans ces évaluations auxquelles leur précision numérique donne une haute valeur, on trouve tracée presque schématiquement la division physiologique du travail intellectuel des enfants. Dans une période qui répond à l'accroissement formidable du cerveau, période pendant laquelle tout le mouvement organique semble tendre à la construction de cet organe primor-

dial, en prévision de la multiplicité des fonctions auxquelles il est destiné, l'éducation doit être, selon l'expression de Kant, négative. « En général, dit-il, il faut remarquer que la première éducation doit être négative, c'est-à-dire qu'on ne doit rien ajouter aux précautions qu'a prises la nature et se borner à ne pas détruire son œuvre. Il est bon d'employer d'abord peu d'instruments et de laisser les enfants apprendre par eux-mêmes. »

De quatre à sept ans, le mouvement de croissance du cerveau, quoique encore important, se ralentit. Après sept ou huit ans, son accroissement n'est

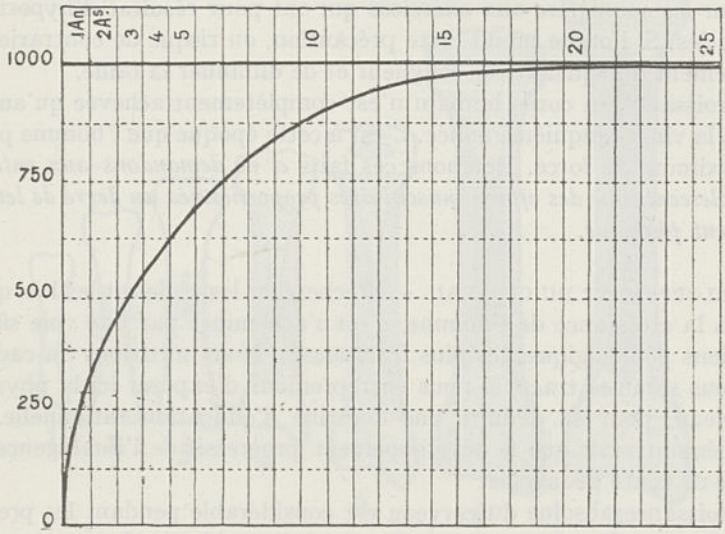


FIG. 67. — *Courbe indiquant la croissance moyenne du cerveau humain depuis la naissance jusqu'à la vingt-cinquième année.*

plus que relatif. L'organe est prêt à recevoir les premières impulsions éducatives. *Mais n'oublions pas que les facultés naissantes sont sous la dépendance absolue des sens. Il s'agit plutôt, pour le cerveau de l'enfant, d'emmagasiner que d'élaborer les impressions reçues.* C'est à cette période de la vie que l'éducation telle que la concevait Montaigne doit triompher. L'illustre moraliste réclamait un enseignement naturel et non livresque ; il préconisait l'instruction par les choses *qui tombent sous le sens,* « celles au milieu desquelles nous nous trouvons placés ». « Des choses, des choses ! trop de mots ! » s'est, plus tard, écrié J.-J. Rousseau.

Autre conséquence des faits précédents : *c'est pendant l'enfance qu'il faudra donner de bonnes habitudes éducatives, avant que le cerveau n'ait terminé son développement. Ces habitudes s'inscriront automatiquement dans la mémoire ; elles feront partie du psychisme élémentaire qui servira de fonds commun à toute la pensée avant que celle-ci ne reçoive la culture artificielle que nous réservons aux adolescents.*

Gardons-nous d'imposer aux enfants un travail abstrait. Il faut n'admettre celui-ci qu'à partir du jour où l'intelligence, développée par l'exercice préalable des sens, et par l'habitude de penser, est assez forte pour être capable de concevoir les abstractions. Redoutons par-dessus tout la surcharge des programmes pendant l'enfance. Elle conduit au surmenage cérébral et use prématurément l'organe de la pensée.

Rôle de la puberté. — Abordons maintenant la question de la puberté. Cet état apparaît lorsque les produits sexuels (ovules et spermatozoïdes) mûrissent et commencent à être expulsés. L'aspect général des individus est modifié : les traits secondaires qui caractérisent les sexes s'accusent. Aux signes physiques correspond un psychisme différent : toutes les tendances héréditaires apparaissent alors avec un relief extraordinaire. Enfin l'instinct sexuel s'éveille.

L'âge moyen de la puberté est, dans notre race, entre onze et treize ans pour les filles, entre douze et quatorze ans pour les garçons. Un très grand nombre d'enfants sont précocement ou tardivement formés. Il s'agit, dans l'immense majorité des cas, lorsque le retard ou l'avance de la formation sont considérables, de sujets dont l'hérédité pathologique est chargée. Ces enfants sont des amoindris jusqu'à ce qu'apparaissent chez eux les signes de la puberté. Alors seulement, ils peuvent montrer des qualités intellectuelles et physiques brillantes.

Il y a une corrélation évidente entre les fonctions sexuelles, d'une part, et les fonctions cérébrales, de l'autre. Un très grand nombre d'enfants dont l'atrophie testiculaire est notable sont diminués, au point de vue cérébral. Ce n'est qu'après l'échéance pubertaire qu'il faut définitivement juger un enfant et qu'on est fondé à prendre des décisions relatives à son avenir : « La puberté peut changer un débile en homme, à tous les points de vue. » (Godin.)

La puberté met en moyenne deux ans à s'installer. Mais ses effets se font encore très vivement sentir pendant trois années. C'est donc cinq ans, à partir du moment de l'apparition de la puberté, qu'il faut au jeune garçon, pour devenir un homme nubile, un adulte, doué de la plénitude de son aptitude à reproduire.

Ces notions s'appliquent aux jeunes filles. Cinq ans après l'apparition des premières menstrues, elles sont nubiles, elles sont femmes.

Sur les cinq années, étendues de l'éclosion de la puberté à la réalisation de la nubilité, les trois dernières, surtout, répondent à la phase à laquelle convient plus qu'à toute autre le nom de jeunesse. Cette phase de jeunesse doit marquer le triomphe de l'éducation ; elle peut en être la faillite. Elle est le carrefour où se rencontrent *les tendances héréditaires*, qu'on appelle communément le tempérament, *les influences éducatives et l'épanouissement de l'instinct sexuel.*

Il dépend des maîtres de la jeunesse qu'à partir de ce moment décisif la vie soit heurtée et pénible ou faite d'harmonie et d'aisance.

Les enfants dont l'éclosion pubertaire se fait mal, ceux qui, à cette époque de leur vie, présentent des symptômes de susceptibilité nerveuse, des tendances bizarres, coupables et inexplicables, ne sont souvent que des malades qu'il faut remettre au médecin.

Au point de vue de l'éducation physique, nous aurons l'occasion (chap. VIII) de dire ce que doivent être les pratiques de cette éducation pendant l'âge pubertaire et pendant l'adolescence. Nous estimons inutile d'en parler ici. C'est à cette époque de la vie, surtout, que l'éducateur sera mesuré et prudent.

***

RÔLE DES GLANDES A SÉCRÉTION INTERNE. — Les corrélations qui existent entre la fonction sexuelle et la fonction cérébrale nous amènent à aborder la grave question de l'influence des organes à sécrétion interne sur le développement général de l'organisme.

Il ne faut pas juger qu'un enfant n'est pas malade parce qu'il ne se plaint de rien. On se tromperait gravement. Une maladie latente se traduira chez lui par du relâchement dans le travail, par la diminution de l'attention et de la mémoire, par de mauvaises notes continuelles. Un écolier médiocre peut être moins souvent un paresseux volontaire qu'un malade.

C'est pourquoi il importe que les maîtres soient éclairés sur l'activité encore mystérieuse par beaucoup de côtés de certains organes, tels que le testicule, la glande thyroïde, les capsules surrénales, la glande pituitaire ou hypophyse, qui agissent sur l'organisme par l'intermédiaire de certains produits de sécrétion qu'ils élaborent et déversent directement dans le sang.

Ces produits sont désignés sous le nom générique d'hormones (de ὁρμαω, j'excite). Le sens exact du mot hormone est loin d'être précis. Est hormone toute substance qui, circulant dans le sang ou les humeurs, est excitatrice des actes généraux de la nutrition. C'est une notion physiologique capitale. C'est ainsi que le testicule ne fabrique pas seulement le liquide spermatique qui représente sa sécrétion externe, il donne aussi naissance à des produits encore peu connus, à une sécrétion interne directement déversée dans le sang et dont l'importance est considérable, puisqu'elle paraît tenir sous sa dépendance et régulariser, au moment de la puberté, le développement général de l'organisme humain.

La même remarque s'applique aux capsules surrénales dont le produit de sécrétion interne, l'adrénaline, exerce une action directe sur la circulation du sang. Nous connaissons enfin les altérations de l'intelligence que provoque la dégénérescence du corps thyroïde.

Le rôle joué par les glandes à sécrétion interne dans le développement de l'organisme est beaucoup plus important chez l'enfant que chez l'adulte. Il ne peut même y avoir une croissance *normale* sans les sécrétions *normales* de la thyroïde, de l'hypophyse, du testicule, des capsules surrénales.

Les maladies héréditaires ou acquises, telles que la syphilis, la tuberculose, l'alcoolisme, retentissent directement sur ces glandes, dès les premières années de la vie. Mais cette action se fait sentir à des degrés très divers, depuis la sidération complète avec arrêt du fonctionnement des organes, jusqu'à la déviation légère et momentanée du processus normal de sécrétion.

Dans la plupart des cas, il n'est pas toujours possible de déterminer avec précision l'atteinte de telle ou telle glande vasculaire. Il s'agit, le plus souvent, de symptômes mixtes explicables par le mauvais fonctionnement simultané de plusieurs glandes.

Quoi qu'il en soit, on peut résumer de la manière suivante l'action des hormones thyroïdienne, surrénale, hypophysaire, génitales et tracer le tableau des insuffisances pluriglandulaires ou mixtes.

*1° **Rôle de la thyroïde.*** — La glande thyroïde préside au développement physique et psychique. Si l'on enlève à un animal, dans la période de croissance, son corps thyroïde, on le rend apathique ; ses mouvements deviennent lents et maladroits, son développement se ralentit et s'arrête. Il devient réceptif aux diverses maladies.

Un enfant atteint d'insuffisance thyroïdienne demeure petit. Il a dix ans et paraît en avoir quatre ou cinq. La face est arrondie, sans expression, en pleine lune ; les tissus sont comme infiltrés. Les cheveux sont cassants et poussent lentement.

Le caractère est doux, tranquille ; l'intelligence est obtuse.

Dans une modalité plus atténuée, la face de l'enfant est arrondie, son torse allongé, son ventre proéminent, ses membres potelés. Tristesse, apathie, irritabilité sont les traits principaux de son caractère. Les mouvements sont lents, et le travail intellectuel est difficile sinon impossible. Les organes génitaux se développent tardivement et demeurent souvent rudimentaires. Les poils sont absents ou peu fournis. A quinze ans, un tel enfant paraît en avoir dix ou douze.

Chez les collégiens et les fillettes de dix à quinze ans, on peut être mis sur la voie d'une insuffisance thyroïdienne par de la céphalée frontale ou bien une névralgie occipitale tenace, plus intense le matin et mettant obstacle à la continuation des études. Une extrême émotivité, une grande fatigue au moindre travail, du refroidissement des extrémités, de la pâleur des mains alternant avec de la cyanose, quelquefois, de l'incontinence nocturne d'urines sont, lorsqu'on les observe simultanément sur un même sujet, les signes avant-coureurs de l'insuffisance thyroïdienne.

Le traitement comportera l'usage de l'extrait sec de corps thyroïde associé à un régime approprié. Dans la majorité des cas, il suffira de quelques semaines de traitement pour amener la disparition temporaire ou définitive des petits signes de l'insuffisance thyroïdienne.

*2° **Rôle de la surrénale.*** — L'adrénaline, produit de sécrétion de la glande surrénale, entretient la tension du sang dans les artères. C'est surtout

au cours des maladies infectieuses que l'insuffisance surrénale se produit. Les signes qui la caractérisent sont souvent masqués par ceux de la maladie intercurrente qui l'a engendrée. Ce sont : une accélération extrême des battements du cœur, une hypotension artérielle si abaissée parfois que toute mesure précise en est impossible ; une très grande faiblesse ; les insuffisants surrénaux restent étendus sur leur lit, sans faire de mouvement, craignant le moindre changement de place, se refusant même à parler et à boire.

Très souvent, l'insuffisance surrénale succède à une destruction plus ou moins complète des capsules surrénales par des lésions tuberculeuses.

Enfin, en dehors de toute maladie aiguë dont l'insuffisance surrénale apparaît comme une véritable complication, on voit parfois cette insuffisance surprendre l'adulte en pleine santé et être caractérisée par de l'apathie, une paresse physique et intellectuelle que rien ne peut vaincre, de l'amaigrissement parfois très accusé et, chez l'enfant, un arrêt de la croissance. La température se maintient au-dessous de la normale.

Le traitement par l'extrait de glande surrénale donne, en pareil cas, des résultats rapides.

3° Rôle de l'hypophyse. — L'hypophyse n'est point comparable aux autres pièces du système endocrinien. D'après Enrique Cantilo (1) elle est « la clef qui remonte constamment le mécanisme endocrinien ».

Toutes les pièces du système hormonal, la folliculine de l'ovaire, le testostérone du testicule, l'insuline du pancréas, l'adrénaline des capsules surrénales, la thyroxine de la thyroïde, la parathyrone des parathyroïdes, ne produisent leurs incitations régulatrices de la vie cellulaire de nos tissus, que si elles reçoivent, elles-mêmes, des excitations adéquates de l'hormone hypophysaire. L'hypophyse est l'organe central endocrinotrope qui agit à tout moment sur toutes les glandes. « L'hypophyse agit sur les glandes comme une clef sur le mouvement d'horlogerie, dans ce sens que le fonctionnement hypophysaire accéléré — l'horloge trop souvent remontée — provoque l'accélération fonctionnelle de toutes les glandes. Jusqu'ici l'image est donc exacte. Mais là où la nature nous éloigne de la précision des mouvements d'horlogerie, c'est le fait que certaines glandes dont la fonction est déclenchée, puis entretenue, par l'hypophyse, agissent ensuite sur l'hypophyse pour en inhiber l'action. Tel est le rôle dévolu, avant tout autre, aux glandes sexuelles. La connaissance de ce puissant mécanisme contre-hypophysaire, formé par les gonades, revêt, vis-à-vis de l'ontogénie, une importance considérable.

« Le rôle hypophyso-inhibiteur, ou plus simplement contre-hypophysaire des glandes sexuelles est parfaitement démontré à l'heure actuelle, aussi bien dans le domaine expérimental qu'en clinique » (Enrique Cantilo).

L'expérience démontre, sans contredit :

1° que la castration faite avant l'âge adulte déclanche le gigantisme par hyperfonctionnement hypophysaire ;

(1) Enrique Cantilo. Le mécanisme endocrinien régulateur du temps physiologique. *Presse médicale*, 24 décembre 1938.

2° que, pour réduire l'activité hypophysaire, il suffit d'injecter des hormones sexuelles (folliculines dans les belles expériences de Del Castillo, androtines dans celles de Mac Cullagh et Walsh).

Le rythme de la vie de chaque individu est réglé par ses glandes endocrines. Et comme l'ensemble des endocrines est réglé par l'hypophyse, c'est, en définitive, l'hypophyse qui règle le rythme de la vie, et cela, pendant toute notre existence.

L'hypophyse accélère constamment la croissance de l'individu dans l'espace et dans le temps : donc, dans la totalité de ses dimensions. Elle est le type de l'organe somatotrope et l'organe vieillissant par excellence. L'expérience nous l'a assez prouvé, puisque, par l'administration de doses massives d'hypophyse, l'animal jeune devient géant, l'adulte devient acromégale et l'animal mûr devient adipeux, diabétique, hypertendu et impuissant.

Livrée à elle-même, l'hypophyse est donc toujours accélératrice et vieillissante. Fort heureusement, la nature a créé, avec la sécrétion des gonades, un puissant mécanisme hypophyso-frénateur. Il résulte ainsi que l'hypophyse déclenche, elle-même, l'agent qui doit l'inhiber.

Aussi longtemps que dure l'âge sexuel de l'individu — autrement dit l'époque de la sécrétion des gonades — il y a, en quelque sorte, un silence hypophysaire : l'activité de l'hypophyse est réduite au minimum nécessaire pour le maintien du stimulus endocrinotrope. Mais, dès que le frein sexuel cesse d'agir, l'hypophyse reprend tout son pouvoir endocrinotrope.

« C'est ainsi qu'au postclimatère, nous voyons l'homme devenir presque toujours un hypercrinique acromégaloïde — c'est ce que nous appelons le « facies de père Noël » — et la femme prendre les traits épaissis, l'allure brusque et la voix grave de l'homme. C'est à ce moment que l'être humain — homme ou femme — en proie à un état hypercrinique plus ou moins total, devient sujet à l'hypertension (par excès d'adréno-stimuline), au diabète (par excès d'hormone diabétogène), à l'ostéoporose et à la fragilité osseuse avec hypercalcémie (par excès de parathyro-stimuline), à l'habitus basedowoïde, avec métabolisme basal modérément élevé (par excès de thyrostimuline), aux cancers génitaux ou à l'hypertrophie de la prostate (par excès de gonado-stimuline), et, enfin, à la splanchnomégalie générale et au développement de divers cancers, ceci pour des raisons encore mal connues, mais liées — comme le prouvent les expériences de Lacassagne — à l'hypercrinie générale de cause hypophysaire.

« Dire que l'individu en est arrivé au diabète, à l'hypertension, à l'ostéoporose, à la splanchnomégalie et aux néoplasies, c'est dire qu'il est exposé à l'artériosclérose, aux accidents cardiorénaux, aux fractures multiples, aux métastases ; c'est, en un mot, dire qu'il est vieux. Vieux, non pas en années physiques, mais en temps réel. Qu'importe, d'ailleurs, l'âge physique ! Il suffit d'un adénome hypophysaire du type Cushing pour reproduire tout ce tableau de la vieillesse chez un individu de vingt ou trente ans ». (Enrique Cantilo.)

Ainsi grâce à l'endocrinologie, se lève un coin du voile qui nous dissimulait les causes du vieillissement organique.

Un entraîneur ou un éducateur ne doit pas ignorer des faits biologiques aussi importants.

4° ***Rôle des glandes génitales.*** — L'insuffisance testiculaire aboutit à un type d'infantilisme caractérisé par de l'atrophie génitale, une longueur excessive des membres inférieurs, des troubles intellectuels. Ces enfants ont souvent des tics. Cet état est heureusement influencé par les injections sous-cutanées de suc testiculaire ou par l'ingestion d'extrait sec de glande correspondante.

L'insuffisance ovarienne retarde, chez les filles, l'apparition des caractères sexuels secondaires ; les seins, le système pileux ne se développent pas ; la menstruation apparaît tardivement, ou bien les règles sont peu abondantes, anormalement espacées ou particulièrement douloureuses.

5° ***Insuffisances pluriglandulaires.*** — Elles sont communes, et atteignent à la fois deux à trois glandes à sécrétion interne. Le plus souvent ce sont l'hypophyse et les glandes génitales qui fonctionnent mal et associent leurs symptômes en les combinant diversement. L'obésité et l'atrophie des organes génitaux caractérisent cette association. Dans d'autres cas, très communs, il s'agit de la dystrophie des adolescents, sur laquelle insista autrefois Hutinel et qui est la plus fréquente.

Il s'agit d'adolescents, surtout de garçons qui ont, généralement, fait une croissance excessive, et dont les proportions ne sont plus équilibrées. Les membres inférieurs semblent démesurément longs, mais le thorax est étroit, cylindrique, et la colonne vertébrale généralement incurvée. Les épaules sont tombantes, la tête peu volumineuse, infantile, trop petite pour le grand corps qu'elle surmonte. La scoliose, la cyphose et la lordose sont communes, de même que le genu valgum et le pied plat valgus.

Ils supportent mal la fatigue, ils sont lents, mous et manquent de fond. La nutrition se fait mal ; la circulation est défectueuse ; les extrémités sont froides et cyanosées. Les palpitations et les troubles du rythme cardiaque sont habituels. Les digestions sont assez irrégulières ; les urines peu abondantes, chargées d'urates, et l'albuminurie orthostatique très commune.

Le travail est pénible et le caractère modifié. Après quelques minutes d'attention ou d'effort intellectuel, la tête devient pesante et douloureuse. Cette céphalée, dite de croissance, est parfois le symptôme prédominant. Elle annihile ou stérilise toute volonté de travail ; elle s'accompagne quelquefois de troubles de la vue et peut amener une dépression nerveuse inquiétante.

Dans les cas de ce genre, l'examen radiographique montre un élargissement et une excavation anormale de la selle turcique.

Il n'est pas étonnant que, chez un adolescent, le développement de l'appareil génital ait un retentissement plus ou moins marqué sur l'hypophyse comme sur d'autres organes. Les synergies entre le testicule, l'ovaire et l'hypophyse apparaissent d'ailleurs dans d'autres conditions. Il ne s'agit certai-

nement pas de lésions glandulaires profondes, car leurs conséquences sont généralement passagères, mais d'altérations légères ou de simples troubles fonctionnels qui exercent sur la nutrition des individus une influence plus ou moins durable et que l'on peut rapprocher de certaines formes atténuées de l'insuffisance thyroïdienne (1).

Des relations étroites unissent donc tous les organes entre eux. La vie ne serait pas possible si les diverses fonctions, dont la réunion constitue l'individu, n'étaient pas en rapport les unes avec les autres.

Ces relations sont assurées, d'une part, par le système nerveux, d'autre part, par les hormones, qui, véhiculées par le sang, portent, ici ou là, les excitations nécessaires. Ces substances, nées de certains organes glandulaires, ont des propriétés chimiques telles qu'elles réagissent sur les éléments anatomiques des autres organes, de façon à inciter ces derniers à fonctionner.

Ayons ces faits présents à l'esprit, en face d'enfants paresseux, maladifs, dépourvus d'activité. Songeons que, par le fait d'une hérédité pathologique, leur glande thyroïde, leurs capsules surrénales, leur glande pituitaire, fonctionnent peut-être mal, alors qu'aucun signe extérieur de maladie n'apparaît.

Car l'influence de l'état physique de l'écolier et de ses imperfections physiologiques, sur son état intellectuel et sur son travail, est considérable. Le physique et le moral sont intimement unis chez l'enfant, plus encore que chez l'homme fait. Chez celui-ci, une volonté énergique peut contraindre au travail un corps mal servi par des organes débiles ; chez celui-là, le fait est absolument exceptionnel. Dans l'enfance, un état maladif même léger entrave le fonctionnement cérébral et empêche le principe spirituel d'exercer sa maîtrise sur les organes.

Influence de l'exercice sur la croissance. — Chez l'enfant, le premier résultat de l'exercice corporel est d'activer considérablement la respiration. L'oxygène qui entre par les poumons remplace celui qui est employé aux combustions internes, de telle manière que le résultat final d'un exercice bien réglé ne se solde point par un déficit, mais par un excédent d'oxygène que le sang est chargé de fixer. En faisant porter mes observations sur les enfants des écoles de Joinville soumis aux modes les plus simples du mouvement et en prenant pour unité le coefficient respiratoire dans la position couchée, j'ai obtenu les chiffres relatifs suivants.

(1) Consulter sur ce sujet les publications suivantes : Hutinel. Sur une dystrophie spéciale des adolescents (*Gazette des hôpitaux*, 9 janvier 1912, n° 3) ; — Hutinel. Glandes endocrines et dystrophies osseuses (*Archives de médecine des enfants*, 1918) ; — Apert. Hermaphrodisme. Puberté précoce, hirsutisme, obésité, en coïncidence avec les lésions des capsules surrénales (*Bull. médical*, 21 déc. 1910) ; — Josué. Le traitement de l'insuffisance surrénale (*Paris médical*, 6 janvier 1917) ; — Hutinel. Dystrophies infantiles et synergies glandulaires (*Journal de médecine interne*, 10 mars 1910) ; — Glaude et Gougerot. Syndromes pluriglandulaires (*Gazette des hôpitaux*, 1912, n° 57) ; — H. Climenko. Un cas d'infantilisme dû à l'hypopituitarisme (*American Journal of diseases of children*, déc. 1916); — Léon Tixier. Insuffisances glandulaires en médecine infantile (*Bulletin médical*, 8 novembre 1919) ; — P. Nobécourt. L'hypothyroïdie de la puberté (*Le Monde médical*, 1er octobre 1919) ; — Gley. *Quatre leçons sur les sécrétions internes* (Baillière, 1920).

La valeur des échanges respiratoires, au repos, étant exprimée par l'unité (= 1), on constate, dans un temps donné, les changements suivants :

Position assise : 1,24 ;

Station debout : 1,41 ;

Marche lente (2 kilomètres à l'heure) : 1,87 ;

Marche à raison de 4 kilomètres à l'heure : 3,06 ;

Marche en portant un poids représentant le cinquième du poids du corps et au rythme de 4 kilomètres à l'heure : 4,21 ;

Jeu de barres très actif (résultat au bout d'une demi-heure) : 6,27.

Les variations de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau exhalés par les poumons suivent parallèlement celles de l'oxygène, sauf au début du travail où la production d'acide carbonique dépasse légèrement le taux normal d'exhalation de ce gaz. Au début de tout exercice, le sang paraît d'abord se surcharger d'acide carbonique, mais cette surcharge est transitoire et ne dure que quelques instants.

Ainsi, un enfant qui prend de l'exercice, fait provision d'oxygène. Ce gaz s'emmagasine au sein des éléments anatomiques, il pénètre dans l'intimité même des tissus vivants. Il s'attache aux globules du sang qu'il rend plus rutilants.

Que se passe-t-il dans un jeune organisme irrigué par un sang très oxygéné ? Il y a longtemps que les physiologistes nous ont informés sur ce point.

Les expériences célèbres de Cl. Bernard et de Brown-Séquard, répétées depuis avec des résultats toujours concordants, ont démontré que le sang oxygéné avait, notamment, pour résultat d'activer les sécrétions glandulaires. Sous son influence, toutes les glandes, en particulier les organes à sécrétion interne, qui jouent un rôle si grand dans la croissance de l'enfant et de l'adolescent, sécrètent plus activement leurs hormones. Il en résulte une suractivité fonctionnelle générale, favorable à la marche régulière de la croissance.

L'éclosion pubertaire se fait bien ; les fonctions intellectuelles régentées par le corps thyroïde, où les oxydations sont actives, s'éveillent promptement; l'ossification, liée à l'activité spécifique de l'hypophyse, se fait sans à-coups, de sorte que l'enfant grandit normalement. Sans doute, peuvent intervenir bien des causes perturbatrices relevant d'une hérédité pathologique ou d'une maladie intercurrente, mais elles se révèlent généralement sous des modalités discrètes chez les enfants régulièrement et sagement soumis aux pratiques de l'exercice physique.

Les effets de l'exercice sur la croissance de l'enfant et de l'adolescent ont suscité des travaux très nombreux. L'accord est unanime sur les résultats bienfaisants de l'exercice. Bien que l'activité des hormones soit encore mystérieuse par beaucoup de côtés, nous entrevoyons aujourd'hui l'explication qu'il convient de donner à ces heureux effets. Ils se résument dans la suractivité des glandes à sécrétion interne sous l'action d'un sang très oxygéné.

Le Dr J. Belchradek a démontré que le travail musculaire était nécessaire à la croissance. Ce sont les produits mis en liberté par les muscles, pendant le travail, qui sont les vrais stimulants de la croissance. Belchradek l'a vérifié

expérimentalement. En nourrissant de jeunes animaux avec des muscles fatigués, gorgés de produits de désassimilation, il a constaté que ces animaux croissaient mieux et davantage que leurs congénères nourris avec la chair d'animaux reposés. En somme, le travail musculaire donne naissance à des substances qui, déversées dans le milieu intérieur, provoquent un accroissement plus rapide des tissus.

Ces notions nouvelles démontrent jusqu'à quel point est nécessaire l'exercice pour les enfants et les jeunes gens. Leur croissance régulière ne se fera que s'ils résorbent en quelque sorte dans leur sang les sous-produits de leur activité musculaire.

Rôle des endocrines pendant l'effort physique. — Les facteurs endocrino-humoraux interviennent à chaque instant dans l'effort physique.

1° Ils assurent l'équilibre circulatoire par le jeu de la vaso-motricité. Celle-ci est réglementée par l'adrénaline, l'acétylcholine et l'hormone hypophysaire.

2° Le taux du sucre sanguin, aliment par excellence du muscle, est réglé par le jeu des hormones hyperglycémiantes (adrénaline, pituitrine) et hypoglycémiantes (insuline). De leur antagonisme d'action résulte un état d'équilibre de la glycémie. C'est par ce mécanisme qu'est assuré l'approvisionnement régulier des muscles en glycogène ou charbon musculaire (1).

3° Tout le métabolisme musculaire est soumis à l'hormone cortico-surrénale.

4° Le régime des échanges hydriques dans les tissus vivants et dans les espaces lacunaires intertissulaires est dominé par l'hormone hypophysaire.

5° L'hormone thyroïdienne régit les besoins tissulaires en oxygène.

La notion de l'équilibre endocrino-sympathique doit être constamment présente à l'esprit de l'entraîneur. Cet équilibre neutralise les perturbations incessantes introduites dans l'économie par l'effort. Une adaptation constante aux changements intérieurs et extérieurs causés par l'entraînement sportif est réglée par les synergies existant entre les glandes endocrines et le système neurovégétatif. C'est l'équilibre endocrino-sympathique qui conditionne la « forme » d'un athlète (2). « L'étude du développement a montré les liens étroits qui unissent l'appareil paraganglionnaire au système nerveux sympathique. Selon Celestino Da Costa, le sympathique se substitue peu à peu au tissu chromaffine, le nerf prend la place de l'hormone... Nous rappellerons l'élaboration d'une hormone sympathico-mimétique par le paraganglion, et le mécanisme chimique de la commande nerveuse (3). »

(1) G. Chiti. La régulation hormonale de l'hémoglycolyse. *Archivio di patologia e clinica medica*, tome XVII, n° 1, janvier 1937.

(2) Brandt. Effort physique et glandes endocrines. *Congrès intern. Méd. appl. à l'éd. physique et aux sports*. Expos. intern. Paris, 1937. Rey, édit., Lyon.

(3) R. Courrier. *Leçon inaugurale au Collège de France*, 14 décembre 1938. — Morphologie expérimentale et endocrinologie. *Presse médicale*, 11 janvier 1939.

INFLUENCE DES EXERCICES SPORTIFS SUR LES ENDOCRINES. — D'autre part, l'entraînement, avec toutes les épreuves d'intensité progressive auxquelles il contraint les athlètes, est susceptible de constituer un véritable facteur de rééducation endocrino-sympathique (Brandt). A ce titre, il apparaît, s'il est judicieusement réglé, comme le régulateur par excellence de la nutrition.

M. Milcou et G. Ulmeanu ont étudié l'équilibre endocrinien chez les étudiants de l'Institut Supérieur d'Education physique de Bucarest, lors de l'entrée à l'Ecole et après sept mois d'entraînement (1).

Le but de leur travail a été double :

1° établir une corrélation entre l'aptitude sportive et les glandes endocrines ;

2° se rendre compte si le programme d'entraînement de l'Institut était capable de modifier les fonctions des glandes endocrines.

Ces auteurs utilisaient, dans leurs recherches, le séro-diagnostic endocrin de Richard-Biet (2) et l'examen clinique. Ils ont constaté que l'aptitude sportive, chez les sujets observés, coïncidait avec la régularité fonctionnelle de l'hypophyse, de la thyroïde, de la parathyroïde, de la surrénale et du testicule et avec l'hyperfonction surrénale.

En ce qui concerne les modifications des fonctions endocrines déterminées par un entraînement de sept mois, ils ont constaté, à la fin de cette période d'entraînement, que l'*insuffisance fonctionnelle hypophysaire, surrénale et testiculaire avait disparu chez les sujets qui la présentaient au commencement de l'entraînement. Celui-ci avait joué un rôle régulateur sur les glandes endocrines.*

MORPHOLOGIE ET GLANDES ENDOCRINES. — L'étude des formes humaines avait conduit certains biologistes (Claude Sigaud, Mac Auliffe, Chaillou, Vincent, Borry, de Lambert, Thooris) à classer les humains en quatre types « architecturaux » : le respiratoire, le digestif, le musculaire et le cérébral. Une telle classification apparaît aujourd'hui comme ne répondant pas à la vérité et à la nature intime des choses. Thooris, au temps où il présidait la Commission scientifique de la Fédération d'athlétisme, mesurait et classait les champions d'après ces données très sommaires. Outre que les termes descriptifs de sa classification « tétratypique » ne m'ont pas toujours paru intelligibles, ils ne masquaient que de simples apparences n'ayant aucun lien avec les réalités. C'est ainsi que le type respiratoire, caractérisé par l'ampleur du segment supérieur du tronc, n'est, selon l'anatomie des formes, qu'un type d'individu pourvu de masses musculaires deltoïdiennes, intercostales et scapulaires très développées. Les poumons représentent des organes coniques à

(1) M. MILCOU et G. ULMEANU. Influence des exercices sportifs sur les glandes endocrines. *Congrès internat. Méd. appl. à l'Education physique et aux sports.* Expos. Univ. Paris, septembre 1937, Rey, édit., Lyon.

(2) R. BIET et G. RICHARD. Diagnostic sérologique d'états endocriniens. Essais et contrôle. *Revue française d'Endocrinologie,* tome 13, juin 1935. — Phénomènes sérologiques endocriniens. *Revue française d'Endocrinologie,* tome 14, juin 1936.

sommet supérieur, à base inférieure. Or, les respiratoires sont des sujets à thorax surtout développé dans ses parties supérieures. Il n'y a donc pas correspondance de la forme extérieure à l'organe sous-jacent.

Enfin, n'est-ce pas aller à l'encontre du grand principe de l'adaptation des êtres au milieu, qu'admettre quatre types originels et irréductibles des formes humaines ? Les biologistes ont accumulé les preuves de cette adaptation. Les éleveurs, d'autre part, ont modelé à volonté, pour ainsi dire, des chevaux de labour, de selle, de trait ; ils ont obtenu parmi les bêtes à cornes des races de travail ou de boucherie et des races laitières ; on sait combien a été docile à nos caprices le chien domestique dont nous avons modifié à l'infini la taille, le pelage, les membres, la tête, les instincts, et nul animal ne fournit une fourrure plus variée que le lapin. Mais ce n'est pas ici le lieu de développer ces notions.

Des types digestifs peuvent être transformés en musculaires par l'entraînement et par l'adoption d'une certaine alimentation. Des musculaires, des digestifs et des respiratoires peuvent être transformés en types indéterminés par l'inaction physique prolongée, par la stabulation.

En favorisant la croissance et le développement corporel, l'exercice a pour résultat de faire apparaître les caractéristiques anthropologiques d'un sujet donné et celles-ci ne sont, elles-mêmes, que l'effet des *actions endocriniennes héréditaires*.

Les formes humaines dépendent des fonctions des glandes à sécrétion interne. Une architecture normale traduit l'équilibre du système endocrinien ; une déviation des formes signifie l'existence de troubles glandulaires. Les *hormones sont régulatrices de la morphogénèse.*

L'entraînement, en suractivant, comme nous venons de le voir plus haut tout le système glandulaire, aide à la réalisation du type humain normal, dont les proportions sont harmonieuses et dont l'un des caractères importants consiste dans un bon développement musculaire. L'homme est un animal musculaire. La forme humaine que nous prenons comme représentant la normale correspond au Doryphore de Polyclète, au type musculaire de Sigaud, au type athlétique de Kretschmer. Le relief musculaire est net sans qu'il soit hypertrophique. Le système adipeux est peu développé. L'attitude est droite et bien équilibrée. Elle résulte d'une mécanique parfaite du corps, fait sur lequel a insisté Goldthwait. La tête est droite, en ligne avec la poitrine et les pieds. La poitrine est élevée. Les courbures du dos ne sont pas exagérées.

En résumé, chaque état endocrinien possède des caractères morphologiques propres. Ils peuvent porter sur l'aspect général, la taille, le poids, les dimensions des divers segments et de l'envergure, les rapports entre l'envergure et la taille, entre les segments supérieur et inférieur, les dimensions circonférentielles (tête, thorax, abdomen), l'état de la peau, les poils. Ces caractères peuvent porter sur la forme des diverses régions du corps, tête, dents, abdomen, extrémités, pieds, mains, etc... Faire un diagnostic morphologique, c'est, aujourd'hui, faire un diagnostic endocrinien.

Il faut délibérément abandonner les types ou biotypes divers, basés simplement sur les apparences. D'ailleurs, ce qui prouve que de telles données sont erronées, c'est le véritable chaos qui caractérise cette « biotypologie ».

Ainsi Beneke reprenant les descriptions des médecins grecs décrit deux types, l'apoplectique et le phtisique. De Giovanni décrit trois combinaisons morphologiques. Sigaud décrit quatre types : musculaire, respiratoire, cérébral, digestif. Mac Auliffe reprend cette classification avec quelques modifications. Kretschmer décrit des types athlétique, pycnique, asthénique, dysplasique. Stockard décrit le type latéral et le type linéaire. Boumak décrit le type euryplastique et le type sténoplastique. Corman décrit le type brévilinéaire et le type longilinéaire avec des variations. Pende décrit le type microsplanchnique et le type mégalosplanchnique. Enfin, avec Vannier, nous entrons dans le mysticisme ; il décrit en effet des types saturniens, jupiteriens, etc...

Nous ne pouvons pas décrire aujourd'hui des types morphologiques des *biotypes*, en nous fondant sur les seules formes. Il nous faut désormais rattacher le biotype à l'incitation endocrinienne correspondante. Nous ne pouvons pas continuer à ignorer que les formes du corps humain sont modelées par les glandes endocrines régulatrices de la croissance et du développement organique. Les hormones sont morphogènes.

Il est vrai que beaucoup de types morphologiques humains sont d'origine pluriglandulaire, mais cela ne milite pas en faveur de l'adoption de types vagues. Il y a toujours une origine uniglandulaire à tout syndrome pluriglandulaire. Ce que nous voulons, c'est une méthode. Nous avons l'étalon normal. Etudions sur cette base les déviations morphologiques. Peu importe si nous trouvons, par exemple, chez le même athlète, des éléments morphologiques d'hypogénitalisme (segment inférieur plus développé que le supérieur) combinés à des éléments morphologiques d'hypothyroïdisme (augmentation des circonférences du thorax, de l'abdomen, obésité). Ce ne sont pas les descriptions diffuses des types asthéniques, pycniques, etc... qui aideront à notre diagnostic, mais la recherche des types endocriniens purs.

Nous pouvons à la rigueur conserver les termes : pycnique, asthénique, longilinéaire, brévilinéaire, comme indiquant un aspect morphologique, une apparence. Mais faire du type longilinéaire un type spécial, par exemple, c'est comme si nous voulions faire d'un symptôme une maladie.

Avec A. P. Cawadias (1), nous dirons donc que les principaux types morphologiques qui doivent entrer dans la biotypologie des athlètes sont :

« les types morphologiques hyperthyroïdien et hypothyroïdien ,

les types morphologiques hyperpituitaire et hypopituitaire (simple et complexe ou adiposogénital) ;

les types morphologiques hypergénital et hypogénital.

les types morphologiques hypersurrénal et hyposurrénal ;

(1) A. P. Cawadias. Morphologie clinique basée sur l'endocrinologie. *Orientation médicale*, mai 1936.

les types morphologiques thymiques et les types morphologiques parathyroïdiens ».

Enfin les types mixtes pluriglandulaires, dont nous chercherons l'origine uniglandulaire parce que les types pluriglandulaires d'emblée sont très rares.

A ces types morphologiques endocriniens nous pouvons ajouter les syndromes morphologiques indiquant un trouble d'un organe autre qu'un organe endocrinien, tels par exemple le nanisme rénal, le nanisme intestinal, le nanisme mitral. Il est probable d'ailleurs que troubles rénaux, cardiaques, intestinaux, agissent par l'intermédiaire des glandes endocrines.

Reste la classe des types morphologiques sans base nette. Elle ne comporte que des descriptions d'attente.

Nous croyons que ce plan de biotypologie mettra de la précision dans les études de morphologie et nous éloignera des obscurités et des confusions qui ont retardé le développement de cette partie importante des sciences biologiques.

En suscitant, sous l'influence de la suroxygénation sanguine, la plénitude fonctionnelle des organes et spécialement le fonctionnement des endocrines ultra-sensibles à la composition du sang, l'entraînement met en évidence tous les caractères morphologiques de l'athlète. Sous son influence, ils apparaissent en pleine lumière.

INFLUENCE DE L'ALIMENTATION SUR LA CROISSANCE. — Nous laisserons de côté ici l'alimentation des nourrissons, dont l'influence est énorme sur le développement organique, pendant les premiers mois de la vie. Nous n'aurons en vue que l'alimentation de la moyenne et de la grande enfance. Tandis que le nourrisson est voué au régime lacté et, plus tard, aux régimes simples du sevrage, les enfants plus grands utilisent à peu près les mêmes aliments que les adultes. Mais les besoins alimentaires des uns et des autres ne se ressemblent pas. L'enfant n'est pas, comme on l'a dit inexactement, un homme en miniature. Sa physiologie lui est propre. Elle est caractérisée par la prédominance de l'assimilation sur la désassimilation. Chez l'homme fait, les deux mouvements nutritifs s'équilibrent. Chez le veillard, c'est la désassimilation qui l'emporte. En raison de sa croissance, l'enfant a des besoins alimentaires spéciaux.

Dans une remarquable leçon faite à la *Clinique des maladies des enfants*, le 27 septembre 1919, le Dr Nobécourt a examiné cette question. *La Presse médicale* du 5 novembre 1919 en a donné la substance, et nous nous y référerons à chaque pas.

Les *besoins calorifiques correspondant à l'entretien* de la vie, chez les enfants, sont proportionnels à l'étendue de leur surface cutanée. Diverses formules permettent de calculer cette dernière en fonction du périmètre thoracique, de la taille et du poids.

Connaissant cette surface, et étant admis que la quantité de calories rayonnées par un décimètre carré de surface cutanée est approximativement

de 15 calories par jour, on obtient la quantité de calories rayonnées par un enfant.

Mais il faut ajouter aux besoins calorifiques d'entretien les *besoins calorifiques de croissance*. On sait que, chez l'enfant, 1 gramme d'augmentation de poids correspond à 2 calories, en chiffres ronds. Connaissant les augmentations quotidiennes de poids, on calcule la quantité de calories de croissance nécessaires, par jour, aux enfants des différents âges.

Sexe	Ages	*Croissance pondérale par jour*	*Calories. de croissance par jour.*
»	2 à 5 ans	2 gr. 5	5
»	5 à 12 ans	5 gr. 51	11
Garçons.....	12 à 15 ans	15 gr.	30
Filles	11 à 14 ans	12 gr.	24
»	14 à 15 ans	8 gr.	16

Les besoins calorifiques de croissance sont donc très faibles par rapport aux besoins calorifiques d'entretien. Le *besoin calorifique de travail* est très faible également. On peut l'estimer approximativement à 3 calories par kilo-jour. A l'aide des tables de croissance, on peut donc facilement le calculer pour les enfants des différents âges.

La totalisation des calories nécessaires à l'enfant nous montre que ses besoins augmentent avec l'âge et avec le poids. Mais l'augmentation n'est proportionnelle ni à l'un ni à l'autre ; l'enfant de 30 kilogrammes n'a pas besoin de deux fois plus de calories que l'enfant de 15 kilogrammes. L'alimentation devra être surtout copieuse pendant la période pubertaire.

Les besoins calorifiques ne constituent qu'un des éléments destinés à fixer les bases de l'alimentation. L'alimentation usuelle doit contenir, en proportions données, les trois ordres de substances : albumines, graisses et hydrates de carbone. Il est difficile de préciser la proportion dans laquelle chacun de ces aliments doit entrer dans l'alimentation de l'enfant. Cependant Nobécourt admet approximativement les quantités suivantes par kilogramme-jour :

Poids 13 *à* 29 *kilogrammes* nécessitant 65 calories par kilogramme-jour :

Albumine.....	= 2 gr.	= 8 calories.
Graisses.....	= 3 gr.	= 27 —
Hydrates de carbone.	= 7 gr. 5	= 30 —

Poids 30 *à* 39 *kilogrammes* nécessitant 60 calories par kilogramme-jour :

Albumine.....	= 2 gr.	= 8 calories.
Graisses.....	= 2 gr.	= 18 —
Hydrates de carbone.	= 8 gr. 5	= 34 —

Poids 40 *kilogrammes* nécessitant 53 calories par kilogramme-jour :

Albumine.....	= 2 gr.	= 8 calories.
Graisses.....	= 1 gr.	= 13 calories 5.
Hydrates de carbone.	= 8 gr.	= 32 calories.

Afin de fixer les idées sur les quantités d'albumine, de graisses et d'hydrates de carbone que devront recevoir par jour en théorie, pour un poids donné, les enfants, voici deux exemples :

Poids.	Albumine.	Graisses.	Hydrates de carbone
13 kg.	26 gr.	39 gr.	97 gr.
48 —	96 —	72 —	384 —

Il faudra prévoir des *matières minérales* abondantes. L'enfant de douze ans en fixe dans ses os, chaque année, 150 à 200 grammes. A n'envisager que la chaux, chaque gramme d'augmentation de poids contient 0 gr. 014 de chaux, c'est-à-dire le dixième de la quantité d'albumine.

Enfin, il convient de faire une part importante aux vitamines, indispensables au fonctionnement régulier du métabolisme nutritif.

Une alimentation insuffisante ou trop abondante entraîne, quand elle est prolongée, des troubles sérieux de la digestion et de la nutrition. La croissance peut en être profondément perturbée. Les enfants qui mangent trop deviennent des obèses précoces ; ceux qui mangent trop peu présentent un arrêt de la croissance. Sous l'influence de la sous-alimentation de guerre, MM. J. Genevrier et G. Heuyer, chargés d'une enquête parmi les populations du nord de la France, ont observé une insuffisance de taille et de poids chez tous les enfants des écoles au-dessous de six ans et chez 80 % des enfants de huit à treize ans. Toute la jeunesse lilloise avait subi un retard de croissance. Les enfants de quatorze ans paraissaient en avoir dix ; les jeunes filles de dix-huit ans ne s'étaient pas plus développées que des fillettes de treize ans, et leur formation sexuelle était retardée. L'arriération psychique était fréquente. La tuberculose a trouvé dans ce milieu débilité un terrain d'ensemencement extrêmement fertile. Dans certains quartiers populeux de Lille, 60 % des sujets de dix à vingt ans présentaient, d'après Calmette, des lésions pulmonaires ou ganglionnaires. Enfin 30 % des enfants des écoles maternelles étaient atteints de rachitisme.

Ces chiffres montrent sans réplique les effets redoutables que l'insuffisance alimentaire exerce sur la croissance de l'enfant. Chassevant, s'adressant à la *Société de médecine publique et de génie sanitaire*, demandait très justement que dans les lycées, collèges et internats de tous ordres, l'alimentation des élèves fût surveillée et réglementée par un personnel compétent et indépendant. Il demandait, en outre, que, dans toutes les écoles primaires, des cantines scolaires assurassent un repas substantiel, correspondant, au moins, à la moitié de la ration quotidienne normale. Ces cantines pourraient d'ailleurs servir à l'enseignement ménager.

A l'issue de la seconde guerre mondiale, la situation de l'enfance en Grèce, en Italie et en France, a fait l'objet de constatations graves. Le nombre des rachitiques a triplé à Athènes et dans le Péloponèse. En Sicile, à Naples et à Rome un enfant sur quatre présente des signes de tuberculose. Enfin, plus de la moitié des écoliers parisiens n'ont ni le poids, ni la taille de leur âge. Les observateurs sont unanimes à attribuer ces faits à l'insuffisance alimentaire plus encore quantitative que qualitative.

Leuret et Bachet (1) ont constaté, chez les enfants de la fondation Rollet, l'existence de troubles profonds de la croissance et du développement génital, causés par le déficit alimentaire de guerre. Ces retards de croissance et ces troubles de développement n'ont pas la bénignité et la facilité de réparation qu'on leur attribue parfois. Les enfants grandissent sans rattraper leur retard et le développement génital reste longtemps médiocre et insuffisant.

(1) LEURET et BACHET. Troubles de la croissance et de la puberté chez les enfants d'un Centre d'observation. *Acad. méd.*, 7 janv. 1947.

CHAPITRE VIII

ÉDUCATION PHYSIQUE DE L'ENFANCE ET DE L'ADOLESCENCE (1)

Une méthode d'éducation physique ne doit pas envisager une seule période de la vie, à l'exclusion des autres. Tout se tient dans le développement de l'organisme humain. L'adolescence et la jeunesse sont solidaires de l'enfance. L'âge mûr est tel que l'aura fait l'adolescent. Prendre des jeunes hommes de dix-huit à vingt-cinq ans et leur imposer à tous une gymnastique identique est une erreur trop longtemps commise.

L'enfance doit, la première, solliciter les préoccupations des éducateurs. Quand ils connaîtront la physiologie de l'enfant, quand ils sauront tout ce qu'on peut et ce qu'on ne doit pas lui imposer, ils passeront à l'étude de l'adolescence. Après quoi, les jeunes hommes solliciteront leur attention. Enfin, ils étudieront l'âge mûr et même la vieillesse. Ils suivront, en un mot, le développement complet de l'homme et feront découler des besoins propres à chaque âge les règles d'une éducation physique rationnellement instituée. Car, qu'on le veuille ou non, l'éducation physique est gouvernée par les principes de la physiologie humaine. Faute de quoi, elle obéit aux règles capricieuses d'un empirisme dangereux.

Une méthode d'éducation physique doit être simple et accessible à tous. Elle variera ses procédés et ses moyens selon l'état du développement organique, le sexe et les conditions de vie de chaque sujet ; elle s'adaptera enfin aux constitutions les plus différentes.

Ainsi comprise, elle peut représenter un corps de doctrine qui, suivi par la masse du peuple, ne tarderait pas à produire des transformations profondes dans la constitution générale de la Société.

Une telle méthode comprend plusieurs groupes d'exercices. Chacun d'eux correspond à une classe de sujets de valeur physiologique déterminée. On distingue :

1° *L'éducation physique pendant la première enfance* ;

(1) Les lecteurs qui désireraient trouver des développements plus grands sur cette période de l'éducation physique les trouveront dans mon livre : *Education physique de l'enfance et de l'adolescence*. Expansion scientifique française, 23, rue du Cherche-Midi (Bibl. de Pathol. infantile).

Voir aussi : *La Cure d'exercice aux différents âges de la vie et pour les deux sexes*, 2e édit., 1946. Masson, édit., 120, boulevard Saint-Germain.

2° *L'éducation physique élémentaire* (ou prépubertaire), destinée aux enfants de six à treize ans environ ;

3° *L'éducation physique secondaire* (pubertaire ou postpubertaire), s'adressant à des sujets de treize à dix-huit ans ;

4° *L'éducation physique supérieure* (sportive ou athlétique), s'adressant aux jeunes hommes ; ils peuvent en suivre les pratiques jusqu'au déclin de leur force (vers trente-cinq ans) ;

5° *L'éducation physique de l'âge mûr* (après trente-cinq ans) ;

6° *Les pratiques hygiéniques de la vieillesse.*

Ces démarcations sont moins une règle absolue qu'une simple indication destinée à servir de guide aux instructeurs. Il faut moins tenir compte de l'âge chronologique que de l'âge physiologique des sujets pour les classer dans le groupe qui leur convient.

1° ***Éducation physique pendant la première enfance.*** — Il ne saurait être question de soumettre les tout petits à une gymnastique réglée. Mais, sur eux, le mouvement a des effets extrêmement utiles. Un nourrisson trop étroitement immobilisé dans ses langes se développe mal, digère moins bien et dort moins régulièrement que celui auquel est laissée la latitude de mouvoir ses membres et de détendre sa musculature dorso-lombaire.

Dès que, vers le sixième mois, les courbures vertébrales s'ébauchent, il convient, pendant une heure au moins chaque jour, de placer l'enfant sur le sol. Une couverture de laine épaisse, fréquemment battue et maintenue dans un état de propreté parfaite, l'en sépare. Les barrières d'un parc limitent un enclos dans lequel l'enfant pourra ramper en toute sécurité. C'est là l'essentiel d'une organisation improvisée mais suffisante.

Je ne puis mieux faire que rapporter ici ce qu'a écrit mon confrère le Dr Ruffier sur la gymnastique du nourrisson (1).

« Un nourrisson, dit-il, doit être soumis une ou deux fois par jour à une véritable séance de gymnastique.

« Rien de plus facile à réaliser.

« Quand l'enfant est tout petit, pendant ses trois premiers mois, il ne s'agit que de le laisser gigoter à son gré, tout nu, étendu sur un lit, dans une pièce bien chauffée. Si, dès ses premiers jours, on lui a offert régulièrement cette séance quotidienne de gymnastique spontanée, il n'y a guère qu'à le regarder faire, car il remuera bras et jambes avec énergie et persévérance. Il faudra l'aider et le stimuler un peu si l'habitude de l'immobilisation a déjà détruit son besoin naturel de mouvement. Pour cela, on lui saisit, avec la délicatesse nécessaire, ses petits membres ; l'enfant résiste, tire ou pousse, mais ne reste jamais inerte et passif ; par là même, il travaille musculairement, et le but est atteint.

« Après cinq à dix minutes de cet exercice, la maman peut, sans crainte et sans remords, réenvelopper dans ses langes ce petit débutant en culture physique ; la mise en action de tous les muscles naissants, la mobilisation de toutes les articulations, pour si courtes qu'elles aient été, ont contrebalancé les effets atrophiques du ligotage.

(1) Dr Ruffier. *Traité d'éducation physique.* L'enfant et l'adolescent, p. 24 et suivantes. Edit. Physis.

« A mesure que le bébé avance en âge, l'exercice lui est plus nécessaire et on peut lui imposer des mouvements qui fassent intervenir plus activement la contraction musculaire.

« Voici trois de ces mouvements particulièrement recommandables et que toute mère peut faire exécuter à partir de trois ou quatre mois :

« 1° Bébé est étendu tout nu ou à peine vêtu en travers du grand lit de ses parents. Placée devant lui, la maman lui prend les deux mains et le soulève jusqu'à ce qu'il soit assis ; après quoi, elle le laisse retomber jusqu'à la position couchée ; puis répète le mouvement de cinq à six fois. L'essentiel est que la mère ne mobilise pas l'enfant comme une masse inerte ; elle doit sentir qu'il s'aide à la montée et se retient à la descente. Un enfant robuste, vers six mois, arrive à se redresser par ses seules forces. L'appui des mains maternelles ne sert qu'à le guider.

« 2° Dans la même position, la mère saisit les chevilles de l'enfant, et, en poussant légèrement, fait fléchir les genoux puis se replier les cuisses contre le ventre ; après quoi, tirant à soi, elle étend de nouveau les membres inférieurs, comme tout à l'heure ; répéter cinq à dix fois le mouvement et obtenir que l'enfant s'aide le plus possible.

« 3° Tenant toujours les chevilles, mais maintenant les genoux tendus, dresser les jambes et les ramener contre le ventre et la poitrine ; la souplesse du bébé permet de lui amener sans difficulté ni danger les pieds jusqu'à la tête. Ce mouvement est plus « passif » que les précédents, en ce sens que l'enfant a plus de difficultés à y participer par un effort volontaire. On le répète généralement une dizaine de fois.

« D'autres mouvements de même ordre peuvent être imaginés, soit qu'on bascule les jambes à droite et à gauche et qu'on leur fasse décrire des circumductions autour du bassin. Mais trois mouvements bien choisis suffisent à la gymnastique du nourrisson de 4 à 6 mois.

« Il importe naturellement que ce soit la mère, le père ou la nourrice qui donne la leçon avec le tact et la gaieté nécessaires pour que cela constitue un jeu et amuse le bébé ; si cela l'effraie et le fait pleurer, c'est que le professeur ne sait pas s'y prendre.

« On remarquera que ces mouvements agissent presque exclusivement sur la paroi abdominale et les organes qu'elle recouvre. C'est que le ventre est la plus importante partie du corps du jeune enfant par son volume et par ses fonctions. Le nourrisson n'est qu'un tube digestif au service des autres organes en formation. Tant que son ventre fonctionne bien, il y a des chances pour que tout le reste aille à la perfection. Mais ce ventre qui travaille tant, et constamment, se ballonne et s'encombre avec facilité, au point qu'un ventre distendu apparaît à bien des gens un des attributs du jeune âge. Il n'y a pourtant nulle nécessité à laisser s'enfler à ce point l'abdomen des petits enfants ; ils ne digéreront que mieux si l'on tonifie dès le début la paroi musculaire de leur abdomen, si des mouvements des cuisses et du tronc décongestionnent et désinfiltrent leurs intestins. Malgré l'alimentation la plus surveillée, les régimes les plus rationnels, que de bébés sont défendus avec peine contre la constipation, l'entérite, l'intolérance subite pour certains laits ! A cette fragilité de leur tube digestif, on remédie mieux par les exercices que je viens de décrire que par des aliments spéciaux, des laxatifs et des ferments.

« Même chez le nourrisson, un ventre bien musclé est la meilleure garantie des bonnes digestions.

***

« Lorsque le nourrisson grandit et devient plus fort, il faut donner plus d'importance et de durée à sa séance de gymnastique. Après 6 ou 8 mois, on doit joindre aux précédents exercices, toujours utiles, des mouvements plus énergiques, et qui fassent intervenir plus nettement la volonté. Par exemple :

« 4° L'enfant est assis en amazone sur un genou de son père ou de sa mère ; on lui tient les deux mains et on le renverse en arrière, ses pieds étant bien retenus entre les genoux du professeur ; aussitôt renversé, en se cramponnant des mains, il s'efforce de se redresser, ce à quoi il faut l'aider dans la mesure nécessaire. Pour habituer le bébé à cet exercice, il faut d'abord ne le renverser qu'à peine ; mais il s'habitue très vite à se renverser complètement ; et si on lui présente toujours sa gymnastique comme un jeu, il y met bientôt de l'ardeur et y trouve grand plaisir. Dans ces mouvements, les jambes, le ventre, les reins, les bras, les mains, presque toutes les parties du corps de l'enfant travaillent de notable façon. A lui seul cet exercice peut suffire.

« Cependant, comme la variété ne nuit jamais, je décris encore deux mouvements :

« 5° L'enfant est à cheval sur un genou, tenu par ses deux bras étendus. On le fait osciller de droite à gauche et de gauche à droite.

« 6° L'enfant est assis, ou plutôt accroupi sur les genoux de sa mère, lui faisant face En lui tenant les deux mains, tandis qu'il s'arc-boute sur ses pieds, on le redresse dans la position verticale ; puis on le laisse s'accroupir de nouveau. Cet exercice constitue une excellente préparation à la marche.

« Mais voici que j'entends des protestations : « Préparer à la marche un enfant si jeune ! Le faire tenir debout ! C'est lui tourner les jambes, en faire à coup sûr un cagneux ou un bancal ! » C'est encore une opinion universellement répandue que tant de gamins et gamines qui trottinent en canards sur leurs jambes en cerceau doivent leur disgrâce à ce qu'on les a fait marcher trop tôt.

« Mais cette façon fantaisiste d'expliquer une difformité d'origine rachitique, en détournant certaines mères de permettre la marche à leurs enfants, a pour effet plutôt d'augmenter le nombre des jambes tordues que de le diminuer. Car, le rachitisme, affection qui ramollit d'abord les os, puis les déforme, a sa cause essentielle dans les troubles digestifs du jeune âge ; une assimilation insuffisante ou viciée paraît être à son origine. De sorte que si une alimentation défectueuse en est bien la cause principale, l'absence de mouvement, qui détermine la fragilité du tube digestif et l'insuffisance de l'assimilation, pourrait bien en être une cause accessoire importante.

« Quoi qu'il en soit, un enfant rationnellement nourri, bien aéré, non privé de mouvement, ne peut pas être atteint de rachitisme. Donc, ses jambes ne s'incurveront pas, même si vous le mettez debout à 8 mois, et si vous le faites marcher à 1 an. Plus tôt il trottera sur ses petites jambes, mieux cela vaudra pour lui et pour ses parents. Il jouira déjà mieux de la vie, s'intéressera au monde extérieur et prospérera d'autant plus physiquement et intellectuellement. »

On ne saurait plus judicieusement énoncer les mouvements qui conviennent à la première enfance, période de croissance accélérée, pendant laquelle l'exercice apparaît comme un agent de développement indispensable.

2° ***Éducation physique élémentaire (ou prépubertaire)***. — Elle intéresse les enfants de six à treize ans environ. L'enfant, garçon ou fille, est pendant cette période, en pleine croissance. Il a, avant tout, besoin d'une vigoureuse santé. Aucune adaptation sportive ne s'impose à lui. Il ne saurait être notamment question, à cette période de la vie, de développement musculaire. Le squelette, nous le savons, ne commence à acquérir son plein développement qu'à partir de la vingtième année. Avant cet âge, les soudures osseuses sont incomplètes. C'est ainsi que les vertèbres n'ont terminé leur ossification qu'entre vingt et vingt-cinq ans ; les pièces supérieures du sternum entre vingt-cinq et trente ans ; l'angle inférieur et le bord spinal de

l'omoplate entre vingt-deux et vingt-quatre ans ; l'extrémité supérieure de l'humérus entre vingt et vingt-cinq ans.

Pendant toute la première partie de la vie, jusqu'à la vingtième année, les os sont relativement malléables. De plus, les muscles n'ont pas, pendant toute cette période, de points d'attache aussi solides qu'après la vingtième année.

On évitera donc de soumettre les enfants et les adolescents, soit à des manœuvres de force, soit à des exercices ayant pour effet de durcir les muscles. Ces derniers, hypertrophiés par une gymnastique intempestive, peuvent, dans une certaine mesure, en raison de leur développement prématuré en largeur et en épaisseur et par le jeu de leur tonicité propre, trop accrue, s'opposer à l'allongement de la taille.

On n'a pas toujours tenu compte de ces règles physiologiques. C'est ainsi qu'au Congrès de l'Éducation physique, en 1913, on nous présenta des enfants qui avaient été prématurément entraînés aux pratiques de l'athlétisme. Leurs prouesses sont demeurées dans la mémoire de tous ceux qui en furent témoins. On les vit accomplir des performances remarquables et le public les applaudit avec enthousiasme. Il applaudissait une erreur physiologique. J'ai revu, à six années de distance, quelques-uns de ces petits prodiges d'athlétisme dont les muscles étaient déjà hypertrophiés. L'allongement de leur taille s'était prématurément arrêté et ils n'ont jamais acquis de développement en hauteur qui permet au corps humain d'acquérir de belles proportions. Ils étaient devenus des « courtauds » taillés en largeur, sans grâce et sans sveltesse.

Avant treize ans, l'éducation physique sera hygiénique. Elle tendra à développer les grandes fonctions : respiratoire, circulatoire, articulaire, etc.. Elle visera à perfectioner la coordination nerveuse. Mais à aucun moment, je le répète, elle ne développera systématiquement les muscles.

De six à treize ans, l'éducation physique fera l'objet de la surveillance constante du médecin. Nos confrères ne vont pas assez fréquemment dans les écoles pour y surveiller l'hygiène d'abord, l'éducation physique ensuite. Le médecin devra être le collaborateur de l'éducateur, au cours même des leçons.

A cette période de la vie, aucune autre épreuve n'est possible que l'épreuve médicale. C'est le médecin qui catégorisera les enfants de façon que les mêmes leçons ou les mêmes jeux réunissent, autant que possible, les élèves de même valeur physiologique.

Voici comment on peut résumer le cycle de l'éducation physique élémentaire en ce qui concerne les procédés applicables aux diverses catégories d'enfants :

1° *Pour les plus jeunes* (six à neuf ans environ) : jeux d'imitation, petits jeux, attitudes éducatives et correctives, rondes, marches chantées ;

2° *Pour les moyens* (de neuf à onze ans environ) : mouvements éducatifs simples, petits jeux d'imitation, marches chantées, natation.

3° *Pour les plus grands* (de onze à treize ans environ) : comme de neuf

à onze, avec adjonction d'applications élémentaires (course, saut, grimper, porter, etc.).

3° ***Éducation physique secondaire***. — Elle s'étend à l'âge pubertaire et postpubertaire (de treize à dix-huit ans). On sait que l'âge moyen de la puberté est, dans notre race, entre onze et treize ans pour les filles, entre douze et quatorze ans pour les garçons. La puberté met, en moyenne, deux ans à s'installer et ses effets se font encore sentir sur la nutrition pendant trois autres années. De l'éclosion de la puberté à la réalisation de la nubilité, s'écoule donc une période de cinq années, délicate entre toutes, car elle correspond à une transformation organique intense.

A treize et à quatorze ans les tissus encore inachevés continuent leur formation ; ils n'ont pas la fixité de constitution de ceux de l'adulte. Le double mouvement d'assimilation et de désassimilation est extrêmement actif. Les sujets de cet âge sont encore de véritables enfants, au point de vue physiologique. Leur résistance est faible et leur force musculaire est inférieure à celle qu'on pourrait supposer qu'ils ont, en ne considérant que leur taille. La fonction respiratoire est sujette à de grandes variations ; le nombre des respirations est très instable. La fragilité des organes est grande et le contrôle médical de leur fonctionnement s'impose fréquemment aux éducateurs.

Il faut noter que les enfants de cet âge, souvent débilités par la vie confinée qu'on leur fait mener, n'ont pas la notion exacte de leur force et des moyens physiques dont ils disposent réellement. Ils se croient généralement plus résistants qu'ils ne le sont en réalité. Les maîtres d'éducation physique tiendront le plus grand compte de la fragilité de l'organisme à cette période de la vie et ne feront exécuter à leurs élèves aucun exercice de force et de fond. Ils suivront cependant une progression régulière qui sera en rapport avec la capacité physiologique de chaque sujet.

Vers quatorze ou quinze ans, les effets de la puberté apparaissent. La taille s'accroît rapidement, les membres s'allongent, mais les masses musculaires demeurent encore grêles. Les extrémités des os sont le siège d'une vive congestion qui rend les articulations particulièrement fragiles à l'égard des traumatismes. De la pesanteur, des douleurs vagues dans les genoux, les épaules et la région lombaire traduisent cette suractivité de la nutrition au niveau des principales articulations. Le fonctionnement du système nerveux peut être troublé, le sommeil est parfois agité ; de l'irritabilité et du nervosisme apparaissent.

La fatigue survient promptement. L'intoxication de l'organisme par les déchets, à la suite d'un travail physique un peu intense, s'accuse rapidement par de la fièvre. Il semble que l'adolescent soit, pendant cette période, en état de moindre résistance. Tout effort soutenu l'accable.

Lorsqu'un sujet de cet âge cesse tout à coup, sans raison apparente, de se complaire à ses jeux ou à ses exercices préférés, il ne faut pas l'y contraindre trop vivement. Il obéit souvent, en agissant ainsi, à un instinct qui lui fait proportionner sa dépense physique à ses disponibilités organiques.

Le maître, à cette époque de la vie, a un rôle particulièrement délicat. Ses exigences seront modérées. La collaboration du médecin devra lui être constamment assurée. Il agira sagement en choisissant surtout les exercices et les jeux qui ont les préférences des élèves.

Il les dosera avec une attention particulière et interviendra pour empêcher toute exagération. Bien des jeunes gens et encore plus de parents sont devenus irrémédiablement hostiles à tout exercice physique, et surtout aux sports parce que des accidents répétés ou graves ont interrompu les études de l'élève ou l'ont même rendu infirme.

Plus tard, de la seizième à la dix-huitième année, les adolescents ont cessé d'être des enfants. Les os ont acquis de la résistance et les muscles se sont soudain développés. Leurs reliefs commencent à se dessiner. La résistance à la fatigue s'accroît. L'adolescent se sent plus vigoureux et recherche instinctivement l'occasion d'employer sa force. Le moment est venu pour l'éducateur de cultiver l'énergie musculaire des élèves et de les orienter peu à peu vers les exercices de fond et de force. Mais il ne faut pas aborder ceux-ci d'emblée et abandonner l'adolescent à la fougue des premières tentatives toujours passionnantes.

L'organisme ne présente pas encore une résistance complète et il faut se garder de compromettre l'équilibre physiologique des diverses fonctions. Elles doivent se développer parallèlement. Aucune d'elles ne saurait, à cet âge, prendre la prépondérance sans compromettre la santé générale du sujet.

En graduant sagement les exercices, on favorisera le développement régulier du cœur et des poumons ; on agira de la manière la plus heureuse sur la coordination nerveuse et on suscitera l'esprit de décision.

La réalisation du type complet : type de force, de fond et de vitesse, doit être celui de l'adolescent aux environs de la dix-huitième année. C'est entre la seizième et la dix-huitième année que les exercices éducatifs produisent les effets correctifs les plus efficaces pour combattre les déformations héréditaires ou celles causées par la sédentarité scolaire. A cette époque de la vie le squelette incomplètement ossifié est encore relativement malléable et les muscles commencent à acquérir leur développement.

Le danger des exagérations en éducation physique, à cette période de la vie, est grand. Ces exercices doivent tendre à un développement harmonieux de tous les organes. Le médecin doit appuyer, chaque fois que cela est nécessaire, l'action de l'instructeur et, dans les cas délicats, la guider.

J'ai vu des enfants de quatorze ans courir sur 500 et 800 mètres. J'étais à l'arrivée : hélas ! La plupart étaient exsangues, pâles, sur le point de tomber en syncope ; l'un avait 200 pulsations au cœur, l'autre plus de 200. Je sais que le cœur des enfants a une élasticité admirable et qu'il s'adapte à toutes les tâches, mais je sais aussi qu'il ne faudrait pas beaucoup de performances de ce genre pour amener des lésions du cœur, suivies bientôt de troubles graves de la nutrition générale et de l'arrêt de la croissance, par insuffisance d'irrigation sanguine, le cœur étant lésé.

Est-ce là de l'éducation physique bien comprise ? Non. Que les enfants

courent, sans doute. Mais qu'ils courent seulement dans leurs jeux, toujours coupés de repos ; qu'ils ne courent jamais sur d'aussi longues distances et en compétition.

La santé et la résistance organique sont les buts principaux que visera le maître d'éducation physique entre la treizième et la dix-huitième année. La pratique des exercices physiques sera toujours rendue attrayante afin d'être un dérivatif heureux et le correctif nécessaire au dur labeur intellectuel imposé aux adolescents. Les séances d'éducation physique ne seront pas l'apanage exclusif des mauvais élèves dans les écoles ou les lycées. Elles réuniront tous les adolescents sans exception, tous les jeunes ouvriers au sortir de l'atelier, dans une commune aspiration vers le perfectionnement physiologique. Elles seront peut-être la sauvegarde la plus efficace contre les tentations de toute sorte qui assaillent le jeune homme désœuvré. A ce point de vue, leur rôle moralisateur pourra être immense.

Pour couronner l'éducation physique secondaire et en sanctionner la pratique, un examen, une sorte de baccalauréat d'éducation physique devrait être subi par les adolescents. Il témoignerait que les sujets ayant effectué les épreuves avec succès ont atteint un développement normal dans toutes les parties de leur organisme et qu'ils sont aptes à aborder sans danger les pratiques de l'éducation sportive et athlétique.

Ce n'est qu'après avoir obtenu un bel épanouissement organique par les pratiques d'une éducation physique prudemment et rationnellement conduite jusqu'aux environs de la dix-huitième année que l'adolescent pourra, par le fait de dispositions natives, se spécialiser avec succès dans les sports ou dans une branche de l'athlétisme.

C'est une erreur de soumettre aux compétitions sportives et athlétiques des sujets qui n'ont jamais été examinés, des cages thoraciques resserrées, des cœurs déficients, des reins dont on ignore le fonctionnement, des systèmes nerveux dont les réactions sont inconnues. La fatigue ne doit pas être la même pour tous.

L'éducation physique est une question de mesure. Les procédés doivent être exactement dosés. De plus, il ne faut pas seulement voir le geste, le style, le côté sportif. Il faut voir les effets. De même que dans tous les arts, il faut considérer non seulement la technique et la science de l'artiste, mais les résultats de la production artistique, de même, en éducation physique, il faut s'appliquer à obtenir des exercices les effets que l'on recherche.

4° ***Éducation physique supérieure (ou sportive et athlétique).*** — Elle est le couronnement et la conclusion logique des deux périodes précédentes.

Elle comprend :

1° Des exercices éducatifs ;

2° Les grand jeux sportifs (rugby, association, tennis, etc.) ;

3° Les sports athlétiques (courses de tout genre, boxe, lutte, natation, aviron, lancements divers, lever de poids, exercices aux agrès, etc.).

De même qu'à la fin de la période précédente, au début de celle-ci, l'éducateur recherchera la réalisation *du type d'athlète complet*, type fait à la fois de force, de fond et de vitesse. Puis, spontanément, par le fait de prédispositions naturelles ou de tendances individuelles, naîtra presque fatalement la spécialisation.

A partir de ce moment, nous entrons dans le domaine du « sport-théâtre » et nous nous intéressons au succès des professionnels et aux triomphes des grands athlètes. Nous célébrons la supériorité de construction athlétique du recordman, mais non de telle ou telle méthode d'éducation physique. Toutefois, il existe une technique sportive basée, elle aussi, sur la physiologie et que certains athlètes — notamment les Américains — ont beaucoup perfectionnée depuis vingt ans. Parmi les sports, les uns sont, selon l'expression heureuse du docteur Voivenel, *à technique minima* (la course) et les autres *à technique maxima* (saut à la perche, lancer du disque). Pour les premiers, l'influence de la constitution de l'athlète joue le principal rôle ; pour les seconds, les résultats sont surtout en rapport avec la perfection de la technique. C'est ainsi que les meilleurs temps de course paraissent avoir été faits il y a quelques années, tandis que nous avons vu les records du saut en hauteur et du lancer du disque s'élever régulièrement.

Quoi qu'il en soit, les meilleures performances ont toujours été accomplies par les hommes les mieux entraînés. On ne fait plus du sport aujourd'hui, n'importe comment. Il faudrait que chacune de nos sociétés eût son maître d'entraînement, tel qu'il existe dans les universités américaines. Trop souvent les membres des sociétés s'entraînent à leur guise et selon leur inspiration. On devrait ouvrir dans chaque club des cours de sport. Ce n'est pas à l'improvisade qu'un Norman Ross nage comme il nage, et gagne, en se jouant, le 100, le 200, le 1.500 mètres, dans le même après-midi. Il faut travailler, peiner, s'adapter et surtout se discipliner pour obtenir de grands résultats.

Il importe que l'opinion comprenne le rôle immense que l'éducation physique, couronnée par les sports et l'athlétisme, peut exercer sur la santé publique. Les compétitions sportives représentent peut-être le moyen le plus efficace que nous ayons de lutter, dans le milieu des adolescents, contre l'alcoolisme et la tuberculose. L'influence bienfaisante des grands sports est considérable. Ils ont, en un siècle, embelli et transformé la race anglaise. Quand on lit *Mister Pickwick* et quand on parcourt les estampes et les caricatures du temps, on y voit de bons bourgeois débonnaires et pansus fumant leur pipe et dévorant leur « beefsteak » et on a peine à croire que ce soient là les arrière-grands-pères des sveltes soldats de Douglas Haig et de Montgomery. L'Anglais a complètement changé son état anatomique, le canon de son corps, par les sports.

L'EXERCICE QUI CONVIENT LE MIEUX AUX ENFANTS. — Les exercices qui utilisent les mouvements naturels du corps, et auxquels on se trouve instinctivement porté, auront les préférences des éducateurs. Car tous les enfants,

du premier coup, sont capables d'y prendre part et d'en tirer profit. Celui qui ne sait pas très bien jouer perd la partie, mais gagne toujours les bénéfices hygiéniques du jeu. Celui qui court mal arrive le dernier au but, mais il n'a pas moins de profit que le premier, ayant accompli le même travail musculaire que lui.

Les jeux formeront donc le fond des exercices physiques imposés à nos enfants, au moins jusqu'à la seizième année, c'est-à-dire pendant toute la période scolaire. Les exercices athlétiques, qui comprennent des mouvements auxquels l'homme n'est pas naturellement porté, seront réservés aux hommes d'élite.

Les jeux représentent l'ensemble des mouvements les plus efficaces pour rendre nos enfants vigoureux. L'exercice doit être mis à la portée de tous. Il s'agit moins de cultiver les plus vigoureux pour en faire des athlètes que de ne pas abandonner la masse à toutes les misères physiques et morales qui résultent du défaut d'exercice.

Trop de personnes pensent qu'on ne peut prendre de l'exercice sans un apprentissage préalable. Elles croient qu'une méthode compliquée et des débuts difficiles peuvent seuls être suivis de bons résultats.

La vérité est tout autre. L'exercice instinctif suffirait à amener le développement de l'enfant, si l'organisation scolaire permettait aux élèves de donner carrière à leur besoin de mouvement aussitôt qu'il se produit. Souhaitons que nos écoliers disposent, chaque jour, pendant trois heures pleines, d'un vaste espace gazonné, qu'ils aient la permission de s'ébattre en liberté sous les yeux de leurs maîtres intéressés, et l'état de langueur ou de surexcitation nerveuse dans lequel vivent trop d'enfants disparaîtra.

Pas de procédés compliqués ; les meilleurs moyens hygiéniques sont les plus simples. On peut faire de l'exercice sans « appareil », et il n'est pas besoin de leçons réglementaires pour s'exercer. Chaque fois que l'occasion d'agir, de jouer, de courir se présente, l'enfant doit en profiter. Encore faut-il lui offrir cette occasion.

Dans telle école que nous connaissons, les cours sont entourées par les salles d'étude. Les élèves vont en récréation par tiers. Comme les classes voisines sont occupées et qu'on y travaille, il est recommandé aux élèves de ne pas faire trop de bruit en jouant pour ne point gêner leurs camarades. Leurs jeux sont timides et trop de récréations sont employées à une promenade sans agrément et sans joie.

Ailleurs, un petit gymnase est réservé à l'éducation physique. Comme on ne peut consacrer à celle-ci que de courts instants, un maître de gymnastique s'applique, dans cet espace restreint, à donner aux enfants beaucoup de travail musculaire en peu de temps. Grâce aux appareils, il « concentre » la dose d'exercice qu'il administre. Il arrive même que, pour toute la semaine, la dose soit donnée en une seule fois.

Que penserions-nous d'une hygiène alimentaire qui prétendrait nous faire absorber en un seul repas les rations alimentaires de plusieurs jours ? Racheter la rareté de l'exercice musculaire par son intensité ; imposer à l'en-

fant des efforts espacés au lieu de renouveler fréquemment les exercices modérés qui lui conviennent, sont des fautes au point de vue de l'hygiène. Bien plus, elles mettent sa santé en péril.

Chez l'enfant, le mouvement sera généralisé à tout le corps, de manière que chaque groupe musculaire prenne à l'exercice une part proportionnelle à sa force. Il en résultera une activité plus grande de la respiration et du cours du sang.

Ne nous parlez point, pour l'écolier, de ces mouvements éducatifs d'ensemble qui passent pour être d'une application pratique, parce qu'ils permettent d'exercer un grand nombre d'élèves à la fois dans un local restreint. Ils sont monotones. L'élève, qu'ils ennuient et qui ne peut s'y soustraire, élude l'effort musculaire. Il s'associe au mouvement commandé, il suit la cadence, mais mollement, sans dépenser de force. Les plus moroses finissent par rire sous cape de ces gestes de demoiselles, vagues et sans but, auxquels nul appareil, nul haltère ne confère quelque difficulté, et partant, quelque efficacité. Ils pratiquent mollement une gymnastique molle. Ils ne font rien. Jadis leurs pères gagnaient peut-être un peu de muscle à la barre fixe, un peu d'adresse à la savate. Les fils s'atrophient à prendre devant le mur de la cour et sous le préau couvert les nobles attitudes d'un acteur tragique ou la svelte cambrure des danseurs.

Où sont, en pareil cas, la distraction et la détente de l'esprit que doit trouver l'écolier dans la gymnastique ? La joie et la gaieté ne sont-ils pas les meilleurs toniques ? Gardons-nous de faire de l'éducation physique un enseignement nouveau à ajouter à tant d'autres. Quelle faute de maintenir l'enfant pendant des mois entiers dans l'exécution de mouvements monotones qui sont comme l'alphabet de la gymnastique ! On lui fait encore ânonner les principes quand il devrait depuis longtemps avoir parcouru tout le cycle des exercices propres à son âge. Ce n'est pas théoriquement qu'il faut apprendre la gymnastique à l'enfant. La théorie ne lui sert à rien. L'exemple et l'application : il n'y a que cela de perceptible pour lui. En matière d'éducation physique, il n'apprend rien que par l'exemple et la pratique. Avec l'enfant, les mots ne sont que très rarement les vêtements des idées. Nous ne croyons pas qu'avant l'échéance pubertaire de la treizième année, il faille demander à l'enfant de faire des efforts plus intenses que ceux auxquels il se sent naturellement porté. On ne lui demandera d'accomplir que des mouvements naturels. Le but de l'éducation, à cet âge de la vie, est moins de rendre les enfants plus forts que de favoriser le développement régulier de toutes leurs fonctions.

Pour eux, pas de mouvements difficiles exigeant de longs tâtonnements. Les jeunes chevaux, attelés pour la première fois, ne le sont jamais à une lourde voiture. Son poids les rebuterait. Ils conserveraient un si mauvais souvenir de l'épreuve qu'ils ne voudraient plus accepter le collier.

Il ne faut pas qu'à l'égard des exercices physiques, nos enfants restent sous une impression première mauvaise et décourageante. Il ne faut pas qu'ils gardent rancune à l'exercice. On a eu le tort de le leur présenter sous

une forme aride et difficile. Pour peu qu'on s'en donne la peine, il est aisé de le rendre attrayant.

Comment nos écoliers studieux ne manifesteraient-ils point de la répugnance pour les exercices du corps, alors qu'on a noué tant d'entraves qui s'opposent au libre jeu de leurs organes ? Ils ont fini par s'habituer au silence et à l'immobilité relative ; ils ont même accepté cela sans paraître en souffrir. Par la règle scolaire, a été combattu depuis plus d'un siècle le besoin naturel du mouvement.

Voilà le mal. C'est une fâcheuse victoire que celle remportée par le pédagogue en éteignant chez nos fils et, plus encore chez nos filles, leur goût naturel pour l'exercice.

Ardeur à la récréation et soumission à la règle : voilà deux qualités rarement rencontrées chez un même enfant. Ce sont souvent les élèves les plus mal notés pour la conduite et la tenue qui montrent de l'entrain pour l'exercice. Relâchons les liens qui attachent encore nos fils et nos filles à leurs bancs d'étude. Nous ne demandons pas que de bruyantes cohues succèdent, dans les agglomérations d'enfants, aux défilés corrects et disciplinés. Un peu de liberté raisonnable diminuerait, croyons-nous, les occasions de punir. Elle remplacerait heureusement la dure contrainte et son cortège menaçant de punitions. Dans le passé on a terrorisé des générations entières de timides ; on a révolté trop de hardis, et on a maintenu tout le monde dans une immobilité craintive qui a étouffé peu à peu l'instinct de mouvement.

Les bêtes fauves des ménageries tournent sans fin dans leur cage.

Aussitôt libres, les animaux domestiques, longtemps retenus prisonniers, dépensent, en mouvements désordonnés, l'influx nerveux accumulé sous tension dans leurs membres. Chez tous, le besoin d'exercice, sauvegarde de l'équilibre organique, est aussi impérieux que la faim ou la soif.

Dans l'espèce humaine, il est d'autant plus vivement ressenti que le sujet est plus jeune. Les enfants, livrés à leur instinct, remuent sans cesse, sautent et courent. Nous avons trop réprimé chez eux ces impulsions naturelles. Sous prétexte de réfréner leurs tendances répréhensibles, nous avons étouffé leurs instincts salutaires. En classe, toujours, en famille, très souvent, nous avons exagéré la contrainte qui tue chez eux le goût de l'exercice. Quelques-uns, nés plus libres que les autres, ne peuvent prendre leur parti de l'immobilité relative à laquelle ils sont condamnés et entament une lutte effroyable avec les maîtres, les parents, le médecin. Ils en sortent plus souvent révoltés que soumis. Les autres — l'immense majorité — semblables à des oiseaux en cage, acceptent, au contraire, la privation de liberté et s'accommodent du défaut d'exercice. Leur âme perd ses ailes. Du moins n'apprendra-t-elle jamais à s'en servir. Si, quelque jour, la cage s'ouvre devant eux, ils sont désorientés ou incapables de voler assez vigoureusement pour échapper aux serres des rapaces de haut vol qui les guettent.

Le jeu est la forme d'exercice la plus naturelle. Dans toutes les espèces animales les petits jouent entre eux. Le père ou la mère les excitent à se livrer à l'exercice ; ils font l'éducation physique de leur progéniture.

Le jeu est également la forme d'activité physique la mieux adaptée à l'esprit d'émulation ainsi qu'aux aptitudes physiques de l'enfant. Il est à la fois attrayant et hygiénique. Il combine les mouvements simples avec les attitudes naturelles. Il ne comporte pas des combinaisons anormales dans l'association des muscles ; il n'enseigne pas des mouvements nouveaux ; il se contente de perfectionner les mouvements, bien connus de l'enfant, de la course, du saut, du grimper, du lancer, etc...

En Angleterre, les jeux scolaires représentent la seule gymnastique de la jeunesse. Qui pourrait contester l'excellence des résultats de la méthode anglaise ? N'avons-nous point nos vieux jeux français ? Tant par l'attrait récréatif que par la variété de l'exercice et la forme du travail musculaire, ils constituent un ensemble parfait.

L'urgence d'instituer un nouveau système d'éducation physique de la jeunesse est évidente pour tout le monde. Des nécessités budgétaires et les conditions des installations scolaires seront des obstacles matériels. Le terrible esprit de routine et notre défiance instinctive pour toute innovation s'ajouteront encore aux causes précédentes pour retarder la réalisation d'une réforme si nécessaire. Mais, par la force des choses, elle viendra.

Education physique et enfants débiles. — Latarjet (1) a fait connaître les résultats obtenus dans une école primaire de filles de la ville de Lyon. Trente et un enfants débiles, catalogués les plus mauvais élèves de la classe, ont été soumis à une éducation spéciale comprenant quatre heures de classes d'études scolaires au lieu de six et deux heures d'éducation physique et de jeux occupant les deux heures enlevées à l'étude. Les résultats obtenus ont été les suivants : amélioration très rapide de l'état sanitaire, augmentation de taille, de poids, de la capacité pulmonaire, amélioration des fonctions digestives, etc... Comme conséquences : fréquentation scolaire considérablement améliorée, supérieure à celle des enfants de la classe parallèle, et résultats intellectuels surprenants. Les enfants de la classe de santé se sont classés dans toutes les compositions les premiers des deux classes réunies, ayant concouru sur les mêmes sujets. L'attention des enfants était sollicitée par l'application des méthodes pédagogiques modernes et par l'amélioration des qualités physiques dues uniquement à la pratique suffisante et quotidienne de l'exercice musculaire, servant de mise en train au travail cérébral et entrecoupant les heures consacrées à l'étude.

Les changements du caractère ont été remarquables. Ces « mauvaises élèves » que les institutrices qualifiaient de paresseuses, d'inattentives, d'incompréhensives, d'indisciplinées, dont le travail était toujours négligé, non seulement ont rattrapé leurs petites camarades, mais elles les ont dépassées.

Pour faire contrepoids aux empiétements d'un instinct désordonné, rien

(1) Latarjet. Résultats obtenus par l'éducation physique sur une classe d'enfants débiles. *Congrès international de médecine sportive*. Turin-Rome, 3-8 sept. 1933.

n'équivaut à l'action régulatrice de l'exercice sur les grandes fonctions. Le rythme, inhérent à l'entraînement physique, introduit à leur insu un élément de coordination dans la sphère intellectuelle des sujets inéduqués ou incoordonnés. Il favorise, développpe et mutiplie les associations d'idées. Judicieusement employé, en particulier, sous forme de jeux récréatifs, il engendre, chez l'enfant arriéré, des progrès plus rapides qu'aucun autre moyen pédagogique.

Classement physiologique des enfants. — C'est une erreur de soumettre aux mêmes exercices des sujets qui n'ont jamais été examinés, des cages thoraciques resserrées, des cœurs déficients, des reins dont on ignore le fonctionnement, des systèmes nerveux dont les réactions sont inconnues ! La fatigue ne saurait être la même pour tous.

Le classement physiologique des enfants, des adolescents et des jeunes hommes adonnés aux pratiques sportives est une nécessité. Que de fois il nous est arrivé, dans notre carrière déjà longue, de réparer les désordres causés par un exercice imprudemment conduit ! Récemment plusieurs groupes d'enfants, partant d'endroits divers, devaient atteindre un lieu de concentration unique. Il s'agissait, non seulement d'arriver à l'heure dite, mais si possible, d'arriver premier au rendez-vous. Les groupes comprenaient des enfants d'âges divers ; les plus petits avaient sept ans, les plus grands quatorze ou quinze ; le plus âgé dans chaque groupe prenait le commandement. Tout le monde partit pour atteindre le but, les plus petits suivant les grands, ceux-ci entraînant ceux-là, les exhortant, les adjurant de se hâter pour ne point ralentir l'allure de l'escouade et gagner la première place. L'esprit d'émulation décupla l'énergie des marcheurs. Il n'y eut pas de traînards. Tout le monde fut exact au rendez-vous, mais le soir, après le retour au logis, quelques pères inquiets durent mander le médecin, qui constata chez les plus petits de la fièvre de surmenage.

Les maîtres ont un rôle délicat. Que, pour les jeux, ils groupent les enfants par âge ou par valeur physiologique ; que les exercices qu'ils règlent soient bien ordonnés. La collaboration du médecin devrait leur être constamment assurée. Ils agiraient sagement en dosant les jeux avec une attention particulière et en intervenant pour empêcher toute exagération. Bien des jeunes gens, et encore plus de parents, sont devenus irrémédiablement hostiles à l'exercice physique et surtout aux sports, parce que des accidents répétés ou graves ont interrompu les études de l'enfant ou l'ont rendu infirme.

On trouvera au chapitre de la fatigue et du surmenage l'indication des bases sur lesquelles il faut se fonder pour grouper physiologiquement les enfants.

Les jeux. — Faites exécuter par l'enfant des exercices qui sollicitent à la fois un grand nombre de muscles. Cette activité généralisée accélère le pouls et la respiration. Une plus grande quantité d'oxygène est introduite dans le sang ; les fonctions de la nutrition en reçoivent un surcroît d'énergie ; les

résultats généraux de l'exercice se font sentir dans toutes les parties du corps.

Le but de l'éducation physique se confond chez l'enfant avec celui de l'hygiène. Il comporte bien moins le développement des muscles que la croissance régulière des organes et l'équilibre des fonctions.

Ce sont deux méthodes d'exercices bien distinctes qui donnent, l'une, la puissance musculaire, et l'autre, la santé.

Gardons-nous d'appliquer la première à l'enfance.

Les jeux qui sont plutôt des exercices de vitesse que de force, qui obligent l'enfant à des déplacements rapides, qui, même réduits à leur forme élémentaire, à la poursuite simple par exemple, utilisent dans une large mesure les bras et les jambes du joueur, répondent à toutes les exigences de l'hygiène et à l'instinct de l'enfant.

Leur stratégie est une bonne école de décision et de précision. La variété des mouvements, les changements d'attitude, les temps d'arrêt instantanés font travailler les muscles des jambes, des reins, du buste, des épaules et des bras. Le sens musculaire, les fonctions d'équilibre et les organes des sens sont affinés par les jeux ; toutes les puissances de coordination des mouvements sont mises en œuvre. Pour tout dire, les plus simples, les plus naturels, les plus attrayants de tous les exercices, les jeux en un mot, apparaissent aussi comme les plus hygiéniques.

En dépit de la variété infinie des mouvements musculaires qu'ils provoquent, on peut dresser une classification des jeux d'après leurs principaux effets physiologiques. Mais l'important est moins de les grouper scientifiquement que d'assigner à chacun d'eux sa valeur pratique aux différents âges de la vie. On en trouvera beaucoup qui conviennent à tous les âges, mais leur mode d'emploi varie à chacune des périodes de la vie. Durée, intensité, rythme, vitesse, distance, sont autant de facteurs desquels dépend l'intensité des jeux et permettent de les adapter aux constitutions, aux santés et aux âges les plus différents.

Leurs effets locaux sont d'ordinaire peu accentués, mais leurs effets généraux sont souvent intenses ; ils agissent moins sur des groupes musculaires isolés que sur l'ensemble de l'organisme, dont toutes les parties paraissent s'associer au travail accompli. Les grandes fonctions, notamment la respiration et la circulation sont activées. Les mouvements précipités du cœur et de la poitrine témoignent du retentissement des jeux sur toute l'économie.

Ils mettent simultanément en action un grand nombre de muscles, de sorte qu'il y a, en vérité, beaucoup de travail accompli, mais en même temps, limitation de l'effort imposé à chacun des muscles actionnés. Ces efforts sont bien répartis. Pour peu que les joueurs soient surveillés, le surmenage n'est pas à craindre.

Les jeux font, pour ainsi dire, vibrer à l'unisson toutes les pièces de la machine humaine, intéressent tous les organes sans exception, activent toutes les fonctions et retentissent même sur les actes les plus intimes de la

nutrition. Nous sommes loin des exercices segmentaires de la gymnastique analytique et de leurs effets locaux n'intéressant que la seule région du corps qui travaille : les bras, par exemple, dans le maniement des haltères.

Il convient de remarquer que certains jeux, tout en sollicitant l'action du corps dans son ensemble, exigent, cependant, un effort plus spécial de tel ou tel groupe musculaire. C'est ainsi que le volley-ball et le basket-ball, importés d'Amérique, font presque exclusivement travailler les muscles extenseurs du tronc et des bras. Ces jeux redresseront la taille en développant les masses musculaires dorso-lombaires. Ils produiront une action d'abord locale. Mais s'ils sont activement menés, ils généraliseront aussi les effets de l'exercice à toute l'économie.

La leçon d'éducation physique doit être une leçon de plaisir. — Supposons que la décision prise de rendre réellement l'éducation physique obligatoire devienne exécutoire. Dès lors, beaucoup de maîtres tiendront le raisonnement suivant : il s'agit moins de consulter le goût des gens que d'appliquer une mesure nécessaire. Il importe peu que les grands et les petits prennent plaisir à l'exercice, pourvu qu'ils s'exercent. Il s'agit d'une nécessité hygiénique et nationale ; il faut donc l'imposer et rendre la gymnastique obligatoire, comme l'instruction. Tout le monde s'y soumettra, parce que la règle l'exige. Donner aux adolescents une forte dose de travail musculaire : voilà le but. Le reste est accessoire.

Cette façon de raisonner est une erreur. On ne peut, en effet, songer à imposer à nos enfants un travail physique, leur donner de la force et raffermir leur santé sans les divertir ; ce serait une chimère.

La monotonie et l'ennui, aussi bien que la joie, retentissent sur le cœur et sur les poumons, mais au lieu d'accélérer le cœur, elles le ralentissent ; au lieu de dilater la poitrine, elles la resserrent. La monotonie amène la torpeur de la nutrition. Ce n'est pas tout. L'influx nerveux demeure comme captif dans les centres, faute d'un excitant qui le libère. Une sorte de prostration règne dans le domaine nerveux. L'affaissement et la tristesse en sont les conséquences.

Est-ce là le résultat cherché ? Voyez cet adolescent que l'on bourre de toniques, d'élixirs, de jus de viande et qui, mécaniquement, s'exerce aux appareils de la gymnastique de chambre. A-t-il les apparences de la bonne santé ? Pas toujours. Presque jamais. Que lui manque-t-il ? Le souffle, l'étincelle qui libérera le riche capital d'énergie enfermé sous tension dans ses cellules cérébrales : la joie.

Ce jeune homme a des occupations monotones. Il s'ennuie. Libérons par le plaisir toutes les forces secrètes de son organisme et ne lui imposons plus des exercices en disant : « Ce n'est pas pour son plaisir qu'il s'exerce, c'est pour sa santé. » L'un est inséparable de l'autre.

Nos enfants s'ennuient, voilà le mal. Cessons de leur témoigner la sollicitude extrême et la prudence exagérée qui les enchaînent. Moins de toniques en bouteilles, mais plus de jeux attrayants au grand air. Procurons-leur, si

possible, cette joie un peu animale qui fait jaillir à profusion des centres nerveux l'influx bienfaisant et en inonde les muscles.

L'attrait de l'exercice domine l'éducation physique à tout âge, mais surtout chez l'enfant. Enfin, rappelons-nous que l'émulation, la satisfaction que donne la difficulté vaincue, les jouissances raffinées d'une belle partie, le plaisir délicat d'un assaut d'armes bien conduit, ressemblent par certains côtés à la jouissance d'un peintre ou d'un musicien quand ils produisent des œuvres de leur art.

Les jeux ne dureront jamais longtemps : vingt minutes pour les petits, trente ou quarante minutes pour les moyens, une heure pour les grands. Et encore l'exercice ou le jeu seront-ils interrompus plusieurs fois dans chaque séance. Car les enfants n'ont pas de « fond » ; leur résistance est faible. Le fractionnement de l'exercice est une nécessité. Il est vrai que, la plupart du temps, ce fractionnement se fait spontanément. Les enfants parsèment leurs mouvements de brusques temps d'arrêts qui coupent l'exercice proprement dit.

Nous avons signalé plus haut l'inconvénient qui résulte de l'exercice donné à dose massive, une ou deux fois la semaine, à l'aide d'appareils. C'est quotidiennement qu'il convient de faire jouer et d'exercer les enfants.

Leur tenue devra être en rapport avec la température : aussi légère que possible pendant les chaleurs de l'été et chaude l'hiver, mais sans exagération on agira progressivement dans l'allégement du costume.

Il nous est arrivé parfois de voir des enfants, garçons et filles, âgés de sept à douze ans, qui ont manœuvré devant nous, les jambes et le torse nus dans la cour d'une école, par une température de 6°.

Comme nous manifestions quelque crainte sur la possibilité des refroidissements, le maître nous a dit sur un ton qui n'admettait pas la réplique :

« Loin d'en souffrir, ces enfants sont devenus invulnérables aux rhumes et aux bronchites. L'augmentation de la résistance au froid n'est-elle pas un des principaux avantages recherchés par l'éducateur ? »

Les préceptes d'un système hygiénique ne sauraient aller contre les lois de la biologie. Il ne faut point qu'une méthode puisse être seulement supportée par les plus forts et soit, en même temps, un danger pour les faibles qui représentent la majorité. L'affirmation du maître d'école est dangereuse. Par rapport à sa masse, le corps de l'enfant a une surface cutanée très grande. De ce chef, il rayonne proportionnellement plus de calorique que celui de l'adulte et se refroidit plus vite. Ne savons-nous point que la masse d'un solide croît comme les cubes, tandis que sa surface croît comme les carrés des dimensions linéaires ?

Effets physiologiques de l'exercice sur la fonction respiratoire de l'enfant. — a) *Accroissement des échanges respiratoires.* — Le résultat le plus tangible de l'exercice corporel, chez les sujets jeunes, est l'accroissement des échanges respiratoires. Un enfant qui prend un exercice modéré consomme plus d'oxygène qu'au repos. J'ai déterminé systématique-

ment l'intensité et l'allure des échanges et apprécié le taux d'utilisation de l'oxygène en établissant le quotient respiratoire. Au repos, chez l'enfant, ce quotient varie de 0,71 à 0,77. A la suite d'une marche à pied d'une demi-heure ayant permis de franchir 2 km. 500, le quotient respiratoire s'élève très vite et se rapproche de l'unité. Au cours d'un jeu de barres mené activement, nous avons vu fréquemment le quotient respiratoire atteindre et dépasser l'unité (0,87, 0,96, 1,05).

D'une manière générale, les combustions, chez l'enfant, s'intensifient rapidement par l'exercice et provoquent une prompte usure des matières de réserve, beaucoup plus prompte que chez l'adulte.

Ces faits ont une conséquence pratique. Ils imposent la nécessité de toujours suralimenter les enfants que l'on soumet régulièrement à un exercice physique un peu actif, faute de quoi, l'enfant maigrira et présentera des signes de surmenage. La suralimentation de l'enfant doit marcher de pair avec l'exercice, si l'on veut que les résultats généraux de cet exercice, au premier rang desquels se trouve l'accroissement du poids, soient satisfaisants.

b) *Accroissement de la capacité vitale.* — La moyenne de la capacité vitale de 16 jeunes garçons, âgés de neuf à dix ans, avant tout exercice, était de 0 lit. 927. Après vingt-deux séances quotidiennes de jeux de chacune deux heures, coupées des repos nécessaires pour éviter le surmenage, leur capacité vitale moyenne est passée à 1 lit. 208.

Pour un groupe de 14 fillettes du même âge, exercées de la même manière, la capacité vitale moyenne est passée de 0 lit. 722 à 1 lit. 014.

La capacité vitale moyenne des garçons de dix à onze ans est passée de	1 lit. 114 à 1 lit. 480
La capacité vitale moyenne des fillettes de dix à onze ans est passée de	1 lit. 060 à 1 lit. 351
La capacité vitale moyenne des garçons de onze à douze ans est passée de	1 lit. 187 à 1 lit. 508
La capacité vitale moyenne des fillettes de onze à douze ans est passée de	1 lit. 130 à 1 lit. 406
La capacité vitale moyenne des garçons de douze ans à treize ans est passée de	1 lit. 282 à 1 lit. 700
La capacité vitale moyenne des fillettes de douze à treize ans est passée de	1 lit. 110 à 1 lit. 542

c) *Accroissement des dimensions du thorax.* — Pour un groupe d'une vingtaine d'enfants de dix à onze ans, après huit à neuf semaines d'hiver, pendant lesquelles les enfants jouaient deux heures par jour, cet accroissement moyen a été le suivant :

PÉRIMÈTRE XYPHOÏDIEN.

a) *Avant tout exercice* :

	Inspiration	*Expiration.*	*Elasticité.*
Garçons	56 cm. 20	53 cm. 29	2 cm. 91
Fillettes	51 cm. 17	48 cm. 80	2 cm. 37

b) *Après une période d'exercice quotidien* :

	Inspiration.	*Expiration.*	*Elasticité.*
Garçons	58 cm.	51 cm. 11	6 cm. 89
Filles	55 cm.	49 cm. 17	5 cm. 83

De ces données numériques et de l'observation clinique, il résulte que les enfants acquièrent par l'exercice une plus grande élasticité thoracique, ventilent mieux leurs poumons et contractent l'habitude de bien respirer.

Mais il est manifeste que de neuf à treize ans l'élasticité thoracique, quoique souhaitable, n'est que faiblement mise en jeu. Les muscles inspirateurs extrinsèques ne jouent qu'exceptionnellement. Le mode respiratoire habituel de l'enfant est surtout diaphragmatique.

EFFETS DE L'EXERCICE SUR LE POIDS DE L'ENFANT (1). — Sur une statistique de 91 enfants de neuf à treize ans, appartenant aux milieux sociaux les plus divers et ayant pris régulièrement de l'exercice, pendant trois mois ou davantage, au moins deux heures chaque jour :

Ont acquis un poids supérieur de 2 à 3 kilogrammes à celui qu'ils avaient au début de la période d'observation	24
Ont augmenté de 1 à 2 kilogrammes	16
Ont sensiblement conservé leur poids	17
Ont maigri	34

L'étude attentive de chaque cas particulier permet de donner diverses explications de ces résultats qui ne sont paradoxaux qu'en apparence. Les voici succinctement résumés :

Un enfant qui prend de l'exercice grossit le plus souvent lorsque après le repas de midi, il est maintenu durant une heure au repos (sieste sur le lit).

Un enfant soumis à un exercice régulier pendant les mois les plus chauds de l'année maigrit presque infailliblement. Le même sujet, soumis l'hiver à un travail semblable, voit, au contraire, son poids augmenter. Les saisons exercent une influence capitale sur l'accroissement du poids de l'enfant.

D'autre part, la nature et la qualité de l'alimentation contribuent également à expliquer les variations pondérales chez les enfants.

Enfin, à l'âge de neuf à treize ans, l'appareil musculaire est peu développé. A cette période de la vie, l'enfant normal est relativement maigre. Chez lui, ce n'est pas le tissu musculaire qui est destructeur de graisse, comme chez l'adulte, ce sont les poumons dont l'activité est grande.

Chez un enfant bien portant, les variations de poids suivent exactement celles du coefficient respiratoire. Lorsque l'aération est copieuse et que la fixation d'oxygène sur les tissus, provoquée par l'exercice, est intense, l'action

(1) BOIGEY. *Note sur les effets de l'exercice corporel sur l'enfant.* Acad. médecine, 17 nov. 1925.

du ferment lipolytique ou adipolytique est manifeste et l'enfant a tendance à maigrir.

Ces faits doivent confirmer les éducateurs dans la nécessité d'accroître fortement la ration alimentaire de tout enfant bien portant soumis à l'exercice, faute de quoi l'enfant dépérira inévitablement.

D'autre part, la fonction thyroïdienne qui reçoit, elle aussi, une incitation particulièrement vive sous l'influence de la suroxygénation du sang, consécutive à l'exercice, apporte un concours important dans la destruction des graisses.

Il convient de tenir compte de ces multiples facteurs si l'on veut doser convenablement l'exercice chez l'enfant, faute de quoi, on provoquera dans sa nutrition des perturbations inattendues et qui pourront se traduire par des effets opposés à ceux que l'on se proposait d'atteindre.

CHAPITRE IX

L'EXERCICE PENDANT L'AGE MUR

CONSIDÉRATIONS SUR LES EFFETS LOCAUX ET GÉNÉRAUX DE L'EXERCICE. — L'exercice concentre le mouvement nutritif sur la région du corps qui travaille. Ses effets sont *locaux* quand il fait agir une groupe de muscles isolément, *généraux* lorsqu'il accroît l'activité des grandes fonctions organiques : la respiration, la circulation et la digestion. Soulevez de lourds haltères et répétez le mouvement jusqu'à produire l'endolorissement et l'impuissance du bras : seul le membre qui a travaillé ressent la fatigue ; les battements du cœur et la respiration n'en sont, pour ainsi dire, pas accrus ; l'effet du travail est resté localisé. Courez à toute vitesse ; ce ne sera point l'endolorissement des jambes qui vous forcera à suspendre votre course, mais les battements tumultueux du cœur et de l'essoufflement.

Ceci nous montre qu'on peut agir sur les muscles par *efforts locaux* sans accroître l'activité des grandes fonctions. Ce genre de travail peu recommandable pendant l'enfance pour laquelle on préférera les exercices dont le retentissement se fait sentir sur l'ensemble de l'économie, est au contraire indiqué pour l'âge mûr.

Un travail localisé dans une région déterminée du corps produit des *effets locaux*. Un exercice d'ensemble, qui intéresse en même temps un grand nombre de muscles, produit des *effets généraux*. Celui-là hypertrophie les quelques muscles qui se contractent ; celui-ci accélère les fonctions de la nutrition.

Ces deux ordres de résultats ne peuvent être obtenus simultanément que par un exercice intense ; sa violence met à une dangereuse épreuve le cœur, les poumons et les vaisseaux sanguins. Aussi voit-on deux tendances dans l'enseignement de la gymnastique. Certains maîtres prétendent restreindre l'effort à une région isolée et exercer le corps par segments. Ils font successivement travailler les groupes musculaires. Chaque région reçoit à tour de rôle son contingent d'exercice. Tout le corps travaille en détail. Il s'agit, à proprement parler, d'une gymnastique *analytique*. La généralisation du travail n'est pas recherchée. Tous les muscles sont mis en action, mais successivement, et groupe par groupe. Cette méthode peut fortifier et faire grossir à volonté tel ou tel groupe musculaire. Elle peut donner par la localisation de l'effort et la « concentration du travail » une certaine puissance. Elle peut beaucoup contribuer à entretenir la souplesse.

D'autres maîtres délaissent les efforts locaux. Toutes leurs préférences vont aux exercices qui sollicitent le travail simultané de nombreux muscles et qui, associant les organes internes au travail, accélèrent les battements du cœur et les mouvements respiratoires. Ils savent que cinq minutes de course activent plus la respiration et la circulation du sang et échauffent plus le corps que dix minutes de gymnastique aux agrès. Ils cherchent avant tout à obtenir des effets généraux.

Forme de l'exercice qui convient aux adultes. — Trop d'hommes de 40 ans , trop de pères de famille qui veillent à ce que leurs fils prennent de l'exercice ou fassent des sports, sont convaincus que le travail musculaire n'est plus de leur âge. Ils en comprennent l'urgence pour le jeune homme, ils n'en voient plus la nécessité pour eux.

Ignorent-ils donc que la pratique de l'exercice leur est peut-être plus indispensable qu'à leurs enfants ? Leurs habitudes et leurs obligations d'hommes civilisés réduisent à une dose illusoire les mouvements qu'ils exécutent. Leurs muscles restent dans une inaction relative. Avec l'âge apparaissent des désordres de la santé qui ne sont pas sans gravité. Leur tempérament se modifie. La sédentarité engendre des maladies générales, des diathèses dont on n'observe pour ainsi dire jamais les manifestations avant l'âge adulte. L'obésité, la goutte, le rhumatisme chronique et la gravelle sont les aboutissants ordinaires du défaut d'exercice pendant l'âge mûr (1).

La diathèse installée, il n'est plus possible de la déraciner de l'organisme, même par l'exercice le plus assidu. On ne peut qu'atténuer le danger du tempérament acquis. Bien plus, lorsque la diathèse est précoce et précède l'engendrement des enfants, elle peut se transmettre héréditairement.

L'homme mûr doit moins redouter le poids des années que les habitudes d'inertie. La force musculaire, la souplesse et l'agilité sont conservées chez ceux qui persistent à s'exercer régulièrement. Qui ne connaît d'excellents maîtres de gymnastique ayant dépassé la cinquantaine, de vieux tireurs d'épée adroits et précis, de vigoureux chasseurs à cheveux blancs ?

Tandis que chez l'homme jeune, les acquisitions nutritives, supérieures aux pertes, imposent une alimentation copieuse et des efforts musculaires importants, au contraire, chez l'homme âgé, dont l'organisme décline, il suffit de remplacer les quelques matériaux détruits chaque jour et d'employer les exercices modérés, d'une part, pour éviter l'accumulation des matières de réserve, et d'autre part, pour favoriser l'élimination des déchets.

Tout effort violent est obligatoirement précédé de l'immobilisation du thorax qui prend appui sur les poumons. Ces derniers forment matelas élastique et résistant. Ils ne s'affaissent pas sous la pression du thorax parce que le larynx ferme toute issue à l'air qu'ils contiennent. Les petits muscles du larynx représentent la clef de l'effort musculaire.

(1) M. Boigey. Lésions du tissu cellulaire dues à la sédentarité ou à l'immobilité prolongée. *Progrès médical*, n° 28, 9 juillet 1932, et *Revue de Pathologie comparée et d'Hygiène générale*, n° 448, janvier 1934.

La pression des côtes sur les poumons et, par leur intermédiaire, sur le cœur et les gros vaisseaux de la poitrine, est considérable. Sous son influence, la masse du sang reflue vers les capillaires et distend leurs parois. Tans qu'ils sont résistants, la violence que ces canaux subissent est bien supportée ; mais ont-ils perdu leur élasticité, par suite de la modification de structure qui s'observe dans l'âge mûr, l'effort peut avoir pour conséquence leur rupture, aussitôt suivie d'accidents de la plus haute gravité, lorsqu'elle siège sur un vaisseau cérébral.

Pour ces raisons, l'homme mûr ne pratiquera ni les exercices de force, ni ceux de vitesse qui augmentent beaucoup la pression du sang dans les vaisseaux. Il choisira, de préférence, toutes les pratiques du travail musculaire analytique. Les exercices de salle qui, par une série de mouvements successifs, sollicitent les divers groupes musculaires à entrer en action, isolément et l'un après l'autre, auront ses faveurs.

Par cette gymnastique segmentaire, il pourra effectuer des efforts musculaires intenses, sans craindre leur retentissement sur les gros vaisseaux et sur le cœur. A cet âge de la vie, assouplir les articulations et rechercher la fatigue musculaire sont des buts légitimes. Mais aborder sans réserve les exercices qui essoufflent et nécessitent la production de grands efforts est dangereux.

Il ne faut point, en exerçant les hommes de soixante ou de soixante-dix ans, rechercher les effets généraux de l'exercice, c'est-à-dire l'essoufflement et l'accélération des battements du cœur. On se contentera de certains résultats locaux dont l'importance est grande à cette période de la vie.

Le *maintien du volume des muscles* est le premier but à atteindre, puisque ces organes tendent alors à une atrophie naturelle. Leur mobilisation aura, en outre, pour effet, de leur conserver la souplesse.

Tout mouvement local, dans la gymnastique des vieillards, sera lent et progressif. L'élasticité très diminuée des muscles séniles s'accommoderait mal des contractions brusques qui auraient pour résultat de rompre les fibres ou d'érailler certaines artères musculaires devenues fragiles.

Chez les vieillards réussiront les pratiques de la *gymnastique analytique* qui s'attache à faire travailler les muscles à part, la poitrine à part, les régions du dos et de l'abdomen à part, la respiration même à part. En l'employant avec prudence, on obtiendra des effets de détail incontestables qui peuvent encore modifier heureusement un organisme débile arrivé au terme de son évolution, et retarder l'époque de la pleine sénilité.

Ces mêmes pratiques seraient sans effet sur des organismes jeunes qui réclament une dépense de travail autrement importante que les mouvements partiels adaptés aux faibles forces d'un organisme à son déclin.

Nous signalons, en terminant, que l'accoutumance aux exercices comprend des degrés infinis. Un travail musculaire, si modéré soit-il, peut causer une grande fatigue aux sujets qui n'ont aucun entraînement préalable. C'est ainsi que, pour se livrer sans douleur aux actes les plus usuels, un convalescent doit s'y réaccoutumer peu à peu. Il ne le fait qu'au prix d'épreuves répé-

tées. De même, tel exercice qui n'est qu'un jeu pour un homme adonné à la pratique des sports, représente un véritable écart d'hygiène pour le sédentaire. Quoi qu'il en soit, c'est agir prudemment qu'acquérir un degré de force et de résistance supérieur à celui qu'exige un travail habituel. Ainsi, l'organisme n'est pas surpris lorsqu'une tâche imprévue et plus lourde lui est momentanément imposée. Comme beaucoup de maladies surviennent quand se produit une rupture imprévue dans les conditions hygiéniques auxquelles la vie d'un sujet est accommodée, c'est une imprudence de ne pas compter avec l'imprévu et de ne pas tenir l'organisme dans un état d'entretien tel qu'un travail supplémentaire survenant accidentellement n'altère pas la santé.

L'exercice est une nécessité hygiénique. Mais le sédentaire se gardera de s'adonner à une grande activité musculaire du jour au lendemain. Un changement aussi radical dans ses habitudes doit se faire par une transition insensible. Passer brusquement d'une vie tranquille et inoccupée à une existence sportive trouble profondément la nutrition et présente des dangers.

Après trente-cinq ou quarante ans, âge auquel les pratiques de l'athlétisme deviennent pénibles ou même dangereuses pour certaines constitutions, les exercices physiques demeurent utiles. Ils le sont encore au seuil de la vieillesse. Il n'est pas question de guérir par une gymnastique ou des sports appropriés les infirmités de la pleine sénilité, mais de reculer l'époque de la déchéance.

En quelques mois, on peut, dans l'âge mûr, par des moyens physiques appropriés, obtenir un rajeunissement remarquable, redresser la taille, supprimer son empâtement, donner au visage le coloris de la bonne santé, rendre aux muscles leur souplesse et à la démarche son élasticité, faire renaître le sommeil, l'appétit et les forces.

L'exercice modéré et certains sports, en régularisant la désassimilation et en excitant l'assimilation, reculent l'heure de l'apparition de la vieillesse. A tout âge, on peut espérer une réforme heureuse d'un organisme encombré de toxines et de poisons, en employant les moyens et les procédés appropriés.

D'une manière générale, les sujets qui auront précédemment adopté un sport continueront à le pratiquer, mais à la condition qu'ils n'en éprouvent ni grand essoufflement, ni sensation d'angoisse, ni palpitations durables, ni fatigue prolongée. Peu à peu, avec les progrès de l'âge, ils doivent se borner à des jeux calmes ne sollicitant que faiblement le cœur et les poumons.

En vérité, dans un âge avancé, les pratiques du bien-vivre ressortissent à l'hygiène bien plus qu'à l'éducation physique.

Les mouvements que l'homme peut accomplir sont relativement peu variés, mais il y a la manière de les utiliser, l'ordre dans lequel ils doivent se succéder, leur étendue, leur dosage aux différents âges et par les différents exercices et sports.

PRATIQUE D'UNE CURE D'EXERCICE POUR PERSONNE D'AGE MUR. — Il ne saurait être question, bien entendu, de soumettre les quadragénaires ou les

quinquagénaires aux pratiques d'une gymnastique acrobatique ou sportive qui, dans l'immense majorité des cas, irait à l'encontre du but poursuivi. Il faut leur faire faire la somme des mouvements simples nécessaires pour améliorer lentement l'état de santé dans chaque cas particulier, rien de moins, mais aussi, rien de plus, afin d'éviter le surmenage.

Pour fixer les idées, je considérerai le cas d'un homme touchant à la cinquantaine dont la maturité porte déjà en elle les signes avant-coureurs d'un fléchissement organique plus ou moins prochain. C'est sur de tels sujets que la cure est suivie des meilleurs résultats. C'est en moyenne, entre quarante

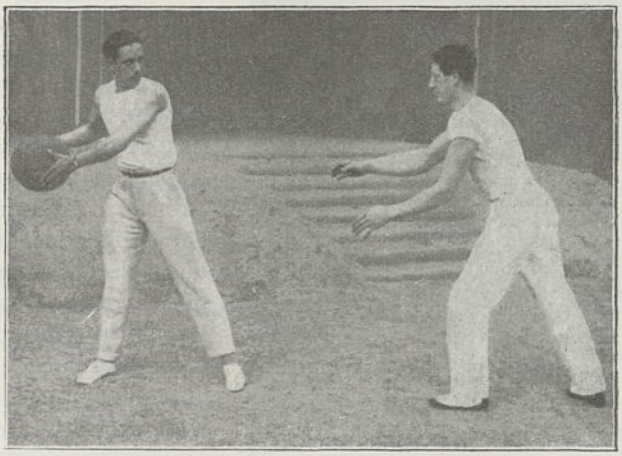


FIG. 68. — *Ballon médical.*

et cinquante-cinq ans, que ses effets sont tangibles dans le sens d'un véritable rajeunissement.

Trois préceptes dominent la cure :

1° Exercer les muscles avec beaucoup de lenteur, surtout au début, en vue d'éviter la courbature ;

2° Couper l'exercice de repos fréquents dans le cours même de la séance ;

3° Si l'organisme soumis à l'exercice offre quelque part un point faible — et c'est la règle — veiller à ce que le travail musculaire n'ait pas un retentissement fâcheux sur ces lésions latentes.

Chez tous les sujets qui ont doublé le cap de la quarantaine, j'impose, dès l'abord, une prohibition : celle des exercices pratiqués dans la position couchée. C'est une erreur physiologique grave de les recommander à tout venant, ainsi qu'on a coutume de le faire. Ce faisant, on provoque de véritables coups de bélier sur la paroi des vaisseaux cérébraux. On s'expose à déterminer des poussées congestives du côté du cerveau, ou même une hémorragie à point de départ ventriculaire, ainsi que nous en avons été le témoin à cinq reprises. Il faut s'exercer debout, dans l'attitude normale de travail, car nous ne sommes jamais sûrs de l'intégrité des artères cérébrales de nos malades.

Pour synthétiser notre pensée, nous dirons que le réentraînement des malades doit être fait en position verticale et non horizontale. S'il est légitime de proscrire, après la cinquantaine, les exercices que l'on pratique en position couchée, il n'est pas moins indiqué de délaisser aussi tous ceux qui comportent l'abaissement répété de la tête au-dessous du niveau de la ceinture, notamment les mouvements de flexion et d'extension forcée du tronc. Les professeurs de gymnastique et les manuels les préconisent, alors qu'ils n'améliorent guère la circulation abdominale et traumatisent quelque peu les viscères.

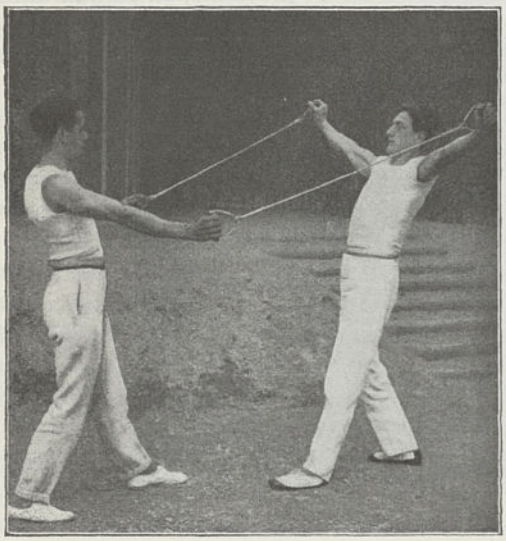


FIG. 69. — *Exercice d'opposition.*

Dans l'immense majorité des cas, et, en particulier, en présence de la classe si nombreuse des pléthoriques abdominaux, il convient de recourir d'abord, chaque fois qu'on le peut, à une mécanisation passive, c'est-à-dire, de confier le malade à des machines mues électriquement. On mobilisera, par ce moyen, toutes les jointures des membres. On assouplira la cage thoracique et on rééduquera la fonction respiratoire par des mouvements étendus et rythmés d'abduction et d'adduction localisés aux membres supérieurs. On imprimera au tronc des mouvements de circumduction, le bassin étant fixé, pour provoquer une sorte de massage interne et lent des viscères abdominaux. On mobilisera enfin le bassin sur un siège mobile animé de mouvements circulaires et oscillatoires, de manière à assouplir les articulations lombaires et lombo-sacrées et à brasser en quelque sorte les organes pelviens prédisposés aux congestions passives, par suite de leur position déclive.

Cet ensemble de mouvements passifs n'est pas obligatoire, mais il est bon de l'appliquer au début à tous les pléthoriques abdominaux. Après quoi, le curiste doit se livrer à des exercices actifs, qui sont les modificateurs par excellence de la nutrition.

Les mouvements dits d'assouplissement, faits à mains nues, sont insipides par excellence, peu efficaces, en réalité, partout conseillés, et d'ailleurs, médiocrement employés. Ils ont l'inconvénient de lasser à la longue les curistes les plus consciencieux et les plus déterminés. Il faut, pour que l'homme prenne intérêt au mouvement, qu'il manipule un appareil, un outil, un agrès. C'est une constatation psychologique faite partout.

La série des exercices actifs débute par l'usage du *ballon médical* (fig. 68) (*medicine-ball* des Anglais), sphère de cuir lourde de 1, 2, 3, 4, ou même 5 kilogrammes suivant les cas, la force des sujets, le but à atteindre et que le curiste, placé à 2, 3, 4 mètres ou plus, du moniteur, suivant l'intensité de l'exercice, lance à ce dernier. Après le ballon médical doit être utilisé l'exerciseur à contrepoids, préférable aux exerciseurs à brins de caoutchouc. Alors que la résistance de ces derniers est variable et progressivement croissante, rendant, par cela même, impossible le contrôle kilogrammétrique du travail accompli, la résistance du premier est au contraire constante et le travail effectué est exactement appréciable et peut être dosé à volonté.

FIG. 70. — *Machine à godiller.*

Si l'on ne dispose pas d'exerciseurs à contre-poids, on peut se livrer à des exercices d'opposition avec résistance, que gradue le moniteur, à l'aide de cordelettes munies de poignées (fig. 69).

Ensuite, le curiste passe à la machine à godiller (1), que je considère

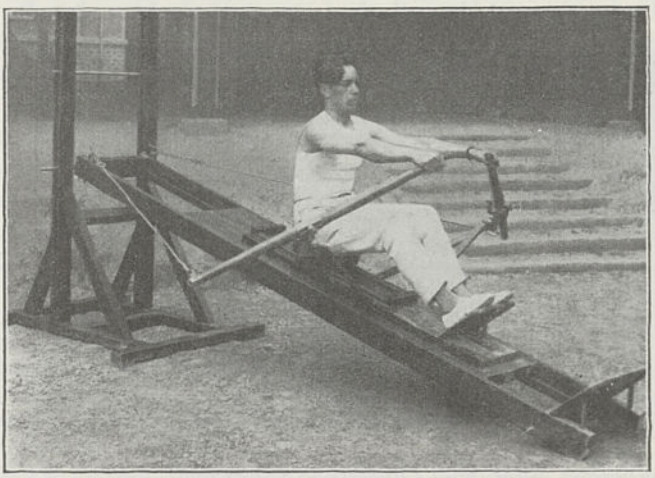


FIG. 71. — *Exercice de l'aviron.*

comme l'exerciseur de choix de tous les pléthoriques abdominaux et de tous les sédentaires confinés au logis par leurs occupations. Par elle, est mobilisée

(1) Construite par Bardou, 12 boulevard Sébastopol, Paris.

toute la musculature. Le sujet étant en station debout, bien campé sur ses jambes légèrement écartées, mobilise un aviron fixé à une rotule qui roule à frottement dur, réglable à volonté, dans un bloc d'acier évidé. Il fait décrire au manche de l'appareil des mouvements alternatifs d'oscillation vers la droite et vers la gauche, en forme de ∞, comparables à ceux qu'exécute un matelot utilisant une godille à l'arrière d'un bateau (fig. 70).

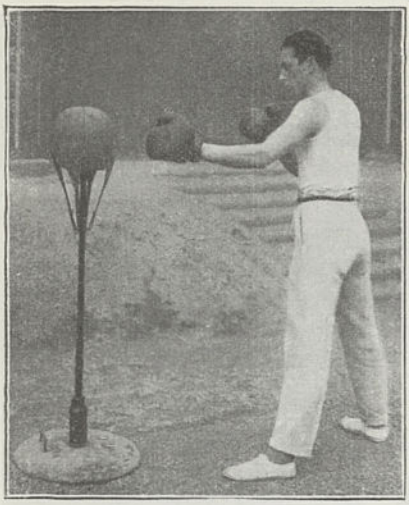


FIG. 72. — *Boxe contre ballon.*

C'est là l'exercice de choix pour les obèses et pour toute personne ayant tendance à grossir ; de même pour les constipés. Il provoque un massage profond des viscères abdominaux et contribue beaucoup à maintenir la sveltesse de la taille.

Installé dans un cabinet de travail, une chambre à coucher ou une salle de bains, cet appareil permet aux sédentaires de s'exercer en toute sécurité et d'éviter la surcharge de graisse et la congestion par immobilité prolongée. Il permet enfin aux personnes entraînées de maintenir leur « condition ».

FIG. 73. — *Exercice de terrassement.*

Cet exercice ne surmène pas et ne produit pas l'hypertension que suscitent presque toujours les efforts énergiques.

Après la machine à godiller, le curiste passe à l'exercice de la rame. Ce travail, tout excellent qu'il est, doit être surveillé. Mais, surveillé et dosé,

l'acte de ramer demeure excellent et parmi les meilleurs que l'on puisse accomplir à tous les âges de la vie (fig. 71).

L'exercice du ballon de boxe consiste à percuter rythmiquement un ballon instable ; ce travail améliore considérablement la ventilation pulmonaire. Il favorise beaucoup le développement des membres supérieurs, accroît leur agilité et perfectionne leur coordination (fig. 72).

On terminera la série des exercices par un travail de terrassement qui consiste à transporter, à la pelle, d'une cellule en maçonnerie, dans une autre, toute proche, une certaine quantité de sable. Je considère ce travail comme un des plus efficaces que l'homme mûr puisse faire pour exercer l'ensemble de sa musculature et masser en quelque sorte ses organes profonds par les parois abdominales en perpétuelle contraction (fig. 73).

Enfin la marche à pied demeure, chaque fois que les loisirs du malade le permettent, l'exercice complémentaire qui fait agir doucement, modérément, physiologiquement pourrait-on dire, les muscles des membres inférieurs et du bassin.

Lorsque je formule une prescription de marche, je fractionne toujours la dose. Plus le malade est affaibli, et plus les temps de repos seront multipliés. L'usage des terrains à pentes variées augmente beaucoup le travail du cœur. Passé 45 ans, je n'en suis pas partisan ; Oertel avait, jadis, fait de la marche graduée, accomplie en terrain accidenté, la base d'un traitement des maladies du cœur. Outre que le principe d'une telle méthode est quelque peu paradoxal, c'est jouer la difficulté que de l'adopter. Au demeurant, les choses se sont passées comme il arrive en pareil cas: très bons résultats quand Oertel faisait office de médecin traitant et résultats désastreux quand d'autres que lui dirigeaient la cure. Je l'ai personnellement appliquée avec la plus grande circonspection et, le dirais-je, avec la prudence la plus attentive. Le moins que je puisse dire, c'est que je n'ai jamais obtenu de résultats durables. La marche en terrain accidenté n'est pas l'exercice qui convient aux cardiopathes même compensés. La marche en terrain plat... peut-être, mais il est d'autres exercices meilleurs, et moins lassants, pour réveiller la tonicité du cœur. Au premier rang, je citerai l'usage modéré de la machine à godiller et du ballon médical.

L'EXERCICE ET LES VIEILLARDS. — A l'usage des vieillards, le Dr Pescher (1) a créé une méthode d'entraînement respiratoire qui est suivie des meilleurs effets.

L'essoufflement des vieillards ne doit pas être considéré selon l'opinion courante, comme un de ces méfaits inhérents à l'âge et que le médecin est impuissant à guérir.

Occasionnée par l'inertie pulmonaire qui peut parfaitement être évitée, l'anhélation en question a sa prophylaxie :

a) Dans la pratique d'exercices musculaires appropriés, susceptibles d'empêcher la respiration trachéo-bronchique, superficielle et inopérante, de se substituer insidieusement, comme il est d'usage, à la respiration alvéolaire profonde, seule efficace ;

b) Dans les mouvements respiratoires lents et profonds, devant être répétés plusieurs fois chaque jour ;

(1) *L'entraînement respiratoire des vieillards.* Acad. de médecine, séance du 27 mars 1923, et *C. R. Soc. de Biologie*, 26 février 1923.

c) Dans la mesure au spiroscope ou au spiromètre de la capacité vitale, mesure fréquente, car tel sujet, non essoufflé au repos et se croyant un bon respirateur, peut avoir perdu, en quelques mois, sans s'en douter, la moitié de sa respiration.

L'inertie pulmonaire constituée, même étendue et ancienne, est aujourd'hui largement améliorée par les moyens nouveaux de la méthode spiroscopique particulièrement indiquée chez les personnes âgées.

La spiroscopie, en effet, en commençant par des exercices faibles qu'elle dose aussi rigoureusement qu'un médicament dans une potion, entraîne les malades sans les fatiguer : elle les intéresse en objectivant tous les phénomènes et les encourage en leur montrant leurs progrès au fur et à mesure de leur réalisation.

L'augmentation de la capacité permet une reprise appropriée et parallèle de l'activité musculaire et, dans de nombreux cas, le médecin a la satisfaction de voir des malades, essoufflés au moindre effort, qui semblaient usés et finis, retrouver, dans une large mesure, leurs occupations, leur vitalité et leur santé.

RÉGULARISATION DE L'ENSEMBLE DE LA NUTRITION PAR L'EXERCICE. — OBSERVATIONS DE GUY-LAROCHE, A. GRIGAUT ET DE CHAISEMARTIN. — L'exercice est le véritable — je devrais dire le seul — régulateur de la nutrition de l'organisme humain. Il accélère les échanges nutritifs chez les ralentis de la nutrition ; il ramène les échanges à un taux normal chez les sujets à nutrition effervescente. Observant, sur vingt et un officiers stagiaires de Joinville, les effets d'une cure d'exercice de six semaines, Guy Laroche, Grigaut et de Chaisemartin ont constaté que les sujets qui présentaient un état de déséquilibre en ce qui concernait le métabolisme des *produits azotés*, des *graisses* et des *lipides*, en général, retrouvaient, pour la plupart, leur équilibre nutritif, et cela, sans le moindre régime alimentaire, sans le moindre remède, par le seul fait de l'exercice.

Voici un tableau qui résume ces importantes observations (V. p. 218).

Les conclusions qui découlent de la lecture de ce tableau sont les suivantes :

1° *Le taux de l'urée sanguine* chez les stagiaires qui en avaient en excédent dans le sang, à l'arrivée, a baissé et s'est rapproché de la moyenne. Les taux moyens ou faibles sont demeurés à peu près les mêmes. L'abaissement de l'urée sanguine et sa régularisation sous l'influence du seul exercice s'expliquent, non seulement par l'amélioration du fonctionnement des émunctoires favorisant l'élimination des produits toxiques, mais également par l'accroissement des combustions réduisant l'importance des déchets.

2° On sait que le cholestérol sanguin peut être considéré comme le témoin du métabolisme des graisses ainsi que des lipides en général. Quand le cholestérol augmente dans le sang, la combustion des lipides est ralentie dans l'organisme.

Parmi les sujets observés par les auteurs précédents, douze présentaient une quantité normale de cholestérol ; les chiffres n'ont pas varié ; ils ont montré une fixité remarquable ; par contre, neuf autres accusaient un taux supérieur à la normale ; avec un ensemble impressionnant, ces taux ont diminué dans des proportions notables, à tel point que presque tous revinrent au chiffre considéré, en général, comme moyen. L'exercice était le seul facteur de cet heureux résultat.

3° La pression artérielle a une tendance très nette à se stabiliser.

4° La capacité vitale s'est améliorée chez un certain nombre de stagiaires.

Ces auteurs concluent ainsi : « Dans les cas que nous avons observés, il n'est pas exagéré de dire que l'exercice a exercé un véritable pouvoir régulateur, il a rétabli l'équilibre dans des organismes chez lesquels le métabolisme présentait une tendance fâcheuse à se troubler.

« L'exercice physique bien ordonné possède donc des propriétés régulatrices et désintoxicantes. Envisagé à tort par certains comme une inutilité, par d'autres comme un passe-temps plus ou moins agréable, l'exercice, bien au contraire, a le droit d'être considéré comme un véritable moyen thérapeutique. »

RÉSULTATS DE LA CURE D'EXERCICE PENDANT L'AGE MÛR. — Le premier de ces résultats ou, du moins, le plus tangible, est *l'accroissement des échanges respiratoires*. Au laboratoire de physiologie médicale de Vittel, je procède systématiquement à la mesure des échanges par l'établissement du quotient respiratoire avant, pendant et après l'exercice.

Les variations de l'acide carbonique émis et de l'oxygène absorbé, pendant le travail, sont proportionnelles à l'intensité de ce travail. La dépense physiologique est exactement évaluée par la grandeur des combustions. La mesure de ces combustions est indispensable si l'on veut se rendre compte de ce qui se passe dans un organisme soumis à la thérapeutique du mouvement. Parmi les quinquagénaires gras ou pléthoriques, nombreux sont les cardiopathes latents. Mieux vaut pour eux la privation absolue d'exercice que la pratique des exercices mal dirigés. Le dosage par un médecin compétent et la prescription formulée sont indispensables.

Alors que le mouvement pratiqué sans mesure ne peut donner, dans les affections de l'appareil circulatoire, que des résultats désastreux, il est, au contraire, couronné du succès le plus certain et le plus durable quand il est médicalement surveillé.

Du côté des poumons, on constate, à l'aide du pneumographe, une *amélioration constante de la fonction respiratoire* comparée à ce qu'elle était au début de la cure d'exercice. Les tracés pris périodiquement au bout d'un certain temps, une quinzaine de jours, par exemple, et confrontés avec ceux du premier jour, montrent que, soit au repos, soit au cours même du travail, le nombre des respirations diminue tandis que leur amplitude s'accroît et que leur forme se régularise.

De plus, la cure d'exercice *augmente la tonicité générale et la force musculaire*. On s'en rend compte par des observations dynamométriques. Enfin, elle *stabilise le fonctionnement nerveux*. Alors que les réponses motrices à une excitation donnée sont souvent variables en intensité et en promptitude chez des sujets non exercés, elle finit, chez un sujet réentraîné, par se faire toujours à une vitesse et avec une force sensiblement égales. Telle personne qui mettait vingt-huit ou trente centièmes de seconde pour répondre à une excitation cutanée avant la cure ne met plus que dix-huit ou vingt

COURS D'INFORMATION OFFICIERS (15 FÉVRIER-28 MARS 1934) (1)

Age	Taille	Poids	Capacité vitale	Pressions artérielles								Urée du sang	Acide urique	Cholestérine
				Repos		Immédiatement après le travail		5 minutes après		10 minutes après				
				Mx	My	Mx	My	Mx	My	Mx	My			
54	1m738	79,500 81,700	3,600 3,800	12 3/4 13	9 1/4 9 1/2	22 1/2 22 1/2	13 12 1/2	14 3/4 13 1/4	10 1/4 9 1/2	13 1/4 —	10 1/4 —	0,42 0,30	0,060 0,048	1,50 1,50
37	1,715	76,700 74,600	4,100 3,700	14 1/2 13 3/4	9 1/4 9 1/2	17 1/2 19 3/4	10 9 1/2	13 1/2 14	9 1/2 8 3/4	/	/	0,50 0,30	0,052 0.046	1,65 1,45
43	1,720	79,000 80,900	4,100 4,000	15 1/2 17 1/4	10 3/4 10	21 3/4 21 1/2	11 1/2 11 1/4	17 18 1/2	10 3/4 10	/	/	0,25 0,30	0,045 0,047	2,30 1,50
50	1,753	62,000 65,800	4,300 4,500	11 11	9 3/4 8 1/2	15 1/2 14 3/4	13 1/2 10	13 1/2 12	10 8	/	/	0,30 0,35	0,060 0,058	1,50 1,50
51	1,828	76,200 76,800	4,300 3,800	14 12 1/4	11 1/2 9 1/2	19 1/2 20	12 11 1/2	15 15 3/4	9 1/2-10 1/4 9 1/2-10 3/4	— 14 1/2	— 10 1/4	0 48 0,50	0,038 0,052	1,50 1,50
46	1,753	87,000 85,000	4,200 4,300	17 14 1/4	11 1/4 10	22 18 1/2	14 1/2 10 1/4	18 15 3/4	11 1/4 10 3/4	/	/	0,32 0,30	0,060 0,052	1,50 1,50
43	1,617	65,000 67,000	3,800 3,200	13 1/2 13	9 1/4 8 3/4	17 1/2 18	10 1/2 10 1/2	13 3/4 13 1/2	9 3/4 9 1/2	/	/	0,40 0,40	0,057 0,044	1,60 1,50
49	1,670	79,800 79,700	4,100 3,500	16 1/4 14 1/4	10 9 3/4	20 1/2 18	12 12	15 1/2 14	11 10	13 1/4 —	10 1/4 —	0,38 0,30	0,038 0,057	1,50 1,50
52	1,735	75,700 75,800	3,800 4,300	12 12	10 9 1/2	19 19 1/4	10 1/2 13	— 12 1/4	— 10	— —	— —	0,30 0,25	0,042 0,050	1,50 1,50

46	1,650	79,000 79,700	4,300 4,400	14 1/2 13	10 1/4 9	18 16 1/2	11 1/2 9 1/2	15 1/2 14 1/2	10 1/4 8 1/2	/	/	0,30 0,30	0,033 0,039	2,30 1,65
42	1,800	91,500 90,300	4,300 4,700	13 1/2 12	9 1/2-11 9 1/4	19 1/2 20	11 1/2-13 1/2 12	15 3/4 15	9 3/4-11 10 3/4	— 13	— 9 1/2	0,25 0,25	0,033 0,036	2,25 1,75
50	1,680	66,800 67,000	3,300 3,400	12 1/2 12	9 1/2 8 1/4	19 21 1/2	10 3/4 10 1/4	14 14	9 1/2 9	/	/	0,30 0,30	0,045 0,052	1,50 1,50
51	1,702	75,000 75,300	4,200 4,300	12 11 3/4	8 3/4 8 1/2	19 16 1/2	9 1/4 9 3/4	12 3/4 13 1/2	9 3/4 9 1/2	11 3/4 —	9 1/4 —	0,40 0,35	0,045 0,051	2,20 1,50
42	1,700	66,800 66,500	3,900 4,000	14 13 1/4	9 1/4 8 1/2	20 1/2 16 3/4	11 11	14 1/4 13 3/4	8 1/2 8 1/2	/	/	0,30 0,40	0,045 0,047	1,50 1,50
42	1,717	63,600 64,500	3,800 3,600	12 1/2 13 1/4	8 3/4 9 1/4	18 1/4 20	11 1/2 11	13 1/4 13	9 1/2 9 1/2	12 1/2 —	9 3/4 —	0,30 0,35	0,060 0,051	2,10 1,50
				15 1/4	11 1/2	19	12					0,32	0,045	1,50
47	1,765	68,000 69,800	3,200 3,300	14 12 1/2	10 1/2 9	20 18 3/4	12 1/2 11 1/2	15 1/4 13	10 9	/	/	0,30 0,45	0,042 0,044	1,50 1,50
41	1,678	72,100 73,000	4,000 4,000	16 1/2 13 1/4	9 1/2 9 1/4	23 19 1/4	10 9 1/4-11	17 1/4 13 1/2	11 8 3/4-10	17 1/4 —	10 3/4 —	0,40 0,35	0,045 0,051	1,90 1,60
39	1,718	69,000 69,700	4,100 4,500	14 1/2 15 1/4	10 11	21 21 1/2	9 3/4-10 1/2 10 3/4	17 15	10 1/2 10	/	/	0,30 0,25	0,038 0,047	1,50 1,50
44	1,640	57,000 58,200	3,900 3,900	12 1/2 11 1/4	8 3/4 8 1/2	18 15 1/4	9 3/4 9 1/2	12 1/4 11 1/2	9 1/2 9	/	/	0,43 0,40	0,033 0,041	1,50 1,50
49	1,750	71,700 71,900	3,400 3,600	11 3/4 11 1/2	10 1/4 7 1/2	17 1/2 14 3/4	9 1/2 8 1/4	13 12 1/4	9 8 1/4	/	/	0,40 0,35	0,045 0,045	1,50 1,50
47	1,760	81,000 80,400	3,400 3,000	14 1/4 14 1/2	10 1/2 10 1/2	19 1/2 20 1/2	10 1/2 11	— 14 1/2	9 1/2	— —	— —	0,42 0,40	0,065 0,049	1,60 1,50

(1) Dans ce tableau, les chiffres de la première ligne sont ceux enregistrés au début du stage ; les chiffres de la seconde ligne sont ceux enregistrés à la fin du stage, six semaines plus tard.

centièmes de seconde trois semaines plus tard. Elle s'est stabilisée et aussi perfectionnée au point de vue nerveux.

Mais c'est surtout contre les maladies de la nutrition que la cure d'exercice est couronnée de bons résultats. Le jeu régulier de nos échanges organiques, — pour tout dire, de notre santé, — exige un minimum quotidien de mouvements. C'est par eux que nous oxydons les matières de réserve et que nous empêchons leur accumulation dans l'économie. D'autre part, c'est par l'exercice que sont oxydés les déchets azotés et qu'est empêchée leur sédimentation dans les parenchymes, en particulier dans le foie et les reins.

Chez la plupart des sédentaires, le système veineux, intraabdominal, est en permanence le siège d'une congestion que ne contrebalancent ni la vaso-constriction, ni l'accélération du cours du sang, double conséquence de l'exercice. Cette pléthore abdominale grève à son tour d'un travail supplémentaire le cœur et devient le point de départ et la cause occasionnelle des dilatations veineuses plus ou moins généralisées dont les varices crurales et hémorroïdales sont les manifestations communes et apparentes.

A l'heure actuelle, la moitié au moins des décès est imputable à l'insuffisance hépato-rénale, aux maladies du cœur et des vaisseaux et aux complications qui marquent le dénouement habituel des maladies de la nutrition. Pourquoi ? En grande partie parce que, pour de trop nombreuses personnes, la vie se passe dans une quasi-immobilité, dans la position assise, dans la sédentarité. Le confort, le luxe, tous les perfectionnements techniques tendent à la suppression de l'effort physique qui est cependant indispensable à l'entretien de la santé. Dans le but de prévenir ces accidents et d'y remédier lorsqu'un état de fait s'est installé, il n'est pas de thérapeutique plus efficace que l'exercice. Mais il va sans dire que l'efficacité même de ce moyen impose la nécessité de n'en user qu'à bon escient. Son emploi comporte une organisation et des précautions, faute desquelles on connaîtra des déboires, on verra survenir des accidents qui ralentiront la confiance encore timide des médecins et pourront compromettre l'excellence des résultats déjà acquis.

***

En résumé, l'importance de l'exercice, pour l'homme et la femme de cinquante ans, est aussi grande que celle du régime. Peut-être même lui est-elle supérieure ! Périodiquement l'organisme engourdi par l'immobilité éprouve le besoin de mouvement. C'est un dérivatif meilleur pour la santé que les interminables parties de jaquet, d'échecs ou de bridge. Si l'on tient compte des mécanismes profonds du corps humain, du rôle et du volume des masses musculaires qui le meuvent et dont le poids atteint en moyenne les trois septièmes de son poids total (30 kilogrammes de muscles pour 70 kilogrammes de poids total), on peut avancer, sans crainte de se tromper, que nous ne sommes pas faits pour l'inaction. Aux environs de la cinquantaine, par l'usage du mouvement quotidien, peu à peu le renouvellement du corps se produit ; il se fait une métamorphose qui est une sorte de rajeunissement. Qui-

conque traîne les pieds vers la soixantaine peut faire son *mea culpa* et se reprocher les longues oisivetés qui l'ont conduit à perdre l'élasticité musculaire. Mieux vaut assurément par l'exercice conserver la verdeur de l'invigoration et l'allure juvénile.

L'air, *pabulum vitæ*, est le pain invisible des poumons, vivifiant et nourricier. Ni la vie ni le feu ne subsistent sans lui et l'idéal serait de respirer toujours un air renouvelé. Or la moitié des hommes sont rassemblés dans l'atmosphère viciée des cités. Elle est, de plus, chargée de vapeurs irritantes et toxiques.

L'exercice est le moyen le plus efficace de ventiler la poitrine et de refaire provision d'oxygène. Mais il doit être modéré. Hippocrate conseillait déjà : « Travail, nourriture, boisson, sommeil, amour, tout à petite dose. »

Nos organes sont solidaires et tous s'engourdissent par l'inaction. « L'oisiveté, disait Benjamin Franklin, ressemble à la rouille ; elle use plus vite que le travail. » Et c'est physiologiquement vrai. La longévité est l'apanage de ceux qui remuent. Chez eux l'exercice porte le sang à la périphérie du corps et dans les muscles. Ils n'ont pas à craindre les congestions internes, ni les stases sanguines ; les digestions sont facilitées et la nutrition générale est bien entretenue.

A cinquante ans, on digère avec les jambes autant qu'avec l'estomac. L'exercice est le meilleur moyen d'éviter l'enlisement progressif provoqué par l'inaction et son frère, l'ennui.

CHAPITRE X

ÉDUCATION PHYSIQUE FÉMININE

Raisons qu'a la femme de faire régulièrement de l'exercice physique. — L'opinion qui prétend que nos filles soient élevées en les maintenant dans un état de quasi-sédentarité est, à tous points de vue, déplorable. Je ne puis me dispenser de le dire, au début de ce chapitre, pour n'y point revenir. Toutes les fillettes rachitiques, atrophiées, toutes celles dont le développement s'est prématurément arrêté, les tuberculeuses, la plupart des anémiques et des chlorotiques, les déviées de la colonne vertébrale, toutes ou presque toutes, sont des sédentaires qui ignorent l'exercice physique et ses modalités.

D'autres causes sont évidemment en jeu, pour expliquer les lésions précédentes, mais il n'est pas douteux que nombre de ces malades auraient été sans doute prémunies contre leurs infirmités ou leurs lésions si elles avaient sagement usé de cet incomparable excitant de la nutrition générale qu'est l'exercice.

Une femme n'a pas un moindre besoin d'activité physique qu'un homme. C'est un avantage pour elle d'avoir une bonne santé et d'être douée de vigueur. La maternité l'exige. Nous n'en sommes plus à trouver, comme il y a deux siècles, qu'une certaine délicatesse, des forces juste suffisantes pour une promenade d'une heure, un appétit dédaigneux et promptement satisfait, joints à cette timidité qui accompagne ordinairement la faiblesse, soient au nombre des bienfaits qu'une femme doive retirer de son éducation. Supposer que tel est l'idéal de l'autre sexe, est se méprendre gravement.

Que les hommes ne se sentent pas attirés vers les femmes au type masculin : j'en conviens. Qu'une certaine faiblesse relative, qui semble demander la protection d'une force supérieure, soit un élément d'attraction : je le reconnais. Mais que cette faiblesse devienne maladive : elle représente aussitôt un élément de répulsion. La sédentarité et la mauvaise santé qui en résulte nuisent au bien-être des femmes et ont une répercussion fatale et déplorable sur leur vie personnelle et sur l'avenir de la race. Négliger son développement corporel est un moyen détestable pour rendre une femme agréable et la préparer à son rôle de mère. La perfection corporelle fait tous les jours naître des passions irrésistibles, et l'on a rarement vu l'absence des qualités physiques susciter de pareils sentiments.

Je vais plus loin, et j'ajoute : sur les femmes, l'absence d'exercice a des conséquences pires, si c'est possible, que sur les hommes, car la fin suprême de la femme est le mieux-être de la postérité. Elle ne peut l'assurer que par les dons naturels que lui confère une santé parfaite. Elle n'acquiert celle-ci que par une hygiène comportant, au premier rang de ses pratiques, le mouvement de l'exercice physique.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIOLOGIQUES DE LA FEMME. — La femme doit-elle recourir aux mêmes méthodes sportives que l'homme ou adopter d'autres moyens spécialement adaptés à ses ressources physiques ?

Nous sommes de ceux qui pensent qu'il faut, en cette matière, tenir compte des différences physiologiques et psychologiques qui séparent les deux sexes.

Toutefois, jusqu'à l'âge de sept ou huit ans, les indications hygiéniques de l'exercice sont les mêmes pour les filles et les garçons. Mais, dès la onzième ou la douzième année, des différences apparaissent, qui s'accentueront de plus en plus jusqu'à l'âge adulte.

Les filles sont **handicapées au point de vue du développement musculaire** ; elles ne doivent pas rechercher les exercices qui demandent un certain déploiement de force. La puissance de leurs muscles, mesurée au dynamomètre, ne représente guère que les deux tiers de celle de l'homme. Voici les évaluations moyennes de Quételet qui a fait des milliers d'observations. Il s'agit de la force des masses musculaires lombaires.

AGE	FEMME	HOMME	AGE	FEMME	HOMME
6 ans	»	20	17 ans	64	126
7 »	»	27	18 »	67	130
8 »	24	33	19 »	67	132
9 »	30	40	20 »	68	138
10 »	31	46	21 »	72	146
11 »	37	48	25 »	77	155
12 »	40	51	30 »	77	154
13 »	44	69	40 »	»	122
14 »	50	81	50 »	59	101
15 »	53	88	60 »	»	93
16 »	59	102			

Il faut écarter de l'éducation physique de la jeune fille les exercices qui ne visent qu'au seul développement des muscles. Ils seraient, à la longue, non seulement inutiles, mais dangereux.

Les femmes ne devraient point établir des records athlétiques. Les résultats qu'elles obtiennent ne sont, en aucun cas, comparables aux records masculins.

C'est ainsi qu'elles ne dépassent pas au saut en longueur avec élan, 4 m. 60. C'est un peu plus de la moitié de la distance franchie par un sauteur. La même proportion s'observe pour le saut en hauteur.

Les femmes ont également une **vitesse moindre**. Les championnes mettent 12″ pour franchir en course de vitesse la distance que les champions parcourent en 10″. En réalité, les femmes doivent se contenter d'une simple initiation athlétique. Il faut leur déconseiller l'athlétisme, dans tous les cas où il est pratiqué en compétition, suivant le code olympique actuel. Les efforts exigés dans de telles conditions surpassent en général les ressources physiologiques de la femme. Il y aurait lieu d'étudier pour elle un code sportif spécial, en tenant compte de ce fait que sa force musculaire moyenne est environ les deux tiers de celle de l'homme.

Enfin, la **capacité respiratoire de la femme** est nettement inférieure à celle de l'homme. Alors qu'elle s'élève, en moyenne, à 3 litres 500 chez ce dernier, elle n'atteint que 2 litres 700 chez la première. Voici, d'après le Dr Mac Auliffe, qui a fait de la spirométrie, chez la femme française, une étude spéciale, quelle est la capacité spirométrique moyenne des femmes de notre pays, en tenant compte de leur taille. Ces résultats ont été obtenus à la suite de mensurations ayant porté sur 423 femmes françaises groupées par tailles de cinq en cinq centimètres.

Tailles de cinq en cinq centimètres.	*Capacité spirométrique*
1 m. 38 à 1 m. 42.....	1 l. 800
1 m. 43 à 1 m. 47.....	2 l. 150
1 m. 48 à 1 m. 52.....	2 l. 400
1 m. 53 à 1 m. 57.....	2 l. 600
1 m. 58 à 1 m. 62.....	2 l. 700
1 m. 63 à 1 m. 67.....	2 l. 900
1 m. 68 à 1 m. 72.....	2 l. 900
1 m. 73 à 1 m. 77.....	3 l. 150
1 m. 78 à 1 m. 82.....	3 l. 200

D'après le Dr Mac Auliffe, la capacité vitale ou spirométrique féminine croît, en moyenne, avec la taille. Mais la capacité vitale peut s'accroître encore alors que la taille a acquis son complet développement. A ce propos, cet auteur a établi la statistique suivante :

Femmes de 21 à 25 ans.....	2 litres 740
— de 26 à 35 ans.....	2 litres 770
— de 36 à 45 ans.....	3 litres 740.
— de 46 à 50 ans.....	2 litres 300

Les capacités vitales élevées s'observent surtout chez les campagnardes et dans la classe riche des villes. Les spirométries de faible valeur sont observées le plus souvent dans la classe pauvre des villes. Le milieu atmosphérique pauvre et les conséquences d'une vie réduite qui retentissent sur l'ensemble de l'organisme sont les principales causes de ces poitrines étroites dont la capacité est faible. Enfin, les spirométries de valeur très faible caractérisent aussi les femmes âgées. Il importe enfin de savoir que, pour les femmes françaises d'une taille supérieure à 1 m. 48, une spirométrie inférieure à 2 litres 350 est, 80 fois sur 100, d'un mauvais pronostic. Beaucoup de femmes à très faible spirométrie sont prédisposées à la tuberculose.

Il résulte de l'étude du Dr Mac Auliffe que la capacité pulmonaire augmente chez la femme jusqu'à 35 ans et au delà. Or, combien de jeunes filles, devenues femmes, négligent les exercices physiques nécessaires au maintien de la capacité pulmonaire vitale, si utile ! On doit déduire de cet accroissement de la surface pulmonaire absolument manifeste, au delà même de la trentaine, la nécessité des exercices physiques et de la vie au grand air même chez la femme mariée et multipare.

Toutefois, il faudra prendre des précautions, surveiller les exercices pour qu'ils n'atteignent jamais l'importance de ceux de l'homme dont la capacité pulmonaire vitale est beaucoup plus grande. Il importe de ne rien exagérer. Les statistiques établissent que les femmes de spirométrie élevée sont parmi les plus robustes et les plus fécondes.

Enfin, une dernière précision : il convient de ne jamais soumettre à l'entraînement ou à des exercices physiques intenses, les femmes dont la valeur spirométrique est inférieure à 2 litres 350. Ce sont pour la plupart des malades qui doivent toujours être soumises à un examen médical très attentif.

D'autre part, comme il est prouvé que les femmes de très faible valeur spirométrique sont en général définitivement tarées à l'état adulte et qu'elles sont issues surtout des classes pauvres, il apparaît de plus en plus nécessaire de fournir régulièrement aux enfants des villes, le plus tôt possible, par des sorties hebdomadaires surveillées à la campagne, par le « camping », par les colonies de vacances, à la montagne, à la mer, l'air pur indispensable aux oxydations relativement plus importantes, comme chacun sait, chez l'enfant que chez l'adulte.

Pour toutes ces raisons auxquelles leur caractère physiologique donne une haute valeur, il résulte qu'appliquer sans précautions à la femme les méthodes d'éducation physique réservées à l'homme et viser à son développement musculaire comporte une part d'erreur.

Au moment de la puberté, tandis que le garçon recherche d'instinct les occasions de produire des efforts musculaires intenses, la jeune fille devient, au contraire, plus calme et plus réservée. Son éducation physique doit se contenter d'être essentiellement « hygiénique ».

Les efforts intenses ne lui sont point salutaires. Ils la fatiguent. Sont-ils prolongés, ils finissent par ruiner sa santé. Les fonctions spéciales qu'une femme doit subir et remplir sont incompatibles avec un travail musculaire intense.

On doit écarter de l'éducation physique de la jeune fille les exercices qui ne visent qu'au développement des muscles. Ils seraient, à la longue, non seulement inutiles, mais dangereux. Les formes de la femme sont enveloppées d'une certaine quantité de graisse qui leur donne leur apparence arrondie caractéristique et les différencie des formes masculines à reliefs musculaires plus accentués. Cette graisse est une réserve alimentaire générale prévue par la nature pour subvenir aux besoins supplémentaires engendrés par les maternités à venir. Il faut se garder de la faire disparaître, de l'épuiser en sollicitant un développement musculaire athlétique.

D'autre part, il ne faut pas moins éviter de la laisser s'accumuler en ces hypertrophies qui empâtent, déforment, alourdissent et aboutissent à de graves et à de douloureuses infirmités.

La femme n'est point construite pour lutter, mais pour procréer. Il convient que, chez elle, les exercices développent surtout les régions dont il est

souhaitable d'augmenter l'ampleur, c'est-à-dire la moitié inférieure du corps.

Appliquer aux jeunes filles les exercices qui tendent à concentrer le travail dans la région supérieure du corps serait une erreur au point de vue de la correction des formes féminines.

La marche, la danse, le saut à la corde, les jeux de raquette (paume, volant, tennis), le port en équilibre sur la tête de fardeaux légers, l'aviron et la natation, l'escrime qui ne donne en définitive aux bras qu'un travail modéré et met surtout en action les muscles du bassin, demeurent les principaux exercices propres à la femme.

MÉTHODES ACTUELLES D'ÉDUCATION FÉMININE. — Si je voulais tracer un tableau de nos tendances éducatives, au point de vue féminin, je devrais à l'heure actuelle étudier :

La gymnastique harmonique de Mme I. Popard ;

La gymnastique chorégraphique de Mlle Ronsay ;

La gymnastique rythmique de Jacques Dalcroze ;

La gymnastique rythmique hellénique de R. Duncan ;

La gymnastique danse de Mlle Kintzel ;

La gymnastique artistique et rationnelle de Mlle Dissart.

Je m'excuse de ne citer que ces méthodes. L'énumération est incomplète, mais le titre de chacune d'elles nous fait comprendre l'orientation actuelle vers la formation physique de la femme par la danse et le rythme.

Le docteur Tissié, le fondateur de la Ligue française d'éducation physique, a appliqué aux institutrices de l'Ecole normale de Pau la méthode de gymnastique suédoise de Ling. Il prétendait qu'elle était la meilleure, parce qu'elle est scientifique, rationnelle, une, simple et attrayante par la multiplicité et la diversité même des mouvements ; en cela elle est éclectique au sens exact du mot, mais elle réclame des maîtres à sa hauteur, pour son application. Elle fortifie les faibles, elle exalte les forts par un juste dosage de l'effort à produire. Elle répond aux besoins des deux sexes, à ceux de tous les âges, elle est douce avec l'enfant et le vieillard, elle est énergique avec l'adulte. En disciplinant le mouvement, elle discipline la pensée.

Hébert s'est orienté également vers l'éducation physique féminine et enfantine. Sa méthode ne ressemble en rien à celle que préconisa Tissié, mais elle n'est pas moins bonne.

Parlerai-je de l'étranger ? A l'institut supérieur d'éducation physique de Turin, Mlle Faccio et le Dr Giuseppe Monti ont fait des merveilles. En Angleterre, Miss Bettina Hart en fait aussi en professant la callisthénie.

La gymnastique féminine que je préconise ici ne s'inspire que de la physiologie et de l'expérience. Elle se garde d'être un dogme. Elle vise seulement à être efficace, simple et accessible à toutes. Elle varie ses procédés et ses moyens, selon l'état du développement organique et les conditions de santé de chaque personne ; elle s'adapte enfin aux constitutions les plus différentes.

Ce que l'exercice doit procurer aux femmes, c'est, avant toute chose, la

santé et l'équilibre physiologique. C'est ensuite l'entretien et la prolongation de l'aspect juvénile. Toutes ne peuvent point être belles au sens morphologique du mot ; mais toutes peuvent, du moins, acquérir et conserver longtemps, dans leur démarche, la grâce, la souplesse et la légèreté qui caractérisent l'allure de la jeunesse.

La leçon d'éducation physique féminine. — *Groupement physiologique des élèves.* — Dans les établissements scolaires, la leçon n'aura pas lieu moins d'une demi-heure après un repas important. Sa composition sera la même pour les différents groupes d'élèves, mais la durée de ses différentes parties sera graduée suivant l'âge et la résistance de chacune d'elles.

Dans une réunion de fillettes et de jeunes filles, la première précaution du professeur d'éducation physique sera de constituer *des groupes homogènes.* Les enfants de même développement physique seront placées ensemble pour l'exercice. Dans chaque groupe, les plus faibles seront l'objet d'une attention spéciale afin que toute fatigue leur soit évitée. S'il est nécessaire, on les instruira à part. La fatigue ne saurait être la même pour toutes.

Le *groupement physiologique des élèves* est une nécessité. Il sera fait en tenant compte de la taille, du poids, de la capacité spirométrique, de la vitesse, du développement général et de l'état de santé habituel. Il conviendra de prendre également en considération l'état des progrès réalisés par l'élève et sa manière de se comporter pendant la leçon, au point de vue des réactions neuromotrices. Il est, en effet, des sujets rapidement perfectibles, et d'autres, au contraire, qui ne s'améliorent que lentement. Une sélection doit être faite en suivant les indications données par l'allure des progrès réalisés.

En principe, un premier groupe comprendra des fillettes âgées de moins de douze ans ; un autre, celles de douze à seize ans, et un troisième groupe, les jeunes filles de plus de seize ans. Ces démarcations sont moins une règle absolue qu'une simple indication. Il faut moins tenir compte de l'âge que de la valeur physiologique des enfants pour les classer dans le groupe qui leur convient.

Les exercices de la leçon devraient autant que possible avoir lieu en plein air, soit sur une aire parquetée, soit dans une cour, soit sur une pelouse. En cas de mauvais temps seulement, la leçon serait donnée dans les locaux fermés. Le sol sera de telle nature que les poussières qui peuvent s'en élever soient réduites au minimum.

Les élèves seront tête nue pendant la leçon, jambes nues sauf l'hiver, et chaussées d'espadrilles ou de petits chaussons à semelle souple. Elles n'auront pas de corset. Une combinaison ample, analogue au costume de bain de mer flottant, servira de vêtement de travail. Par un temps froid, et pour le travail au dehors, un chandail de laine sera porté sous la combinaison.

Une séance de trois quarts d'heure devrait être réservée chaque jour, par les jeunes filles, à l'éducation physique. Deux fois par semaine, le jeudi et le samedi, elle pourrait être un peu prolongée et consacrée à des jeux sportifs.

LEÇON AVEC ACCOMPAGNEMENT MUSICAL. — La leçon avec accompagnement musical (piano, disque de gramophone) comprendra quatre séries d'exercices :

a) *Des exercices d'assouplissement* qui agissent, en particulier, sur le système musculaire et sur l'ensemble des viscères contenus dans les cavités du corps. Ils améliorent la qualité de la fibre musculaire, développent sa force, combattent son atrophie et corrigent les mauvaises attitudes et les déformations de la taille. Ils font enfin jouer les articulations dans tous les plans.

b) *Des exercices d'équilibre* qui ont la propriété de perfectionner le fonctionnement des centres nerveux et d'imprimer aux mouvements la précision, l'exactitude et une sorte d'harmonie des gestes toujours proportionnée à leur but.

c) *Des exercices harmoniques* qui résultent de la combinaison des deux catégories précédentes de mouvements et ont pour résultat d'assurer la coopération exactement mesurée des muscles antagonistes.

d) *Une synthèse musicale* dans laquelle le maître s'attachera à susciter, par le geste harmonieux et mesuré, l'interprétation de sentiments divers. Dans cette partie de la leçon sera développée la cérébralité de l'élève et seront renforcés les liens qui unissent les centres nerveux à la partie motrice de l'être.

Les assouplissements doivent intéresser successivement les bras, les jambes et le tronc. Ils mettent en jeu, dans chacun de ces segments, les groupes musculaires divers ; la colonne vertébrale, les articulations des membres y acquièrent de la mobilité. Les muscles, notamment ceux de la paroi abdominale, en sont fortifiés et rendus plus élastiques.

Les mouvements doivent être exécutés d'une manière lente et atteindre toute l'amplitude compatible avec la structure même du corps humain. Il faut bannir les mouvements incomplets et saccadés, coupés d'arrêts brusques.

Une bonne leçon est donnée d'une manière continue, sans arrêts. L'élève se repose d'un mouvement par un autre mouvement, mettant en jeu, de manière active, d'autres groupes musculaires. Cette alternance du travail imposé aux différentes régions du corps constitue un moyen de repos relatif suffisamment efficace pour éviter la fatigue musculaire excessive qui résulterait certainement d'un travail répété longtemps aux dépens d'une même partie du corps.

La leçon devra être graduée en intensité, attrayante et disciplinée, dans une certaine mesure.

Tout exercice a un rythme d'exécution qu'il faut observer. Ce rythme apprendra aux élèves à doser utilement leur effort. Il les astreint toutes à accomplir, dans un laps de temps déterminé, une somme de travail sensiblement équivalente.

Il ne faut point marquer chaque mouvement d une façon sèche et scandée comme au métronome. La voix sera, au contraire, maintenue pour accompagner le mouvement et en préciser la durée. En suivant ces règles, on réalisera l'ensemble des mouvements.

La leçon doit débuter très doucement par une *mise en train* progressive qui dure de deux à quatre minutes.

L'intensité de l'exercice ira en augmentant d'une manière très lente. Le maximum de l'activité ne sera atteint que progressivement. On n'y maintiendra pas les élèves plus de quelques minutes. Après quoi, il conviendra de terminer la leçon par des exercices de moins en moins intenses qui *remèneront le calme* dans la circulation

et la respiration. Jamais une leçon ne devra se terminer par un exercice vif qui laisse les élèves en sueur ou essoufflées. C'est là une faute hygiénique grave. L'élève qui regagne son vestiaire ou va prendre une douche à l'issue de la leçon ne doit plus être en transpiration ; d'autre part, la respiration et la circulation doivent avoir recouvré le calme.

Leçon sans accompagnement musical. — Si le professeur ne dispose d'aucun accompagnement musical, la leçon d'éducation physique devra revêtir un tout autre caractère. Sa composition sera la suivante :

a) Mise en train. — Elle débutera par une mise en train composée de quelques-uns des exercices suivants que les élèves accompliront, placées sur un ou plusieurs rangs, suivant leur nombre.

1° *Marches diverses* :

Marche en avant, à reculons, latérale, oblique ;
Marche en flexion et en extension ;
Marche sur la pointe des pieds et sur les talons.

2° *Mouvements d'assouplissement des bras accomplis en marchant* :

Mouvements de flexion et d'extension des divers segments du membre ;
Mouvements de circumduction des bras autour de l'épaule ;
Abduction des bras ;
Projection de l'avant-bras en avant, en arrière et latéralement.

3° *Mouvements d'assouplissement des jambes* :

Flexion de la cuisse sur le bassin ;
Extension de la jambe sur la cuisse fléchie ;
Mouvements d'adduction, d'abduction, de rotation en dedans, de rotation en dehors, de circumduction.

4° *Mouvements d'assouplissement du tronc et de la tête* :

Flexion du tronc et de la tête ;
Extension du tronc et incurvation en arrière avec ou sans appui des mains contre une paroi verticale ;
Inclinaison latérale du tronc à droite et à gauche ;
Circumduction du tronc autour de l'articulation sacro-lombaire, les bras étendus en croix ;
Rotations et inclinaisons de la tête.

5° *Mouvements dyssymétriques* :

Simultanément, élévation horizontale d'un bras et verticale de l'autre bras ;
Circumduction des bras en sens inverse ;
La mise en train sera vive par temps froid ou humide : lente, au contraire, par temps chaud. Elle ne durera que quelques minutes. Elle a pour but de mobiliser les articulations, de faire jouer les muscles et de les pré-

parer aux exercices de la leçon proprement dite. Les mouvements se succéderont sans arrêt. Ils seront, selon l'expression de Demeny, continus et arrondis. L'élève passera de l'un à l'autre sans interruption, se reposant en quelque sorte de l'un par l'autre. Dès le début, le maître visera à obtenir la perfection de l'attitude et la grâce des gestes.

b) Leçon proprement dite. — A la mise en train succédera la leçon proprement dite. Celle-ci comprendra une suite de mouvements se rapportant à chacun des sept exercices suivants : la marche, la course, le saut, le grimper, le lever et le porter, le lancer, le groupe des actes de défense.

Le maître ne donnera jamais une description verbale des mouvements à exécuter. Il aura sans cesse recours à l'imitation et dira simplement aux élèves : « Faites comme moi. » Lorsque les exercices comporteront un rythme, le maître pourra compter, mais il ne manquera pas de faire varier le rythme à plusieurs reprises.

Les mouvements de la leçon proprement dite pour les filles devront être les suivants :

1° *Mouvements ayant trait à la marche* :

Marche sur la pointe des pieds ou sur les talons ;
Marche en avant, à reculons, latérale ou oblique ;
Marche à grandes enjambées ;
Marche selon des cadences diverses (lentes, rapides) ;
Marche ascendante et descendante ;
Marche en flexion très accusée ou en extension.

Le maître veillera à ce que les mouvements des bras se coordonnent harmonieusement avec ceux des jambes.

2° *Mouvements ayant trait à la course* :

Sautillement d'une jambe sur l'autre, en avant, en arrière, latéralement.
Courir, s'arrêter brusquement, repartir ;
Série de bonds en avant, en arrière, latéralement ;
Saut à la corde, en variant la cadence ;
Quelques foulées sur un terrain horizontal, ascendant ou descendant ;
Etude du passage du témoin dans une course relais ;
Course de 30 à 60 mètres suivant l'âge.

3° *Mouvements ayant trait au saut* :

Sautillements sur place, les jambes à demi fléchies, avec balancement coordonné et élévation verticale des bras ;

Sautillements sur place, en avant, en arrière, latéralement ;

Elévation sur la pointe des pieds suivie aussitôt de flexion des jambes avec élévation des bras, ainsi qu'il se produit lors de l'arrivée au sol, à la fin d'une chute ou d'un saut sur place ;

Sauts divers en hauteur, avec ou sans élan, de face et de côté ;
Saut en longueur avec ou sans élan.

Jusqu'à 13 ans, les élèves se contenteront de sauter en hauteur des obstacles égaux ou inférieurs à 0 m. 65 ou de franchir 2 m. 75 en longueur.

Plus tard, il ne sera dans aucun cas nécessaire de faire sauter aux jeunes filles plus de 0 m. 90 en hauteur ou 3 m. 25 en longueur.

4° *Mouvements ayant trait au grimper* :

Suspension à une barre horizontale par les mains et flexion des avant-bras sur les bras ;

Suspension à une barre horizontale par les mains et translation en avant et en arrière ;

Grimper à une ou deux perches, à une ou deux cordes parallèles, avec ou sans le secours des jambes ;

5° *Mouvements ayant trait au lever et au porter* :

Faire charger par chaque élève un sac de sable pesant le cinquième, ou, au plus, le quart de son poids, sur les bras, sous un bras, sur une épaule, sur la nuque, sur la tête, et accomplir un certain trajet à diverses allures avec ce fardeau (de 10 à 30 mètres suivant l'âge);

Porter en équilibre sur la tête, d'un point à un autre et à diverses allures, un objet d'un poids de 2 à 6 kilogrammes, suivant l'âge. Revenir au point de départ sans s'être déchargé du poids ;

Jeu de passe-passe avec le ballon, en colonne, par-dessus la tête ou de côté.

6° *Mouvements ayant trait au lancer* :

Circumduction des membres supérieurs droit et gauche ;

Jonglage individuel ou collectif avec une, deux ou trois balles de 40 gr. environ, le corps demeurant d'abord immobile, puis se déplaçant ;

Lancer alternativement avec chaque bras une série de balles sur une cible d'un mètre de diamètre, placée à une distance variant de 6 à 12 mètres suivant l'âge ;

Marcher ou courir en faisant rebondir la balle à terre et en la rattrapant d'une main, puis de l'autre ;

— Sautiller en lançant la balle en l'air et en la rattrapant.

Le jonglage à l'aide de mils ou massues de bois ayant la forme de bouteilles à long col, pesant chacune de 500 grammes à 1 kilogramme, est un exercice de premier ordre. Par lui, les élèves acquièrent en peu de temps une vitesse et une précision des mouvements de bras peu commune. Je donne très nettement la préférence aux mils sur les haltères, parce qu'ils permettent des mouvements articulaires extrêmement étendus et circulaires.

7° *Mouvements ayant trait à des actes de défense* :

Les élèves, groupées deux à deux, se livrent à des exercices d'opposition variés, de face, de dos, latéralement, par l'intermédiaire des bras.

Mouvements successifs de répulsion et de traction.

Répulsion à la perche, par équipes ou deux à deux.

Traction à la corde, par équipes ou deux à deux.

Ces mouvements devront se succéder sans arrêt et être accomplis sans brusquerie, sans raideur, mais aussi sans mollesse.

Pendant toute la leçon, le maître exigera des élèves la souplesse ; il proscrira les mouvements secs et anguleux et veillera à ce que les mouvements soient continus et se succèdent sans interruption et sans effort. Leur succession sera attrayante si le maître sait prélever dans chaque catégorie d'exercices un ou deux mouvements choisis, de manière à faire travailler, successivement, la partie supérieure et la partie inférieure du corps.

c) Retour au calme. — Lorsque la série des mouvements ayant trait aux sept exercices fondamentaux sera terminée, la leçon touchera à sa fin. Elle s'achèvera par des évolutions rythmées, une danse et une marche lente pendant laquelle on aura recours à quelques exercices respiratoires d'inspiration et d'expiration profondes. On terminera enfin par un chant.

Température extérieure. — Ablutions. — Effets de la leçon. — Il conviendra de tenir le plus grand compte de la température extérieure et du temps qu'il fait pour conduire judicieusement une séance d'exercice physique. Plus il fera froid, plus les mouvements seront intenses et conduits selon un rythme soutenu. La grande chaleur incitera, au contraire, à la modération.

La leçon devra toujours être suivie de soins de propreté : ablution ou douche. On habituera les élèves à éponger soigneusement leur corps avec une serviette copieusement imbibée d'eau. Chaque fois qu'on le pourra, on leur fera prendre une douche tiède.

La leçon comprise ainsi que nous venons de le dire suffit à assurer à celles qui l'accomplissent chaque jour un développement corporel accompli et, plus encore, une bonne santé. Toutefois, lorsque les élèves seront groupées en assez grand nombre, il sera bon de réserver une place aux jeux et aux sports individuels et collectifs. Ces exercices représentent un moyen très efficace de perfectionnement physique, intellectuel et moral. Il faut les encourager chez les jeunes filles parce qu'ils développent le sens musculaire, l'imagination, le raisonnement, la persévérance, l'esprit de décision et le goût de l'effort.

Pendant les deux séances que nous souhaitons voir consacrer chaque semaine aux jeux et aux sports, il faudra adopter, de préférence, les exercices qui utilisent les mouvements naturels du corps et auxquels les jeunes filles se trouvent instinctivement portées. Toutes, du premier coup, sont capables d'y prendre part et d'en tirer profit. Celle qui ne sait pas très bien jouer perd la partie, mais gagne toujours les bénéfices hygiéniques du jeu. Celle qui court mal arrive la dernière au but, mais elle n'a pas moins de profit que la première ayant accompli le même travail musculaire qu'elle.

Faites exécuter par l'enfant des exercices qui sollicitent à la fois un grand nombre de muscles. Cette activité généralisée accélère le pouls et la respiration. Une plus grande quantité d'oxygène est introduite dans le sang ; les

fonctions de la nutrition en reçoivent un surcroît d'énergie ; les résultats généraux de l'exercice se font sentir dans toutes les parties du corps.

Le but de l'éducation physique se confond chez l'enfant avec celui de l'hygiène. Il comporte bien moins le développement des muscles que la croissance régulière des organes et l'équilibre des fonctions.

JEUX ET SPORTS QUI CONVIENNENT AUX FEMMES. — Voici les jeux et les sports qui paraissent le mieux s'adapter aux aptitudes spéciales de la fillette, de l'adolescente et de la femme faite.

I. *La ronde*, pour les toutes petites. — La sottise proverbiale des paroles et la niaiserie des motifs musicaux de certaines rondes en éloignent les parents et les maîtres qui ne consentent plus guère à les faire exécuter par les enfants.

Pour les toutes petites, rien ne vaut cependant ce genre d'exercice qui met en action tous les membres, fortifie la fonction respiratoire, assouplit la voix, habitue l'oreille au rythme et à la cadence musicale. Les maîtres ne laisseront pas les enfants chanter faux.

Où trouver les textes et les motifs musicaux nécessaires ? On n'aura que l'embarras du choix en feuilletant : *Vieilles chansons et rondes pour les petits enfants*, éditées par Plon. Ch.-M. Widor n'a pas jugé indigne de son talent d'écrire les accompagnements, et M.-B. de Monvel a fort intelligemment illustré le recueil. Un autre ouvrage du même genre s'adresse surtout aux enfants entre la neuvième et la douzième année. Ce sont les *Nouvelles chansons et rondes enfantines* avec accompagnement par J.-B. Weckerlin.

A cause de la transmission orale de la chanson populaire et surtout des chansons d'enfants, le texte et la musique subissent souvent de fréquentes altérations. Dans les deux recueils que je signale ici les auteurs ont fait de leur mieux pour donner les textes les plus anciens, les plus corrects et les plus authentiques.

Je garderai toujours le souvenir d'une formidable ronde de plus de cent cinquante danseurs et danseuses à laquelle j'assistai en Bretagne. Il ne s'agissait plus d'enfants, mais d'hommes faits et de femmes dont l'entrain était extraodinaire. Ils prirent à cette ronde une dose d'exercice et de mouvement que ne leur eût pas donnée la partie de ballon la plus vivement conduite.

II. *Le saut à la corde*. — Cet exercice, qui fait sourire beaucoup de personnes, est parmi les meilleurs. L'échelle de son dosage est si étendue qu'il convient à tous les âges ; aux deux sexes, à l'athlète comme au convalescent.

Suivant son rythme, il équivaut à tous les modes de marche. Il est d'usage courant parmi les boxeurs à l'entraînement. Pratiqué à une allure rapide, à l'aide de cordes légères, il peut équivaloir à une course de vitesse. Enfin, le sens dans lequel on fait tourner la corde détermine soit le travail prépondérant des muscles extenseurs, soit celui des muscles fléchisseurs des membres supérieurs.

Il est une façon économique de sauter qui consiste à soulever légèrement les deux pieds, d'un même mouvement, au passage de la corde ; mais il en est une autre dans laquelle les deux pieds frappent alternativement le sol cinq ou six fois entre chacun de ces passages. Les mouvements des jambes peuvent s'accompagner de déplacements variés du corps en avant ou latéralement.

Ce n'est que progressivement, par la répétition quotidienne, que l'on parvient à sauter à la corde pendant plusieurs minutes de suite, sans arrêt. Ce faisant, on fortifie en particulier les muscles des membres inférieurs, la fonction cardiaque, la fonction respiratoire et les muscles de la paroi abdominale contractée pour résister à la poussée des viscères lors de chaque retombée sur le sol.

C'est un exercice très efficace pour donner aux fillettes et aux jeunes filles une

bonne poitrine et un cœur résistant. Je n'en connais pas qui soit plus économique, ni qui demande moins de place. Ces arguments, à défaut d'autres, devraient en favoriser la diffusion dans les lycées, les institutions et les familles.

III. *Le chat et la souris.* — Les joueuses disposées en cercle, sur un rang, se tiennent par la main, les bras horizontaux. L'une d'elles, désignée pour être « la souris », tourne autour du cercle en courant et frappe doucement l'une des joueuses qui devient alors le « chat ». Celui-ci se met aussitôt à la poursuite de la souris qui court à l'intérieur et à l'extérieur du cercle en décrivant des sinuosités autour des autres joueuses. Le chat poursuit la souris en courant exactement sur ses traces. L'attrape-t-il ? Il devient souris ? L'ancienne souris rentre dans le rang et la nouvelle choisit son chat.

Lorsque après un nombre de tours fixés d'avance (trois ou quatre) le chat n'a pas réussi à prendre la souris, il regagne sa place et la souris fait choix d'un autre chat comme précédemment.

Ce jeu a l'inconvénient de ne faire mouvoir activement que deux joueuses à la fois ; les autres gardant une immobilité relative. Il convient que le chiffre des joueuses ne dépasse pas la douzaine, de manière à les faire courir toutes. Il s'agit là d'un jeu d'été en raison de l'immobilité relative du plus grand nombre de celles qui y prennent part.

IV. *Le touche-ballon.* — Les joueuses, au nombre de douze à vingt, se placent sur un cercle de six à huit mètres de diamètre et font face au centre. Une des joueuses est au milieu du cercle et essaie de toucher le ballon que les autres joueuses se passent de main en main ou se jettent d'un point à l'autre du cercle. Quand la joueuse isolée réussit à toucher le ballon, sa place est prise dans le cercle par la dernière joueuse qui a lancé le ballon avant qu'il ne soit touché.

V. *L'esquive-ballon.* — Les joueuses, au nombre de vingt à quarante, se divisent en deux groupes sensiblement égaux. Les unes se placent sur un cercle de huit à dix mètres de diamètre. Les autres sont à l'intérieur du cercle. Les joueuses qui se trouvent sur le cercle doivent essayer de toucher celles qui sont dans le cercle en leur jetant un ballon rond, mais sans pénétrer dans l'enceinte du cercle. Chaque fois qu'une joueuse placée à l'intérieur du cercle est touchée par le ballon, elle vient prendre place sur le cercle et coopère à la chasse au ballon de celles qui demeurent au centre. Quand toutes celles-ci ont été touchées, le jeu recommence, mais celles qui avaient pris place sur le cercle au début de la partie précédente passent à l'intérieur.

VI. — *Le passe-ballon.* — Les joueuses forment deux camps. Dans l'un et l'autre, elles sont disposées sur une ligne à la file indienne. Un ballon est remis à la joueuse qui se trouve être la première de chaque file. Au commandement le ballon doit être transmis à bout de bras, de mains en mains, sur les têtes, avec le maximum de promptitude. Le camp qui a transmis le ballon le plus rapidement d'un bout à l'autre de la file a gagné.

On peut prolonger ce jeu de la manière suivante :

Lorsque le ballon arrive à la dernière joueuse de la file, celle-ci court avec le ballon se placer en tête de la file, et le jeu continue ainsi jusqu'à ce que la joueuse qui était la première de la file, au commencement de la partie, soit revenue dans cette position.

Au lieu d'un ballon, les joueuses peuvent se passer un autre objet : un sac de sable, par exemple. Dans ce cas le passage ne se fait plus sur les têtes, mais latéralement.

VII. *Le relai des quilles.* — Les enfants sont groupées en plusieurs équipes de cinq à douze joueuses. Celles-ci, dans chaque équipe, s'alignent les unes derrière les

autres, devant une ligne de départ. Vis-à-vis de chaque file de joueuses ont été tracés sur le sol deux petits cercles mesurant un mètre de diamètre. L'un est situé à quarante mètres de la ligne de départ, l'autre à cinq mètres seulement. Une quille se trouve dressée dans chacun des cercles les plus proches de la ligne de départ. Au signal donné, la première joueuse de chaque équipe court à la quille qui lui fait face, la saisit et la porte dans le cercle le plus éloigné où elle la place debout, puis elle revient à la ligne de départ et la suivante part, va saisir la quille et la rapporte dans le premier cercle.

Le jeu se poursuit ainsi jusqu'à ce que toutes les joueuses de chaque équipe aient couru. L'équipe qui a terminé la première a gagné le relai.

VIII. *Le panier rempli.* — Les joueuses sont placées sur une ligne de départ. En face de chacune d'elles, de cinq à dix pommes de terre sont placées sur le sol, de quatre mètres en quatre mètres, perpendiculairement à la ligne de départ. Une corbeille est aux pieds de chaque joueuse. Au signal donné, chaque joueuse doit aller ramasser une pomme de terre à la fois et la mettre dans la corbeille jusqu'à ce que toutes les pommes de terre qui sont en face d'elle y soient réunies. La joueuse qui a, la première, rempli sa corbeille, a gagné la partie.

IX. *La course au fardeau.* — Par groupes de cinq, les joueuses portant en équilibre sur leur tête une cruche, un cube de bois ou un sac de sable doivent atteindre une ligne de but située à quarante mètres et revenir sans renverser la cruche ni s'aider des mains pour la maintenir en équilibre. Ce jeu est excellent pour donner la grâce de l'allure et redresser les colonnes vertébrales déviées par la sédentarité ou les mauvaises attitudes scolaires. Le poids du fardeau porté sur la tête doit égaler environ le cinquième du poids du corps de la porteuse.

X. *Le saut en ligne.* — Les enfants se placent les unes derrière les autres, et, s'il est nécessaire, forment plusieurs groupes égaux en nombre. Deux joueuses, tenant chacune par un bout une corde, viennent se placer de part et d'autre et en avant de chaque colonne. A ce signal donné, elles courent le long de chaque groupe, obligent ainsi les joueuses à sauter la corde tenue par elles et qu'elles promènent très rapidement à hauteur des jambes de leurs compagnes.

Quand toutes les joueuses ont sauté, l'une de celles qui tiennent la corde reste en queue de colonne et lâche la corde ; l'autre revient rapidement en tête et continue le jeu, cette fois avec la joueuse qui est la première en tête de la colonne et qui, sans perte de temps, a saisi l'extrémité libre de la corde. La partie est gagnée par le groupe qui a fait passer le premier toutes les joueuses au maniement de la corde.

XI. *Le manchot debout.* — Les jeunes filles croisent les bras sur la poitrine, se couchent sur le dos et se relèvent sans se servir des coudes ou des mains et sans se retourner la face contre terre.

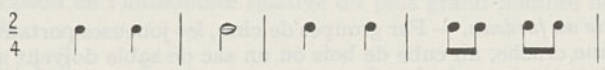
XII. *Jeux sensoriels et d'attention.* — Nous ne faisons à peu près rien pour développer l'acuité des organes des sens chez nos filles. Et pourtant, de leur intégrité et de leur perfection, dépend en grande partie leur activité. Placez des objets variés sous une couverture ; découvrez-les un instant devant les enfants placées en ligne et interrogez-les aussitôt sur ce qu'elles ont vu.

Convenez qu'à un coup de sifflet, tout le monde saute, et qu'à deux coups de sifflet personne ne doit bouger. Au premier coup de sifflet simple, les élèves sautent à peu près toutes. Au coup de sifflet couplé, quelques-unes sautent encore. Après une courte série de coups de sifflet simples ou couplés, se succédant dans un ordre irrégulier, la confusion des mouvements est généralement complète. Chez la plupart des élèves, les sensations auditives ont perdu toute leur netteté et leur exécution des mouvements ordonnés par le cerveau mal informé s'en ressent.

Nous ne faisons pas assez jouer nos filles à *Colin-Tampon*, qui aiguise leur acuité auditive, et à *Colin-Maillard* qui exerce le sens du toucher. Ce sont des jeux récréatifs à réserver pour le repos à l'ombre, pendant les chaudes après-midi d'été.

Les jeux-types que je viens de décrire succinctement sont parmi les meilleurs de ceux qui conviennent aux filles. On peut recourir à beaucoup d'autres jeux dont je me contenterai d'énumérer ici les principaux : les quatre coins, les petits paquets, le chat perché, l'épervier, le loup et l'agneau, tous les jeux de poursuite, la paume à la main nue, etc.

XIII. *La danse.*—La danse est, pour la femme, l'exercice qui couronne le mieux tous les autres. Elle ne saurait être à elle seule un système complet d'éducation physique. Elle ne doit pas être confondue avec la rythmique, telle que Dalcroze l'enseigne. Il ne s'agit pas seulement, dans ce dernier cas, d'exécuter, comme dans la danse, des mouvements correspondant d'une façon parfaite aux durées relatives des sonorités ; il faut aussi proportionner l'intensité des mouvements aux nuances musicales « piano », « forte », « crescendo », « decrescendo ». Supposons un rythme battu à deux temps et noté de façon suivante :



Les membres supérieurs feront, sans interruption, des mouvements d'élévation et d'abaissement pour marquer la mesure à deux temps ; en même temps, les membres inférieurs exécuteront deux pas moyens pour les noires, un grand pas fléchi pour la blanche et deux pas pour chacun des temps indiqué par les croches.

Mme Bagnoli a imaginé la gamme figurée, où un mouvement différent, établi une fois pour toutes, correspond à chaque note de la gamme. Dans cette méthode, l'élève doit reconnaître, chanter et indiquer les notes par les mouvements. Tout air entendu au piano est immédiatement transcrit par le corps qui, non seulement traduit chaque note par un geste correspondant, mais accuse les accidents, les valeurs et les intervalles.

Nous ferons un grave reproche à cette gymnastique rythmique essentiellement féminine, celui de développer à l'extrême l'émotivité sensorielle. Elle a, de plus, l'inconvénient d'être très fatigante pour les centres nerveux obligés de suivre pas à pas la musique, de faire une énorme dépense d'attention, pour disséquer en quelque sorte les sons, en connaître la charpente avant de les schématiser par des mouvements précis. C'est là un ingénieux procédé d'analyse musicale sur lequel se fonde une véritable méthode d'éducation physique.

XIV. *Jeux sportifs.* — J'arrive enfin aux jeux sportifs, qui seront toujours réservés aux élèves les plus grandes.

Tous les *jeux de raquette* (paume, volant, tennis) sont excellents pour les femmes. Je donne la première place au vieux jeu français de longue paume, joué avec des balles relativement légères et peu rebondissantes. Cet exercice admirable nécessite la mise en jeu, par une succession de détentes brusques, de toute la musculature. Il ne surmène jamais le cœur ni les poumons, car, entre chacune de ces détentes, est ménagé un temps de repos pendant lequel la balle vole vers le partenaire et revient à celle qui l'a d'abord lancée.

Le tir à l'arc est un jeu gracieux qui donne de l'adresse, de la précision et une bonne attitude.

Les Américains nous ont fait connaître deux jeux, le *volley-ball* et le *basket-ball* qui, tout en sollicitant l'action du corps dans son ensemble, exigent un effort plus spécialement localisé aux muscles extenseurs du tronc. Ces deux jeux, surtout le

volley-ball, comportent une attitude en extension et redressent les tailles déviées en fortifiant les masses musculaires dorso-lombaires.

La *natation* est un sport excellent que les femmes peuvent régulièrement et impunément pratiquer à partir de la seixième année. Exception est faite pour celles qui sont maladives, qui se réchauffent imparfaitement au sortir de l'eau froide, qui, en un mot, font mal la réaction. La natation est un sport excellent qui fait travailler tous les muscles, même ceux qui sont ordinairement peu sollicités à le faire.

L'*aviron* est un sport à recommander à toutes les jeunes filles sédentaires et respirant mal ou superficiellement. Mais il doit être pratiqué en attitude droite et correcte, sinon il devient une cause de voussure disgracieuse des épaules.

L'*escrime* qui ne donne, en définitive, aux bras qu'un travail modéré et met surtout en action les muscles du bassin, est un exercice propre au développement de la femme.

Le *hockey* tient une place honorable dans les jeux sportifs pratiqués par les Anglaises.

Le *golf* a les vertus d'une longue promenade au grand air ; il est surtout salutaire aux personnes d'âge mûr.

La Femme et les compétitions sportives. — En aucun cas, nous n'oserons soutenir l'utilité des *compétitions sportives* pour les femmes. Pas de courses de fond, pas de sauts en longueur, en hauteur ni en profondeur en vue de records, pas de lutte ni de boxe, même pas d'équitation pour les femmes, sauf pour les jeunes filles, et encore, à condition de s'en abstenir au moment de certaines indispositions périodiques.

Tout exercice qui s'accompagne de heurts, chocs et secousses est dangereux pour l'organe utérin. Rappelons-nous le vieil adage latin : *Tota mulier in utero.*

Tous les exercices sportifs sont permis à la femme, mais nous n'en restons pas moins résolument opposés aux exagérations dangereuses dans lesquelles pourrait se laisser entraîner le sport féminin.

Il faut être contre tous les vilains spectacles auxquels il peut donner lieu et qui le déconsidèrent aux yeux des profanes que nous voudrions précisément convertir. Nous sommes contre les bousculades du foot-ball féminin, contre les cross courus sous la pluie et dans la boue, contre les arrivées de courses qui voient la gagnante — quand ce n'est pas la dernière — s'écrouler sur le sol, pantelante. Et s'il y a dans de telles circonstances, des ennemis du sport féminin, je laisse aux esprits impartiaux le soin de décider où ils se trouvent.

L'athlétisme féminin est inutile parce que les jeux sportifs sont suffisamment nombreux, sûrs et attrayants pour produire le résultat que nous désirons, c'est-à-dire le relèvement de l'état physique des futures mamans et leur maintien dans leur meilleure forme.

Sachons que les organes de la femme sont excessivement sensibles à toutes sortes d'influences, notamment aux heurts et aux violences. Sans s'y exposer elles peuvent effectuer des exercices salutaires. Nous demandons aux mères d'engager leurs filles à faire de la gymnastique raisonnée, de les aider à créer des sociétés de culture physique féminine ou de faire partie de celles qui sont déjà fondées. Ce sera leur donner la possibilité de posséder une belle âme dans un corps harmonieusement développé.

Maurice Fabre (1) a étudié les sports chez la jeune fille et la femme. Il en a déterminé le choix et les limites d'emploi. Se basant sur une enquête qu'il a faite auprès de nombreux médecins gynécologues ou médecins sportifs,

(1) MAURICE FARE. Les sports chez la jeune fille et la femme. *Soc. Franç. de Gynécol.*, 6 octobre 1941.

sur les travaux parus en France et à l'étranger, et sur son expérience de gynécologue et de sportif, il a divisé les sports qui semblent devoir être permis à la femme en deux catégories :

a) ceux pour la pratique desquels la compétition n'est pas nécessaire : la natation, premier sport à pratiquer, l'aviron de promenade, le ski de promenade, en évitant les sauts, le patinage, et, en particulier, le patinage artistique ;

b) ceux qui nécessitent la compétition : le tennis, le basket-ball et le hockey.

Il s'est arrêté aux conclusions suivantes :

1° Dès le jeune âge, la femme doit pratiquer la culture physique, si sa santé le lui permet, ce qu'un examen médical général doit décider ;

2° A l'adolescence, après une pratique régulière de la culture physique et un examen médico-sportif, la jeune fille pourra être autorisée à s'adonner au sport ;

3° Le sport féminin ne pourra être qu'un sport d'amusement et de petite compétition. En aucun cas, les championnats féminins ne devront être tolérés ;

4° Le sport ne devra jamais être une entrave à l'accomplissement du devoir de maternité qui prime tous les autres, ni distraire la femme de son foyer.

Le souhait de Maurice Fabre, d'ailleurs corroboré par un vœu de la Société française de gynécologie, relatif à la suppression pure et simple des championnats féminins, n'a aucune chance d'être pris en considération. Mais ce qu'on pourrait requérir des pouvoirs publics, c'est une étroite surveillance médicale des championnes dans tous les clubs féminins.

Exercice physique et menstruation. — On s'est parfois demandé si la période menstruelle de la femme s'accommodait ou non de l'entraînement. H. Druost (1), qui a colligé tous les avis sur cette question, arrive aux conclusions suivantes : « Pratiqués d'une façon judicieuse, les exercices physiques et le sport ont, chez la femme, une heureuse influence, aussi bien sur l'ensemble de l'organisme que sur le fonctionnement des glandes génitales.

« Chez les jeunes femmes, en bon état de santé, dont les menstrues sont régulières et sans anomalie, une pratique convenable des exercices, en tout temps, ne saurait avoir aucune influence néfaste. Chez celles qui sont réglées anormalement, ou qui ont eu des fausses couches, ainsi que chez certaines primipares, la pratique des exercices sera subordonnée à un examen gynécologique.

« Nous ne croyons donc pas exagérer en affirmant qu'une femme bien portante, dont les règles ne présentent ni irrégularité, ni anomalie, puisse et doive pratiquer les exercices physiques, même pendant les règles, sous la réserve que cette pratique ne provoque aucune réaction thermique et n'im-

(1) H. Druost. Menstruation et éducation physique. *Thèse Nancy*, 1932.

pose à l'organisme, pendant la période menstruelle, nul effort supérieur à ceux qu'il a l'habitude de fournir.

« L'équilibre physique ainsi obtenu présente le double avantage de favoriser le développement des qualités esthétiques de la femme et d'entretenir chez elle la vigueur et la force de résistance dont elle a besoin pour assurer la bonne conservation de la race, qu'elle est chargée de perpétuer. » (H. Druost.)

Ces conclusions, quoique étayées sur une revue bien faite d'un certain nombre de travaux allemands de Duntzer et Hellendal (1), de Michaelsen (2), de Schoppe (3), de Schlesinger (4), de Deppe (5), ne répondent pas tout à fait à la réalité des faits. Dans l'immense majorité des cas, j'ai constaté, même chez les jeunes filles et chez les jeunes femmes bien réglées, que l'exercice le mieux surveillé, mais assez poussé pour produire des effets généraux : accélération du cœur, accroissement de la ventilation pulmonaire, moiteur de la peau ou sudation vraie, etc., perturbe toujours plus ou moins l'évolution normale des règles.

Mme Le Grand-Lambling (6) a apporté sur ce problème le résultat d'une enquête personnelle faite dans une société sportive féminine.

Sur 1367 sportives médicalement surveillées à la Société depuis 6 à 7 ans, on note :

1° 1123 sujets ne présentant aucune anomalie avant ou après la pratique des sports à la Société ;

2° 50 jeunes filles qui, s'étant mariées, n'ont plus été suivies ;

3° 104 sociétaires atteintes d'anomalies dans la durée des règles, d'irrégularités du cycle, ou de douleurs menstruelles.

Un questionnaire ayant été adressé à ces dernières, les réponses ont révélé :

1° que l'exercice physique n'a pas modifié les anomalies constatées ;

2° que parmi les jeunes filles qui pratiquaient le sport *sans compétitions*, on a noté 31 % d'améliorations et aucune aggravation chez les autres ;

3° que, parmi les jeunes filles pratiquant le sport en *compétitions officielles*, on a noté 38 % d'améliorations évidentes et aucune aggravation parmi les autres.

(1) Duntzer et Hellendal. Einwirkungen der Leibesübungen auf weibliche Konstitution, Gerburt, menstruation. *Munch. Med. Woch.*, 1er novembre 1929, vol. 44, pp. 1836-1838. — Leibesübungen und Menstruation. *Zentrbl. für Gyn.*, n° 1, 4 janvier 1930, pp. 29-35.

(2) Michaelsen. Menstruation und Leibesübungen. *Der Sportarzt*, vol. 4, 4 janvier 1930. — Die Frau und der sportliche Wettkampf. *Frau, turn, sport, tagungen*. Berlin, 1929, p. 52.

(3) Schoppe. Die Menstruation im Sport. *Sportmedizin*, juin 1929, pp. 14-22. — Die Frau und der Sportliche Wettkampf. *Frau, turn, sport, tagungen*, Berlin, 1929, p. 93.

(4) Schlesinger. Der Einfluss der Leibesübungen auf die Menstruation. *Zentrbl. Gyn.* 1928, n 43, p. 2758. — Der Einfluss der Leibesübungen auf die Menstruation. *Sportarzt*, vol. 5, n° 5, pp. 11-12. Leipzig, Teubner, 1929.

(5) Ch. Deppe. *Die Leibesübungen und der Arzt*. Dresden, Heilk, 1922. — Die Mutter und der Sport. *Frau, turn, sport tagungen*. Berlin, juin 1929, pp. 64-70.

(6) Le Grand-Lambl ng. Activités physiques et fonction menstruelle. Résultats d'une enquête personnelle dans une société sportive féminine. *Soc. franç. de gynécologie*. 12 avril 1943.

Cette enquête ne permet pas de conclure aux méfaits systématiques des compétitions. Elle révèle, d'autre part, l'action favorable des activités sportives sur certains troubles menstruels de la jeune fille.

Pour ma part, je déconseille systématiquement l'exercice à effets généraux, pendant les quatre jours qui correspondent au plein de la période menstruelle. J'autorise le jonglage, les assouplissements à mains nues, les exercices à contre-poids, les haltères légers, le medicine-ball et la machine à godiller ; ce sont des exercices journaliers d'entretien ; mais je proscris systématiquement les courses, les grands jeux, les efforts de lever et de porter, le punching-ball, la vitesse, les sauts, toutes les actions qui mobilisent l'ensemble de l'organisme et réagissent sur les grandes fonctions.

A mon avis pas une femme ne doit, pendant les règles, pratiquer, sans restrictions, les exercices un peu remuants. L'indisposition périodique crée une déficience passagère mais indiscutable qui se traduit par un état d'hypotonie générale. Un certain déséquilibre neuro-endocrinien et l'hypotension posthémorragique l'attestent, dans la majorité des cas. Au surplus, nous ignorons tout de l'influence exacte des exercices physiques sur la circulation locale des organes pelviens, pendant la menstruation (1).

Devons-nous considérer l'accélération du cours du sang consécutive à l'entraînement comme favorisant le processus physiologique de la menstruation ? Devons-nous au contraire la tenir pour nuisible ? Dans l'immense majorité des cas, la durée de la période a nettement été augmentée, quand les exercices pratiqués atteignaient une certaine intensité.

Ainsi que l'a dit justement H. Druost, la *période pubertaire* marque « pour la jeune fille une phase pénible du fait que l'organisme, comme d'ailleurs chez le sujet masculin, est en pleine évolution et tend à atteindre son développement normal le plus rapidement possible ; l'apparition concomitante de la fonction menstruelle est, en outre, chez la femme, l'occasion d'une déperdition d'énergie appréciable ».

J'estime qu'il est contre-indiqué de se livrer, pendant cette période, à des exercices à effets généraux, au moment de la menstruation.

Pendant la période *postpubertaire*, l'exercice doit être un simple adjuvant hygiénique destiné à préparer la femme à son grand rôle : la maternité.

Pour les dirigeants de clubs féminins — car c'est un fait paradoxal que la direction de nombreux clubs féminins soit assurée par un homme — j'ajouterai qu'aucune bonne performance sportive n'est réalisée pendant la menstruation. Il y a des exceptions à cette règle. Elles ont été rapportées par Schoppe, Michaelsen et Runge (2), mais que ne ferait pas une femme vigoureuse et bien entraînée pour faire triompher les couleurs de son club, au détriment parfois de sa santé ?

Pendant la *période prépubertaire*, au contraire, l'exercice est, pour l'immense majorité des filles, une nécessité. Il aide à l'apparition normale de la

(1) HOFFA. *Sport medizin*, août 1929, vol. I, nº 5, p. 1-8.
(2) RUNGE. Menstruation und Leibesübungen. *Deut. Med. Wochen.*, 7 décembre 1928, nº 49, p. 205. — Menstruation und Leibesübungen. *Sportarzt*, vol. V, nº 6, p. 12.

menstruation en provoquant une suroxygénation salutaire des glandes endocrines, directement liées à la marche de la croissance. Sur ce point, je partage entièrement les idées de Miss S. Clow (1) qui a publié une étude détaillée sur la menstruation dans la population scolaire.

En résumé, je conclurai de la façon suivante :

Avant la puberté les filles feront de l'exercice comme les garçons et autant que les garçons, afin que l'éclosion pubertaire se fasse bien.

Pendant la période pubertaire elles s'abstiendront, au moment de leurs règles, et ne se livreront, alors, qu'à des mouvements hygiéniques d'assouplissement.

Pendant la période de maternité, dès le deuxième mois, les exigences de la vie quotidienne (ménage, profession, etc.) constituent déjà des facteurs suffisants pour fatiguer la femme, et il n'y a pas lieu, dans beaucoup de cas, de lui imposer alors un surcroît de travail par les exercices physiques. Bien entendu, la sédentarité et la stabulation sont contre-indiquées pendant la grossesse. Mais la gymnastique sportive ne l'est pas moins.

La gymnastique d'entretien, par simples assouplissements et élongations musculaires, suffit.

Exercice physique et gestation. — Plusieurs médecins ont eu l'occasion de suivre un certain nombre de gestations concernant des jeunes femmes pratiquant les sports de compétition, ou des professionnelles du cirque et du music-hall (2). Ils ont constaté que la plupart d'entre elles accouchaient facilement bien qu'ayant poursuivi jusqu'à des époques variables et parfois avancées de leur grossesse l'exercice de leur art. Je n'en suis nullement surpris. Les femmes athlètes ont une sangle abdominale et un périnée généralement solides et qui les prédispose à un comportement obstétrical exempt d'aléas. Cependant Henri Vignes (3) a observé, très souvent, des accouchements pénibles, des contractures utérines ennuyeuses, chez les « belles filles » sportives.

Partir de l'opinion de Jeudon pour conseiller à des femmes sédentaires, non entraînées, une gymnastique appropriée à l'état de gestation, il y a une distance que, pour ma part, je n'ose franchir. Outre que les accoucheurs, en général, témoignent de peu d'enthousiasme pour une telle façon de voir, j'ai été le témoin de trop nombreux incidents malheureux, pour admettre l'utilité d'une gymnastique adaptée à l'état de gestation. Cette gymnastique doit ne comporter, d'après ses partisans, que des efforts très modérés. Comment penser, dès lors, qu'elle puisse préparer efficacement les muscles intéressés à l'effort exceptionnel que sera l'accouchement. S'agit-il, par une

(1) S. Clow. Menstruation during school life. *Brit. Med. Journ.*, 2 octobre 1920, p. 511.
(2) R. Jeudon. L'éducation physique de la femme en état de gestation. *Congrès intern. Méd. appliquée à l'Educ. phys. et aux Sports.* Chamonix, septembre 1934, Rey, édit., Lyon.
(3) Henri Vignes. La femme et l'exercice physique. *Presse médicale*, 16 décembre 1933.

gymnastique spéciale, d'équilibrer le système nerveux végétatif et de conforter le psychisme propre à l'état de gestation ? Il est, pour y parvenir, d'autres moyens que la pratique des flexions, extensions, rotations, adductions et abductions musculaires, surtout quand la future parturiente n'y est pas habituée. On a préconisé une *gymnastique de déconcentration* consistant principalement en des mouvements lents, rythmés, « en balancements qui provoquent une sensation certaine de détente, de relâchement, de calme, de contrôle de soi-même ». Je veux bien admettre que ces mouvements, prudemment accomplis, ne feront aucun mal aux femmes en état de gestation. Mais je les considère comme incapables de tonifier la sangle abdominale ou de fortifier le plancher périnéal, par conséquent, comme inefficients, donc inutiles.

En tout cas, le sport de compétition a des effets désastreux sur les jeunes femmes qui le pratiquent pendant les premiers mois de leur gestation. Je n'en suis plus à compter les interruptions accidentelles de grossesse avant le troisième mois, imputables à une partie de basket-ball, de volley-ball, de hockey ou de tennis trop énergiquement conduite, à une course de vitesse, à un cross-country, à un saut en longueur ou en hauteur.

Qu'avant d'être enceinte, une jeune femme entretienne sa sangle abdominale et son périnée en état de tonicité, par un entraînement résolu, je n'ai aucune espèce de critique à formuler, aucune crainte à exprimer. Mais que, pendant la gestation elle-même, elle continue à pratiquer des exercices remuants, cela est inadmissible ; elle court à des accidents lamentables qu'elle sera la première à regretter ensuite.

Pour les femmes sédentaires, soumises à une gymnastique même spécialisée, pendant leur gestation, on va pareillement à d'inévitables complications. Je n'ignore pas que Wagner, Westmann, Jean Dalsace, Ruth Schwarz et R. Jeudon ne sont pas de mon avis. Mais j'ai été témoin de trop d'accidents, pour modifier sur ce point ma manière de voir.

La femme enceinte n'a pas besoin de faire de gymnastique sinon quelques assouplissements des membres, des déplacements tranquilles à pied, des mouvements lents d'étirement, de flexion et d'extension, un peu de jonglage si elle sait jongler, un peu d'aviron, très lentement, si elle sait manier la rame, quelques minutes de machine à godiller. Qu'elle ne stabule pas dans un fauteuil, c'est entendu, mais je proscris formellement tout exercice de vitesse, ou nécessitant des déplacements brusques, ou comportant des heurts, des chocs, des efforts même modérés.

Les mouvements de la mère retentissent sur le fœtus et sur sa position. « Remplissez un vase d'eau salée et faites nager un fruit, dès que vous imprimez au récipient un mouvement de rotation, le fruit participe à ce mouvement, dans le même sens. Arrêtez-le brusquement, et le fruit continue à tourbillonner pendant un certain temps, dans la direction acquise. La médecine vétérinaire connaît les torsions du sac, produites chez les animaux par des mouvements intempestifs de la mère, et Sellheim, chez les femmes accomplissant un travail pénible, a pu contrôler à la radio-stéréoscopie,

des changements de position du fœtus imprimés par des mouvements appropriés pratiqués par la mère » (R. Jeudon) (1).

La gymnastique, chez les femmes enceintes, autrefois sédentaires, est la pire des choses. Chez les femmes enceintes, antérieurement entraînées, elle est inutile et souvent nuisible.

SURVEILLANCE GYNÉCOLOGIQUE DE LA FEMME PENDANT L'ENTRAINEMENT PHYSIQUE. — La leucorrhée et les troubles menstruels commandent un examen général et local. Il peut en résulter une limitation ou une interdiction des sports, si la tuberculose est soupçonnée ou diagnostiquée.

C'est une erreur de compter sur la gymnastique pour corriger une déviation utérine imputable à des adhérences postinflammatoires.

Toute jeune fille dont la structure, la vigueur, la masculinité, devrais-je dire, sont assez accusées pour lui permettre d'aborder le sport de compétition, agira prudemment en se soumettant à une visite médicale présportive. Chez les professionnelles du cirque, du music-hall et de l'acrobatie, l'aménorrhée et les troubles ovariens sont d'observation courante. Leur fécondité m'a toujours paru être extrêmement limitée. Mais le sport et l'entraînement n'y sont, sans doute, que pour une faible part. L'abstention volontaire est de règle dans une profession où la première condition du succès est d'avoir une ligne juvénile et les apparences de la beauté.

Ainsi que F. A. Papillon (2) l'a écrit, « les lésions inflammatoires récentes ou anciennes, les déplacements utérins, les ptoses, les prolapsus imposent autant de directives différentes, avec tous les intermédiaires, du sport proprement dit, au traitement kinésithérapique ».

La pratique habituelle des exercices, chez la femme, ne s'accommode pas des troubles circulatoires de l'utérus, de la congestion, des lésions sclérokystiques, de la transformation fibromateuse, et surtout des lésions inflammatoires aiguës. Le développement des muscles abdominaux, par une gymnastique appropriée, aura toujours, chez la femme, une heureuse influence sur certains troubles de la statique utérine, mais il ne faut pas trop compter sur lui pour corriger les déviations acquises.

Les troubles menstruels imposent un examen médical. Ils peuvent avoir une origine endocrinienne, ovarienne ou multiglandulaire, procéder de lésions utérines, ou enfin tenir, chez les jeunes filles, à des vices de position de l'utérus. En présence de ces troubles, il faudra toujours penser à la possibilité d'une tuberculose génitale larvée. Se précise-t-elle, elle constituera une contre-indication formelle à toute mobilisation.

L'examen gynécologique présportif de la femme adulte est le plus nécessaire de tous. Il permettra de dépister des lésions inflammatoires mal éteintes, des séquelles d'infection, de gestation ou d'accouchement, des

(1) R. JEUDON. Le sport et la femme. *Congrès internat. de Méd. appl. à l'Educ. phys. et aux Sports.* Exposit. int. Paris, 1937. Rey, édit., Lyon.

(2) F. A. PAPILLON. Éducation physique et sports en gynécologie. *Congrès Intern. de Méd. appl. à l'Educ. phys. et aux Sports.* Expos. Intern. Paris, 1937. Rey, édit., Lyon.

déplacements de l'utérus, des ptoses et des prolapsus. C'est dans de telles conditions que l'entraînement pourra, dans quelques cas, constituer une véritable kinésithérapie gynécologique.

A propos de la stérilité, Papillon a écrit très justement : « La stérilité forme un chapitre important à étudier dans la pratique des sports, chez la femme. L'éducation physique interviendra peu dans le traitement d'origine vaginale, ou utérine tubaire ; au contraire, son rôle paraît primordial dans la stérilité ovarienne. Des études ont montré que la pratique exagérée de certains sports arrivait à masculiniser en quelque sorte la femme et que la descendance des championnes sportives était peu nombreuse. Mais, à côté de cet extrême, il existe de trop nombreuses femmes qu'une vie sédentaire, ou qu'une exagération du développement intellectuel a arrêtées dans l'extension normale des processus de développement génital, à la puberté ; ce sont ces femmes chez lesquelles une gymnastique appropriée abdomino-pelvienne, le grand air, la natation, permettront de lutter contre une stase de cellulite pelvienne et un début d'atrophie de l'ovaire évoluant souvent vers l'ovarite sclérokystique ».

Enfin, pour les raisons que j'ai données au chapitre des *Médications par l'exercice*, je considère qu'une vie sportive modérée, au moment de la ménopause, et aussi plus tard, prémunit les femmes actives contre les tumeurs utérines, et, en particulier, contre le cancer.

La femme et l'entrainement indiscipliné (1). — Toute femme, habituée à l'inaction physique, même relative, ne doit pas, du jour au lendemain, pratiquer des exercices un peu intenses. Ce faisant, elle se voue aux accidents.

A la séance du 17 octobre 1938 de la Société française de gynécologie, Godlewski, d'Avignon, a attiré l'attention sur *les méfaits gynécologiques de la culture physique indisciplinée*. Il a incriminé surtout les mouvements d'élévation de la jambe et de la cuisse en abduction forcée, en position verticale, associés au mouvement du grand écart. Il cite entre autres 3 cas bien nets :

a) Appendicite chronique avec ptose colique très prononcée et rétroversion utérine chez une jeune fille de 15 ans qui avait commencé à souffrir après des mouvements de culture physique faits chez elle, le matin, au son de la radio, avec mouvements de grand écart et lever latéral forcé de la jambe et de la cuisse.

b) Rétroversion utérine et torsion d'annexes saines chez une jeune femme de 21 ans. Cette jeune personne avait été examinée par lui (examen prénuptial). Il n'avait constaté aucune manifestation pathologique viscérale ou génitale ; l'utérus, en particulier, était petit, bien en place.

Dès les premiers jours de son mariage, elle est entraînée par son mari à

(1) P. Desfosses. Gynécologie et culture physique indisciplinée. *Presse médicale*, 1er mars 1939.

la natation, canoë, ski, culture physique en chambre avec mouvements violents ; compétitions entre le mari et la femme ; c'est à celui qui fera davantage chaque jour. Dès le troisième mois douleurs abdominales surtout au moment des règles. Treize mois après le mariage, douleur violente après une séance de culture physique amenant évanouissement, vomissements, contracture abdominale. A la laparotomie on trouve une rétroversion complète avec une torsion des annexes gauches, celles-ci reconnues saines à l'examen.

c) Jeune femme, 22 ans, jamais malade, sans antécédent pathologique, jusqu'au mariage vie très calme, sans sport. Après le mariage, entraînée par le mari à faire tous les matins de la culture physique. Au troisième mois de la grossesse, dans un essai de lever latéral de la jambe jusqu'à l'horizontale, est prise d'une vive douleur abdominale : syncope, hémorragie, avortement consécutif.

Il faut, avec Godlewski, faire appel au bon sens contre la culture physique outrancière, pour sauvegarder l'intégrité génitale des jeunes femmes sans expérience.

Formes originelles de la gymnastique féminine. — La danse. — Au terme de cet exposé, il est juste de s'arrêter un instant aux formes originelles de la gymnastique féminine : la danse. Elle fut, sans doute, le plus ancien des exercices physiques asservis à une règle, que pratiqua la femme. Geste instinctif de plus en plus étudié, de plus en plus riche de sens, il charmait déjà les hommes parmi les ténèbres de la barbarie et il les ravit encore aujourd'hui.

Inspirées des principes de l'imitation, les danses sacrées reproduisaient les gestes des déesses. Les danses profanes, infiniment plus récentes, ne visaient qu'à exprimer une action ou des sentiments familiers.

Il faut considérer la danse comme le résultat d'un besoin naturel de mouvement ressenti par la femme. « Le jeune animal, disait Platon, ne peut rester en repos. Il saute, il s'agite sans cesse, avec un plaisir visible, comme s'il voulait dépenser en mouvements inutiles des forces surabondantes. C'est à un besoin semblable que la femme obéit parfois lorsqu'elle danse. Mais, tandis que l'animal n'a pas conscience de l'ordre ou du désordre dans le mouvement, la femme a reçu des dieux, avec le sentiment du plaisir, celui du rythme et de l'harmonie (1). »

Une idée de plaisir accompagne toute danse. Les Hellènes appelaient χορὸς le mouvement rythmé de l'orchestrique et pas seulement le *chœur*, au sens que nous donnons aujourd'hui à ce mot. Visiblement ils avaient tiré cette dénomination du vocable χαρὰ qui exprime la *joie*.

La saltation exista dès qu'il y eut des hommes et des femmes ; elle fut la réjouissance des yeux avant de devenir la traduction des sentiments de l'âme. On dansa d'abord pour honorer les dieux. Une action puissante et

(1) Platon. *Les Lois*, livre II, Dialogue d'Alcibiade.

irrésistible y portait les créatures. « Dieu, dit Pythagore, étant un nombre et une harmonie, il faut l'honorer par des cadences mesurées. »

Partout les prêtres prirent coutume de traduire par des danses les mystères des religions. Ceux de Thèbes et de Memphis dansaient autour du taureau Apis, les Corybantes autour des autels de l'Hellade, ceux d'Assyrie autour de Nébo, de Moloch, de Melkart, de Baal, d'Astarté et d'Adonis. Les femmes juives dansèrent, lors du retour de Saül, lorsque David eut vaincu les Philistins. Elles dansaient aussi à la fête de mai, à celle des Moissons et à celle des Tabernacles.

Les plus anciennes danses grecques où parurent des femmes furent sans doute les danses *hyporchématiques* que rythmaient la flûte et la cithare. Elles s'accompagnaient de voix chantant les hyporchèmes. C'était une saltation au caractère grave et noble, exécutée par des hommes et des femmes se tenant par la main. Les femmes seules dansaient les *Procharystéries* en l'honneur de Minerve et les *Aputéries* en l'honneur de Vénus. Aux grandes et aux petites Panathénées instituées par Erichtonius dès 1495 avant J.-C., en l'honneur de Pallas et dont Thésée fit la solennité nationale religieuse de toute l'Attique, les femmes jouaient le principal rôle.

La danse de l'*Innocence*, instituée par Lycurgue en l'honneur de Diane, était exécutée autour de l'autel de la déesse par les jeunes filles de Lacédémone. La voluptueuse *Délienne* était placée sous le vocable de Vénus par les femmes de l'île de Délos.

Aux fêtes d'Eleusis, des foules de femmes, simulant les courses de Cérès, cherchant à travers le monde sa fille Proserpine que Pluton a ravie, dansaient aux flambeaux. A celles de Dionysos, des bacchantes échevelées, haletantes, passionnées jusqu'au délire, communiquaient leur ivresse aux spectateurs.

On vit même la *Pyrrhique* guerrière dansée par les jeunes filles spartiates après les festins. Un ambassadeur de Paphlagonie fut, un jour, si émerveillé de ce spectacle, qu'il demanda si les femmes grecques allaient aussi à la guerre.

Les Grecs et les Romains eurent d'illustres danseuses acrobates. Chez les premiers la danse *kubistique* ou acrobatique était estimée à l'égal de la gymnastique. L'iconographie nous a conservé des images où nous voyons des femmes marcher sur les mains, la tête en bas ; d'autres dansaient sur la corde raide et compliquaient leurs mouvements en passant à travers des cerceaux. Les acrobates et les schœnobates voltigeaient autour de la corde tendue, retenus par les pieds et les mains ; les oribates et les neuribates avaient la spécialité de danser sur la corde raide.

L'*Eklaktismos* était une danse acrobatique particulière aux femmes. « En s'y livrant, dit Aristophane, elles élèvent les pieds au-dessus de la ligne des épaules. » Dans son *Banquet*, Xénophon nous parle d'une danseuse acrobatique qui faisait sur place des sauts au milieu de cercles d'épées nues, dressées autour d'elle. Appuyée sur le sol par la poitrine, elle tirait à l'arc au moyen des pieds. On en vit d'autres qui jouaient de la lyre, d'autres qui jonglaient en se tenant en équilibre sur une corde tendue. Leur souplesse, leur agilité et leur force étaient surprenantes.

Les danses funèbres de la vieille Egypte étaient exécutées au son des tambourins par des pleureuses vêtues de robes transparentes. La même coutume avait lieu dans l'Hellade où, derrière les joueurs de flûtes gingrines qui faisaient entendre des airs lugubres sur le mode phrygien, s'avançaient des femmes dont la marche lente et cadencée était une sorte de danse funèbre d'un caractère noble.

Chez les Romains, derrière l'Archimime, les jeunes filles s'avançaient en dansant devant le char funèbre que suivaient des pleureuses gagées.

Les Apsaras, courtisanes et danseuses du ciel d'Indra, ont survécu dans la personne de leurs sœurs contemporaines, les Devadassi des temples hindous.

Dans notre Occident, des magiciennes et des prophétesses furent affiliées à l'ordre des Druides. « Quelquefois, dit Michelet, ces femmes devaient assister à des sacrifices nocturnes, toutes nues ; le corps teint de noir, les cheveux en désordre, s'agitant dans des transports frénétiques. »

Aux premiers temps du christianisme, les évêques étaient appelés *praesules* parce qu'ils menaient la danse dans les fêtes solennelles. Dans le chœur des églises, les fidèles des deux sexes, se mêlant au clergé, « balloient dévostement ». Le jour des Pâques, la prose *O filii et filiae,* dont la mesure ternaire et le rythme s'accommodent parfaitement de la danse, servait de guide à la ronde des fidèles. C'est au XIIe siècle qu'Odon, évêque de Paris, interdit la danse dans les églises de son diocèse. Cependant à Limoges, au XVIe siècle, on dansait encore dans l'église Saint-Léonard le jour de la fête de saint Martial, et nous savons que la danse sacrée reparut à la suite du concile de Trente qui se termina par un grand bal où les évêques et les cardinaux dansèrent avec les grandes dames et les seigneurs (1).

Les danseuses qui s'exhibaient dans les mystères du moyen âge descendaient en droite ligne des célèbres ballerines gaditanes dont parlent Pline le Jeune, Pétrone, Martial (2) et Juvénal. Certaines danseuses espagnoles contemporaines semblent avoir hérité de celles-là. La chorégraphie se ressent alors des danses plastiques anciennes plus ou moins modifiées par l'apport que les barbares avaient introduit dans toutes les manifestations de l'art. Il est probable que les danseuses du moyen âge ont formé avec les ballerines du Bas-Empire une chaîne ininterrompue qu'il est bien difficile aujourd'hui de mettre en évidence dans l'obscurité des siècles écoulés.

(1) CÉSARE NÉGRI, *Histoire du Concile de Trente.*

(2) *Nec Gadibus improbis puellae*
Vibrabunt sine fine prurientes
Lascivos docili tremore lumbos.
(MART., V. 79.)

« Les danseuses de la licencieuse Cadix n'irriteront pas tes désirs par les trémoussements de leurs croupes lascives. »

CHAPITRE XI

PHYSIOLOGIE DES DIVERS EXERCICES ET DES SPORTS

LES SPORTS CONSIDÉRÉS AU POINT DE VUE MÉDICAL ET PHYSIOLOGIQUE

La physiologie de chaque sport, étudié séparément, reste à écrire. Elle comporte une série de recherches si étendues qu'on ne peut concevoir qu'elle puisse être l'œuvre d'un seul. L'influence de la boxe, par exemple, sur la circulation, la respiration, le système nerveux, le digestion, la part qu'il faut faire au mal que ce sport peut causer et au bien qu'il fait sont autant de chapitres qu'on pourrait reprendre pour chacun des exercices sportifs. Un semblable exposé supposerait faites d'innombrables observations physiologiques, chimiques, physiques, radiographiques et cinématographiques qui sont à peine entreprises.

Les connaissances humaines ont d'étroites limites. Leur division, comme celle du travail, s'affirme chaque jour davantage. Le progrès, en éducation physique, ne peut naître que de la collaboration des techniciens du sport, des physiologistes, des chimistes, des médecins et des radiologues. Ce serait une faute pour les fédérations sportives de ne pas s'entourer de tous ces collaborateurs qui peuvent déterminer les limites dans lesquelles un sujet, d'une constitution donnée, doit agir pour fortifier sa santé et éviter le surmenage ou les exagérations dangereuses.

Ces remarques faites, qu'il soit permis à un médecin qui vécut longtemps au milieu des athlètes et des malades justiciables de la cure d'exercice, d'apporter la contribution de son expérience quotidienne et de fournir quelques précisions médicales et physiologiques sur les principaux sports. Ce n'est qu'un premier pas au seuil d'un vaste domaine encore inexploré.

EXERCICES OU SPORTS	AGE OPTIMUM	QUALITÉS REQUISES	SYSTÈMES ORGANIQUES SOLLICITÉS	CONTRE-INDICATIONS	QUALITÉS DÉVELOPPÉES	REMARQUES
Courses de 100 mètres et 200 mètres	19 ans à 25 ans	Vigueur générale. Intégrité musculaire et articulaire des membres. Coordination nerveuse parfaite. Vitesse des réponses motrices aux excitations sensitivo-sensorielles. Cœur et poumons normaux. Volonté.	Toute la musculature avec prédominance des muscles du bassin et des cuisses. Système circulatoire. Poumons. Système nerveux.	Éréthisme et lésions cardiaques. Lésions pleuro-pulmonaires aiguës ou chroniques. Lésions musculaires et articulaires récentes.	Rapidité des réflexes. Excitabilité. Développe la volonté à un degré moyen. Développe la qualité de vitesse soutenue.	Retentit sur toute l'économie. Provoque une violente et courte excitation des centres nerveux, cardiaque et respiratoire. Concentration extrême de la volonté sur un acte de courte durée.
Courses de 400 mètres et 800 mètres	21 ans à 25 ans	Intégrité musculaire et articulaire principalement des membres inférieurs. Grande capacité vitale des poumons. Cœur et vaisseaux normaux. Contrôle permanent de la motricité. Puissance musculaire générale, mais proportionnée à la valeur de l'appareil cardio-pulmonaire. Foulées bien rythmées.	Les mêmes que dans les courses de 100 et 200 mètres.	Les mêmes que dans les courses de 100 et 200 mètres.	Développe la volonté à un degré extrême, l'endurance et aussi la vitesse.	L'excitation des centres nerveux est soutenue, moins intense que dans les courses de 100 et 200 mètres. Les courses de 400 et de 800 mètres comportent un effort considérable et ne conviennent qu'à des hommes vigoureux et généralement grands. Représentent un effort qui ne doit être demandé qu'à des athlètes complets.

EXERCICES OU SPORTS	AGE OPTIMUM	QUALITÉS REQUISES	SYSTÈMES ORGANIQUES SOLLICITÉS	CONTRE-INDICATIONS	QUALITÉS DÉVELOPPÉES	REMARQUES
Courses de 1.500 mètres et 3.000 mètres	25 ans	Intégrité musculaire et articulaire principalement des membres inférieurs. Grande capacité vitale des poumons. Système cardio-pulmonaire parfait indemne de toute lésion antérieure. Grandes foulées bien rythmées.	Toutes les fonctions. Surtout les fonctions cardio-pulmonaires et celles d'élimination (respiratoires, urinaires, cutanées).	Les mêmes que dans les courses de 400 et de 800 mètres.	Développe la volonté à un degré supérieur, l'endurance et la qualité de persévérance dans l'effort.	Les hommes à forte musculature produisant une grande quantité d'acide carbonique, auront besoin d'une capacité vitale, mesurée au spiromètre, plus grande que les coureurs de musculature moyenne ou faible. Pendant la course, le coureur s'abandonne à l'automatisme et, par instant seulement, au moment des sprints, a recours à un effort de volonté qui correspond à une dépense extrême d'énergie. Le contrôle nerveux est assuré d'une façon moins continue que dans les courses précédentes.
Courses de 5.000 mètres et 10.000 mètres	23 ans à 28 ans	Les mêmes que pour les courses de 1.500 et 3.000 mètres. Il s'agit ici de durer. Foulée correcte, simplement.	Les mêmes que pour les courses de 1.500 et 3.000 mètres.	Les mêmes que précédemment, de plus les lésions actuelles, anciennes ou récentes des reins, du foie ou des maladies de peau, sont une contre-indication.	De même que dans les courses de 1.500 et de 3.000 mètres.	L'automatisme joue un grand rôle pendant les courses de 5.000 et 10.000 mètres. La surveillance de la volonté moindre que dans les courses précédentes. La dépense d'attention est réduite à son minimum.

Cross-Country	25 ans	1° Cœur, poumons indemnes. 2° Intégrité musculaire et articulaire pour franchir les obstacles. 3° Solidité et souplesse des articulations des membres inférieurs pour éviter les entorses.	Cœur et poumons. Fonctions d'élimination (respiratoires, urinaires, cutanées).	Lésions anciennes ou récentes des articulations des membres inférieurs.	Volonté, persévérance dans l'effort. Développe le coup d'œil, l'esprit de décision, perfectionne la notion d'économie des forces.	Exercice complet nécessitant une parfaite coordination sensorielle et psychique, psychique et motrice.
Courses de haies (110 mètres et 400 mètres)	19 ans à 25 ans	Intégrité musculaire et articulaire des membres inférieurs. Cœur et poumons normaux. Coordination parfaite des mouvements.	Les mêmes que dans les courses de vitesse.	Lésions cardio-pulmonaires et articulaires du membre inférieur, notamment du pied.	Mêmes qualités que dans les courses de vitesse. De plus perfectionne la coordination à un degré supérieur.	Le 110 haies trouve ses meilleurs exécutants parmi les sujets grands, à petit coefficient thoracique, pourvus de longues jambes (macroskèles). Le 400 haies demande les qualités des coureurs de 400 mètres plat, auxquelles s'ajoutent les qualités propres exigées du coureur de haies.
Saut en longueur	19 ans à 25 ans	Vitesse. Détente musculaire puissante. Coordination parfaite des mouvements. Intégrité articulaire des membres.	Toute la musculature avec prédominance des muscles lombaires, fessiers et scapulaires.	Lésions articulaires. Fragilité des os. Hernies. Lésions cardiaques latentes. Varices développées.	Rapidité des réflexes.	De toutes les épreuves sportives, c'est le saut en longueur qui provoque le plus de lésions musculaires.

EXERCICES OU SPORTS	AGE OPTIMUM	QUALITÉS REQUISES	SYSTÈMES ORGANIQUES SOLLICITÉS	CONTRE-INDICATIONS	QUALITÉS DÉVELOPPÉES	REMARQUES
Saut en hauteur	19 ans à 25 ans	Détente musculaire puissante. Souplesse générale. Coordination impeccable des mouvements. Intégrité articulaire des membres, en particulier des articulations du pied. Intégrité des parois abdominales.	Les mêmes que dans les sauts en longueur ; de plus les muscles de la cuisse sont vivement sollicités lors du reploiement des membres inférieurs au passage de la barre.	Les mêmes que dans le saut en longueur.	Développe la promptitude des réflexes, le coup d'œil et perfectionne la coordination des mouvements.	La chute se faisant difficilement en position verticale, le sauteur doit être pourvu de membres supérieurs forts pour se recevoir sans inconvénient sur le sol dans une position quelconque en utilisant les bras.
Saut à la perche	19 ans à 25 ans	Coordination parfaite des mouvements. Vitesse. Grande maîtrise de soi. Souplesse. Puissance de la musculature des membres supérieurs et du tronc. Intégrité articulaire de toutes les articulations qui doivent avoir leur maximum de mobilité. Intégrité des parois abdominales.	Toute la musculature. Cœur. Système nerveux.	Pointes de hernies et hernies. Varices et varicocèles développés. Lésions articulaires des poignets, de l'épaule et du torse. Ptoses abdominales.	Développe les mêmes qualités que le saut en hauteur avec une plus grande perfection.	Sport complet si on le pratique après s'être adonné préalablement à des exercices préparatoires appropriés (courses, saut, grimper). La chute se faisant d'une hauteur qui varie en moyenne de $2^{m}50$ à $3^{m}50$, il importe que les sauteurs aient des attaches viscérales parfaites, ne présentant aucun relâchement.
Lutte	21 ans à 32 ans	Vigueur musculaire générale. Intégrité des articulations. Cœur et poumons normaux. Souplesse et décision. Bonne coordination motrice.	Toute la musculature. Cœur et poumons.	Hernies et pointes de hernies. Éréthisme cardiaque et lésions du cœur.	Adresse et décision. Force musculaire.	La lutte développe la ténacité dans l'effort.

Boxe	21 ans à 23 ans	Vitesse des réponses motrices aux excitations sensitivo-sensorielles. Adresse. Cœur et poumons normaux. Résistance aux ébranlements traumatiques.	Cœur et poumons. Système nerveux.	Lésions cardiaques et pleuro-pulmonaires. Lésions hépathiques. Hernies et pointes de hernies.	Décision et adresse, sang-froid et coup d'œil. Courage et résistance aux traumatismes et à la douleur.	La boxe suppose et développe l'esprit de combativité.
Aviron	25 ans à 35 ans	Force musculaire. Souplesse.	Toute la musculature avec prédominance des muscles extenseurs du tronc.	Peu de contre-indications réelles, surtout si l'on a soin de proportionner la durée de l'exercice à la constitution du sujet.	Accroissement de la force musculaire. Développe l'automatisme et la notion du rythme dans le mouvement.	Les meilleurs rameurs sont généralement de grande taille et de grande envergure.
Natation	25 ans à 30 ans	Grande souplesse. Bonne coordination motrice. Grande capacité vitale des poumons. Maîtrise du rythme respiratoire. Bonne perméabilité nasale.	Cœur et poumons.	Lésions auriculaires. Eréthisme cardiaque. Lésions pleuro-pulmonaires. Emphysème pulmonaire.	Accroît la capacité vitale des poumons. Développe les muscles des épaules. Tonifie le système nerveux.	Les bons nageurs répondent à un type athlétique particulier ; prédominance du train supérieur sur le train inférieur. Enveloppement adipeux léger qui arrondit les formes, facilite la flottabilité et diminue la déperdition calorifique à la surface du corps.
Water-polo	25 ans à 30 ans	Les mêmes que pour la natation et, de plus, esprit de discipline et de décision.	Cœur et poumons à un degré intense.	Lésions cardiaques et pleuro-pulmonaires. Lésions auriculaires. Hyperexcitabilité sensorielle.	Les mêmes que pour la natation. De plus, développe la volonté à un haut degré.	Les joueurs de water-polo à masse corporelle volumineuse et à gros poids sont avantagés surtout s'ils sont rapides.

EXERCICES OU SPORTS	AGE OPTIMUM	QUALITÉS REQUISES	SYSTÈMES ORGANIQUES SOLLICITÉS	CONTRE-INDICATIONS	QUALITÉS DÉVELOPPÉES	REMARQUES
Foot-ball	20 ans à 28 ans	Endurance des coureurs de fond. Cœur et poumons indemnes. Coup d'œil et esprit de décision. Esprit de solidarité.	Cœur et poumons. Musculature générale chez les avants au rubgy.	Lésions musculaires et articulaires. Hernies, pointes de hernies, surtout pour le rugby. Lésions cardiaques et pleuro-pulmonaires.	Développe le sang-froid, l'adresse et la vitesse, l'esprit d'abnégation dans l'effort collectif.	Le foot-ball est un jeu excellent pour amener les soldats à la discipline du champ de bataille, par la discipline du stade.
Lancer de poids	24 ans à 32 ans	Vigueur musculaire générale. Bonne coordination des mouvements. Promptitude de la détente musculaire.	Toute la musculature avec prédominance des muscles lombaires, scapulaires et extenseurs des membres.	Lésions musculaires et articulaires récentes. Pointes de hernies. Hernies.	Amélioration de la coordination motrice, accroissement de la puissance musculaire.	Les meilleurs lanceurs de poids sont des hommes aux épaules puissantes et bien conformées.
Lancer de disque	24 ans à 32 ans	Les mêmes que pour le lancer de poids. De plus, grande souplesse générale, notamment de tous les muscles du tronc.	Les muscles de la paroi abdominale, rotateurs du tronc, les muscles scapulaires et pectoraux sont les plus sollicités.	Les mêmes que pour le lancer de poids.	Les mêmes que pour le lancer de poids. Développe à un plus haut degré la vitesse et la coordination motrice.	Les bons lanceurs de disque ont généralement une envergure supérieure à la moyenne.

Lancer de javelot	22 ans à 30 ans	Vitesses. Bonne coordination des mouvements. Le rôle de la force musculaire générale est moins imporportant que dans les lancers précédents. Grande souplesse et solidité de l'articulation du poignet.	Muscles de l'épaule et des membres supérieurs, muscles fléchisseurs du tronc.	Lésions articulaires et musculaires de l'épaule et du membre supérieur.	Les mêmes qualités que les autres lancers et donne, en plus, une grande adresse.	Les lancers de javelot, pratiqués sans ménagement, causent parfois de la névrite du nerf cubital avec points douloureux à l'épitrochlée et irradiation douloureuse dans le territoire du plexus brachial. L'entraînement au lancer du javelot doit être très progressif. Les bons lanceurs de javelot sont des sujets de grande taille doués de la qualité de vitesse.
Lancer de marteau	30 ans à 40 ans	Le lanceur de marteau doit être un homme lourd pour s'opposer, par sa masse, à la force centrifuge du marteau au moment du lancer. De plus, il doit être doté de vitesse, d'une grande vigueur musculaire et d'une bonne coordination motrice.	Muscles adjacents à la ceinture scapulaire.	Pointes de hernies. Hernies. Lésions musculaires et articulaires récentes.	Amélioration de la coordination motrice.	
Levers	24 ans à 32 ans	Vigueur musculaire générale. Répartition équilibrée de la force.	Cœur et circulation ; toute la musculature.	Lésions cardiaques. Faiblesse des parois abdominales et prédisposition aux hernies. Arthrites. Tendance à l'emphysème.	Force musculaire.	Les sujets à musculature globuleuse et à leviers relativement courts paraissent avantagés pour l'exécution des levers.

EXERCICES OU SPORTS	AGE OPTIMUM	QUALITÉS REQUISES	SYSTÈMES ORGANIQUES SOLLICITÉS	CONTRE-INDICATIONS	QUALITÉS DÉVELOPPÉES	REMARQUES.
Grimper	22 ans à 30 ans	Développement des muscles adjacents à la ceinture scapulaire, des fléchisseurs du membre supérieur et des fléchisseurs du tronc. Intégrité du cœur et des poumons.	Toute la musculature de la partie supérieure du corps.	Eréthisme cardiaque. Lésions cardiaques latentes. Hernies constituées.	Force musculaire des membres supérieurs et des épaules.	Au grimper proprement dit, peuvent être rattachés les exercices aux agrès qui demandent des qualités de coordination motrice, de la souplesse et une certaine légèreté du train inférieur.
Hockey	20 ans à 28 ans	Mêmes qualités que pour le foot-ball, mais à un degré un peu moindre, sauf en ce qui concerne l'adresse des membres supérieurs.	Cœur et poumons.	Les mêmes que celles du foot-ball, mais avec une marge de tolérance plus grande.	Développe les mêmes que le foot-ball, mais avec moins d'intensité.	Jeu collectif d'intensité moindre que le foot-ball et pouvant convenir à la femme.
Tennis	18 ans à 35 ans	Coup d'œil. Adresse. Promptitude des décisions. Grande souplesse musculaire. Bonne coordination motrice.	Cœur et poumons. Système nerveux ; système musculaire obligé à des détentes rapides.	Lésions articulaires des membres inférieurs. Varices accentuées.	Adresse et rapidité des mouvements.	Jeu sportif convenant à la fois à l'homme et à la femme. Jeu très intense quand il est pratiqué en championnat.

Golf	Sport de l'âge moyen et de l'âge mûr	Coup d'œil. Souplesse des muscles du tronc et des épaules.	Tout l'organisme modérément sollicité.	Lésions articulaires récentes des membres supérieurs.	Adresse.	Ce jeu sportif convient à l'homme et à la femme. Il est modéré, ne surmène pas les organes centraux ; fait bénéficier ceux qui s'y livrent du grand air, de la marche à pied et d'un exercice qui entretient la souplesse musculaire.
Polo	25 ans à 40 ans	Bonne coordination des mouvements. Habileté équestre ; sang-froid ; adresse.	Toutes les fonctions. Cœur et poumons. Musculature des cuisses, du bassin et du membre supérieur.	Science équestre incomplète. Lésion articulaire du membre supérieur.	Coup d'œil et promptitude. Esprit de décision. Sang-froid.	Ce jeu sportif convient aux cavaliers et les prépare en vue du combat dans la mêlée.
Escrime	30 ans à 40 ans	Bonne coordination motrice, vitesse des réponses motrices aux excitations sensitivo-sensorielles. Esprit de décision.	Toutes les fonctions.	Hernies constituées.	Précision des mouvements. Vitesse et coordination motrice.	Nécessité de pratiquer l'escrime avec le bras droit et le bras gauche pour éviter une hypertrophie musculaire unilatérale procurant une dissymétrie générale du corps.

Nous avons groupé dans les tableaux précédents les remarques que suggère au médecin et au physiologiste la pratique des différents sports. Pour chacun d'eux, nous avons d'abord indiqué l'*âge optimum* des sujets qui veulent s'y livrer. Ceci ne veut pas dire qu'on ne doive plus pratiquer tel sport hors de l'âge que nous indiquons ; nous avons voulu seulement marquer les limites d'âge dans lesquelles des performances peuvent être accomplies. Ces limites sont, en réalité, beaucoup plus étendues pour quiconque veut poursuivre chaque exercice, modérément. Nous signalons ensuite les *qualités requises* pour devenir un bon athlète dans le sport considéré. Après quoi, nous indiquons sommairement quels sont les *systèmes et fonctions organiques qui sont les plus sollicités*. Enfin, nous énumérons les *contre-indications* et les *qualités physiques développées*.

Nous avons fait suivre ces tableaux synthétiques de quelques développements destinés à familiariser le lecteur avec certaines recherches physiologiques ou certaines précautions hygiéniques générales, se rapportant à ceux des exercices sportifs qui nous ont paru nécessiter un bref commentaire (1).

I. — *La marche à pied.*

On ne peut aujourd'hui aborder l'étude de la marche sans se reporter aux travaux de Marey sur cette question. Il a fait de ce mode de locomotion une analyse aussi précise que fertile en conclusions variées et pratiques. A l'aide de la *chronophotographie*, rendue possible par l'usage d'un interrupteur rotatif permettant d'enregistrer sur une plaque photographique de quatre à soixante images par seconde, il photographiait un marcheur passant devant l'objectif. Il enregistrait ainsi l'image de nombreuses positions occupées successivement par ce marcheur dans son déplacement. Par cet artifice, il décomposa le pas en plusieurs attitudes différentes, et réalisa l'*étude analytique du mouvement*.

Cette première étape franchie, le savant physiologiste étudia le pas dans ses rapports avec la vitesse. A cet effet, il fit construire au Parc des Princes une piste circulaire de 500 mètres, munie de distance en distance d'appareils enregistreurs (odographes) réunis à un poste central où s'inscrivaient automatiquement, d'une part, la distance franchie par les coureurs, d'autre part, le temps mis par eux pour la franchir, enfin le nombre de leurs pas. Cette installation ingénieuse lui permit d'établir des rapports précis entre la durée du travail, les distances franchies, le rythme et la longueur du pas. En d'autres termes, il arrivait à déterminer *le nombre et la longueur des enjambées compatibles avec la plus grande vitesse*.

Le Dr Gilles de la Tourette et moi-même (2) avons complété les recherches de Marey en utilisant une autre méthode, celle des empreintes. On enduit de sesquioxyde de fer la semelle plantaire des sujets en expérience, et on les fait marcher sur de longues bandes de papier sur lesquelles chaque pied

(1) Le lecteur désireux d'entrer dans le détail de l'entraînement spécial à chaque sport trouvera les développements nécessaires dans mon livre : *L'Entraînement ; Bases physiologiques, technique, résultats*, Masson, édit.

(2) Observations sur les divers modes de locomotion de l'homme. *Presse médicale*, 2 sept. 1922. — *La Nature*, 28 oct. 1922.

marque successivement son empreinte. Ce procédé est surtout propre à l'étude des déformations du pied : affaissement de la voûte plantaire (pied plat), cambrure exagérée (pied creux). Il permet aussi de constater qu'il est toujours un pas plus long que l'autre : celui qu'exécute la jambe droite, ehez les droitiers, la jambe gauche, chez les gauchers. Ce fait explique qu'un sujet dont les yeux sont bandés n'aille jamais droit, car il ne peut contrôler ni corriger par la vue la direction oblique que lui imprime l'inégalité de ses pas.

L'homme et les animaux sont, au point de vue mécanique, des systèmes de points matériels dont les rapports de position varient pendant le mouvement suivant des lois extrêmement complexes. Ainsi, on voit à l'œil nu que la tête d'un homme qui marche est, avec le corps entier, animée d'oscillations de haut en bas, périodiquement rythmées avec le pas. La trajectoire de la tête est ondulée, elle est la résultante de la progression et des différents mouvements qui se passent dans toutes les parties du corps. Les articulations du pied, celles du genou et de la hanche, se fléchissent et s'étendent périodiquement, le tronc se tord, s'incline d'avant en arrière et se porte à gauche et à droite.

***

En résumant ses travaux, Marey donna une définition du pas qui s'éloigne de la compréhension que l'on a, généralement, de ce mouvement. « Lorsqu'on mesure la longueur des pas sur le terrain, écrit-il, on a l'habitude de prendre pour valeur d'un pas la longueur qui sépare un point de l'empreinte du pied droit du point homologue de l'empreinte du pied gauche.

« Nous serons forcés de nous écarter de cet usage. Quoiqu'il soit regrettable d'innover en pareille matière, nous considérons le pas classique comme n'étant qu'un *demi-pas*, et, pour nous, le pas aura pour expression : *la série de mouvements qui s'exécute entre deux positions semblables d'un même pied* : entre deux battues successives du pied droit, par exemple, ou deux levés successifs du pied gauche, etc. De même, l'étendue d'un pas sur le terrain sera la distance qui sépare deux points homologues pris sur deux empreintes successives du même pied. C'est ainsi, paraît-il, que l'on compte les pas au Mexique. »

Pour ne pas changer les habitudes du lecteur, nous continuerons à appeler « pas » le demi-pas de Marey et nous résumerons ses conclusions dans les proportions suivantes :

1° Le pas varie de longueur non avec la taille, mais avec la longueur des membres inférieurs. Il est en moyenne de 0 m. 63 ;

2° Le rythme le plus favorable, au point de vue de la vitesse, est celui qui répond à 150 pas à la minute ;

3° Quand un sujet porte un fardeau, son pas est plus court et d'un rythme plus lent ; la rapidité de l'allure diminue. Plus la charge est grande, plus le pas se raccourcit ;

4° Le pas est d'autant plus long que les talons des chaussures sont moins élevés ;

5° Il est plus long en montée qu'en descente. Dans ce cas, la longueur du pas en ralentit le rythme (fig. 74 et 75).

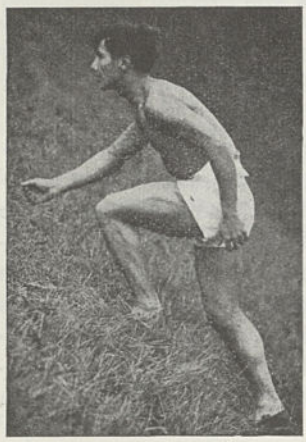


FIG. 74. — *Marche ascendante* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

Au point de vue de l'attitude des marcheurs, les uns préconisent l'attitude dite *en extension*, caractérisée par la rectitude du tronc maintenue pendant tout le cours de l'exercice ; les autres, l'attitude *en flexion*. La première façon, poussée à son exagération, n'est autre que la marche de parade allemande. C'est un mode de locomotion fatigant entre tous, et qui donne à ceux qui le pratiquent l'allure d'automates.

Le corps humain n'est pas fait pour des acrobaties de ce genre. Ses articulations ne sauraient être assimilées à celles d'une machine de précision : ses mouvements ont, au contraire, comme caractéristique essentielle, leur variabilité, ce qui ne les empêche pas d'être harmonieux (fig. 76, 77, 78, 79, 80).

La marche en flexion est la marche normale de l'homme, d'après la statique de son squelette et de ses muscles. C'est elle qu'emploient les soldats mis au pas de route, les bagottiers, les conducteurs de pousse-pousse, et M. Manouvrier a démontré que ce fut aussi celle de l'homme préhistorique. Il a basé ses recherches sur la forme des squelettes primitifs. C'est la marche des paysans et des montagnards. En certains pays, on l'appelle la marche en « messager », parce qu'elle est usitée dans les campagnes par les commissionnaires ou les gens chargés de missives à longue distance. Elle est seule capable d'amortir à chaque pas le choc du talon sur le sol à cause du grand nombre d'articulations demi-fléchies, interposées entre le pied et la base du crâne. L'ébranlement du système nerveux en est diminué d'autant et la fatigue apparaît plus tardivement.

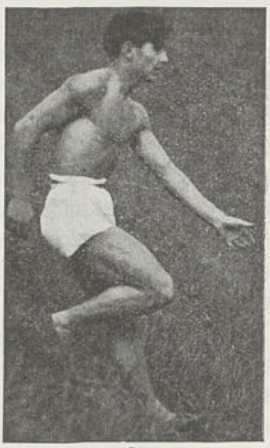


FIG. 75. — *Marche descendante* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

Dans la marche ordinaire, le pied commence à se poser en *tombant* sur le talon : ; il continue son mouvement en s'appliquant par toute sa plante et se *déroule* sur le sol en s'y appliquant fortement par sa partie antérieure (la pointe du pied) pour se détacher finalement par son extrémité. Au moment où l'un des talons vient toucher le sol, la pointe de l'autre pied y tient en-

core. Pendant la marche, le corps n'abandonne donc jamais entièrement le contact du sol. Il y a dans un même pas deux instants où les deux jambes

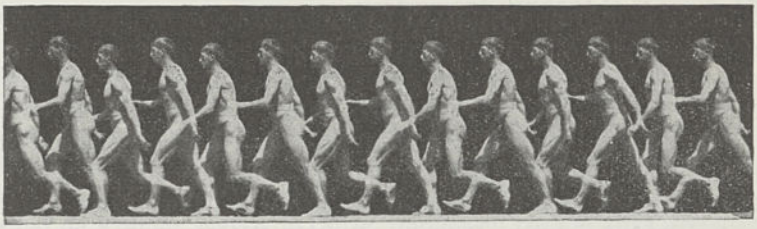


FIG. 76. — *Marche normale et libre* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

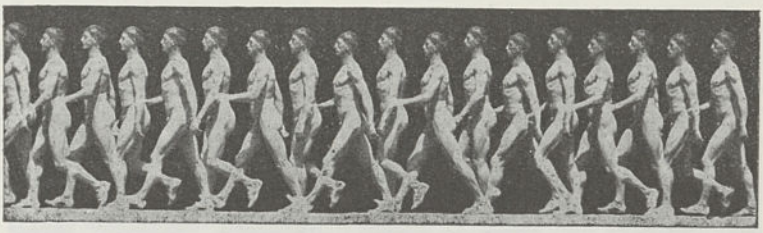


FIG. 77. — *Marche cadencée* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

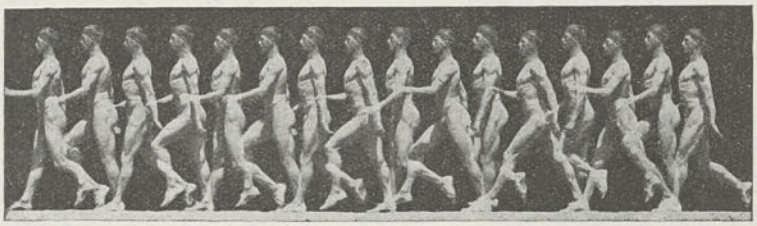


FIG. 78. — *Marche en extension. Pas de parade. Forme de marche la plus coûteuse au point de vue de la dépense physiologique.*

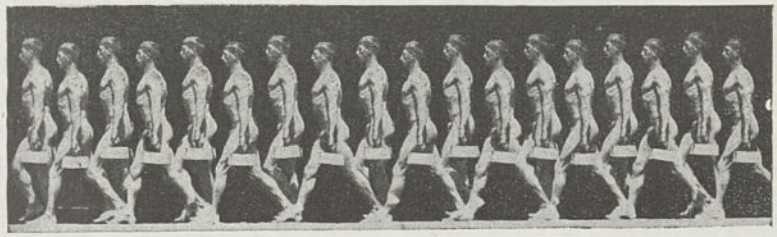


FIG. 79. — *Marche de l'homme chargé aux mains. Accentuation du mouvement d'oscillation verticale à chaque pas* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

appuient sur le sol. Ce temps du « double appui » est d'environ un quart de seconde, dans la progression à raison de soixante pas à la minute (promenade

lente), et d'un huitième de seconde dans la marche ordinaire d'un adulte, au rythme de cent vingt pas à la minute.

Dépense énergétique pendant la marche. — Pour déterminer les dépenses énergétiques d'un homme pendant la marche, pour calculer, selon l'expression de Waller, le prix de revient du travail, il est indispensable de connaître, à tout moment, les dépenses du sujet. Pour arriver à ce résultat, la méthode idéale consisterait à déterminer la valeur, non seulement des échanges respiratoires, mais celle de tous les excreta. Hirn, en 1858, Chauveau, en 1899, essayèrent de faire travailler un homme dans un calorimètre, de même Sonden et Tiegerstedt qui, dès 1895, expérimentaient à Stockholm dans une grande chambre hermétique dont la capacité dépassait

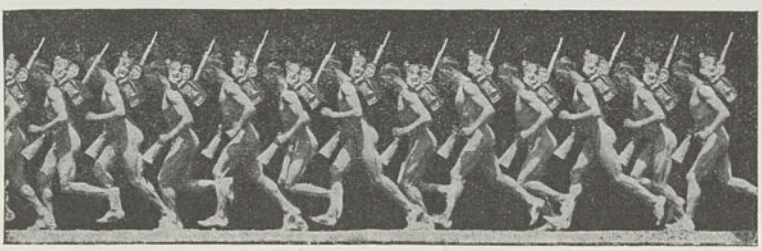


Fig. 80. — *Marche de l'homme chargé sur les épaules. Accentuation de l'attitude en flexion.*

100 mètres cubes. C'est en 1905 qu'Atwater construisit le calorimètre où il réalisa ses expériences sur la dépense du travail humain. De telles installations sont très coûteuses. Aujourd'hui, lorsqu'on veut connaître les échanges respiratoires d'un sujet pendant le travail, on le fait respirer, à l'aide d'un masque valvulaire (par exemple, celui de Tissot) ; on recueille l'air expiré dans un temps donné puis on dose l'oxygène (O^2) et l'acide carbonique (CO^2) contenus dans cet air, et on connaît ainsi la mesure exacte des échanges respiratoires. En rapportant les résultats au poids du sujet, on a une idée de la dépense physiologique pendant un travail donné.

Le professeur Waller se contente de doser le CO^2 grâce au dispositif très pratique qu'il a adopté dans la construction de son appareil portatif à dosage d'acide carbonique, et que nous décrirons au chapitre XII. Waller admet que chaque litre de CO^2 exhalé correspond à 5 calories. Le professeur Langlois estime ce chiffre faible. Il pense que l'on peut admettre le chiffre de 5,4 en tenant compte du quotient respiratoire du sujet, c'est-à-dire du rapport de l'acide carbonique exhalé à l'oxygène consommé : $\frac{CO^2}{\text{oxygène consommé}}$ que l'on écrit simplement : $\frac{CO^2}{O^2}$

Le quotient respiratoire varie entre 0,70 et 1, suivant que l'on brûle de la graisse (1) ou des hydrates de carbone (0,70). Hanriot et Richet l'ont vu dépasser l'unité au cours d'un travail musculaire intense. Dans ce cas, l'orga-

nisme utilisait, outre l'oxygène atmosphérique, de l'oxygène en réserve dans le tissu musculaire.

Depuis vingt-cinq ans, on s'est beaucoup attaché à l'étude des échanges respiratoires au cours de l'exercice, notamment pendant la marche. Dans sa thèse sur la *Physiologie de la marche* (1921), P. Chailley-Bert a passé en revue toutes les tentatives faites par Edward Smith (1859), Gruber, de Perne (1891), Zuntz, de Berlin, qui travailla avec Schumburg, puis avec Dürig, de Vienne, en compagnie desquels il publia de nombreuses observations, de 1896 à 1906. Ce sont les travaux de Zuntz, qui inspirèrent le grand travail de Benedict, de Washington, sur la marche. Il faut citer aussi les travaux de Brézina et de Kolmer, élèves de Dürig, publiés en 1912 et 1914, ceux de Douglas, Haldane, Hunderson et Schneider, à Oxford, en 1913, enfin les observations de Galeoti, Barkan, Guiliani, Higgins, Signorelli et Vialé, faites au mont Rose (col d'Olen), en 1914.

Dans son livre sur les *Transformations de l'énergie pendant la marche horizontale*, Benedict a ramené les chiffres donnés par tous ceux qui ont étudié la marche en « grammes calories par kilogrammètre horizontal ». Il entend par là, la quantité de calories nécessaires pour déplacer un kilogramme de 1 mètre. La vitesse de l'allure intervient pour modifier le nombre des calories émises pendant le travail.

On tend à admettre, à l'heure actuelle, que le métabolisme général varie beaucoup sous l'influence du travail. Il semble que nous ne fonctionnons pas de la même façon au repos et en mouvement, en d'autres termes, que notre organisme ne travaille pas toujours selon la même économie.

Chailley-Bert, qui fit ses observations au Laboratoire de physiologie appliquée à l'éducation physique, du professeur J.-P. Langlois, a démontré qu'en palier, pour une vitesse moyenne de 80 mètres à la minute (4 km. 8 à l'heure), l'homme dépense environ 0,420 petite calorie par kilogramme d'individu et par mètre parcouru. Les calories correspondant au métabolisme basal, le sujet étant debout et au repos, ne sont pas comprises dans cette évaluation.

Quand le sujet accomplit une marche ascendante, la dépense passe de 0,420 petite calorie par mètre-kilogramme, en palier, à :

0,800 petite calorie pour une pente de 5 %.
1,100 — — pour une pente de 10 %.

La marche, à la condition d'y introduire des modifications diverses de vitesse et de durée, suivant l'âge et l'entraînement, a l'avantage d'être un exercice à la portée de tout le monde. Les hommes de cabinet, les gens âgés, les vieillards même, qui, pour des raisons quelquefois légitimes, répugnent aux pratiques du gymnase ou du stade, font toujours bien de garder l'habitude de la marche, lors même qu'elle ne devrait revêtir que cette forme dédaignée de Voltaire : la *promenade à pied*. Elle suractive doucement toutes

les fonctions, nous fait quitter l'appartement clos et s'accompagne toujours d'un bain d'air pur et parfois de soleil.

II. — *Considérations physiologiques sur les courses.*

Tandis que, pendant la marche, le corps demeure en contact avec le sol, tantôt par un seul pied, et tantôt par les deux pieds, pendant la course, au contraire, le corps est, par instants, en suspension dans l'espace. Cette phase de suspension est précédée par le contact de l'un des pieds et suivie par le contact de l'autre pied avec le sol. L'appui simultané des deux pieds n'existe à aucun moment. On peut donc distinguer pendant la course l'*appui unipédal* et la *suspension.*

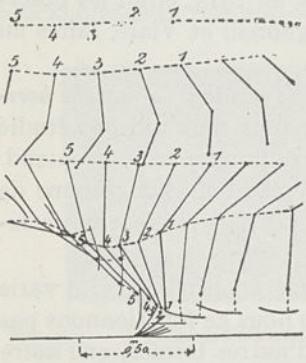


FIG. 81. — *Analyse chronophotographique du mouvement du membre inférieur pendant une course rapide.*

L'appui du pied se divise en deux phases distinctes ; celle qui précède et celle qui suit le passage du rayon du membre inférieur par la verticale menée par la cheville du pied.

Dans la première phase de l'appui, l'action du membre est dirigée en sens inverse de la progression. C'est une action retardatrice qui diminue d'intensité jusqu'au passage du rayon du membre par la verticale. A ce moment, le membre inférieur n'a qu'un rôle de soutien, qui dure peu car sitôt que son rayon a dépassé la verticale, l'action propulsive commence (fig. 81).

Les actions musculaires mises en jeu dans les deux phases consécutives de l'appui ont été principalement localisées dans les extenseurs du membre inférieur. Dans la première phase, les extenseurs ont résisté à la flexion des segments en se laissant étirer, en faisant, en quelque sorte, du travail négatif, puis ils ont exécuté un effort statique de courte durée ; ils produisent enfin du travail positif dans la seconde phase de l'appui.

On voit, dans ce cas, les muscles antagonistes de la flexion entrer en contraction bien avant que l'extension apparaisse. Ils utilisent l'effort résistant qu'ils ont opposé à la flexion, parce qu'ils sont déjà dans un état de tension considérable au moment où le mouvement change de sens. Cette tension aurait nécessité un certain temps pour être acquise si les muscles étaient partis de l'état de relâchement, et comme le temps réservé à l'effet utile de ces muscles n'est qu'une fraction de la durée d'appui qui vaut globalement huit à quatorze centièmes de seconde seulement, il y a tout avantage à ne rien perdre de ce temps déjà si court.

Le rôle du *balancement des bras* dans la marche et la course est aussi d'amener le centre de gravité du corps latéralement du côté du membre à l'appui et de diminuer ainsi les oscillations latérales du tronc, qui dépendent,

comme Marey l'a bien démontré, de l'écartement des empreintes des pieds sur le sol. Le balancement des bras n'est pas, en effet, une simple oscillation d'avant en arrière, mais un mouvement oblique. Le bras gauche est projeté en arrière et à gauche au moment du posé du pied gauche, tandis que le bras droit est projeté en avant et également à gauche.

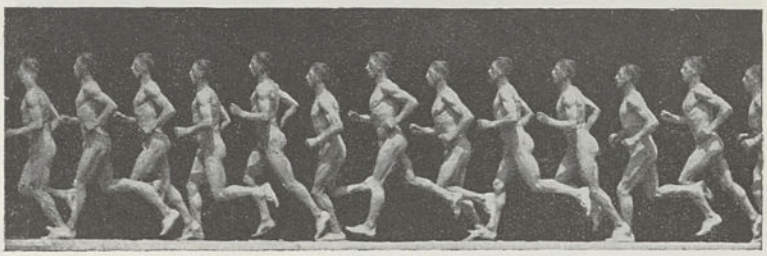


FIG. 82. — *Chronophotographie du pas gymnastique* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

Lorsqu'on examine un coureur, on remarque que certains points du corps, la tête, la hanche, par exemple, décrivent une *ligne sinueuse*, dont les points les moins élevés correspondent à la période d'appui et les plus élevés à celle de suspension. La course étant une succession de bonds en avant, chaque fois que la hauteur de ces bonds prévaudra sur leur longueur, les sinuosités de la ligne décrite seront accentuées, et la progression, transformée en sautillements en hauteur, pourra beaucoup se ralentir.

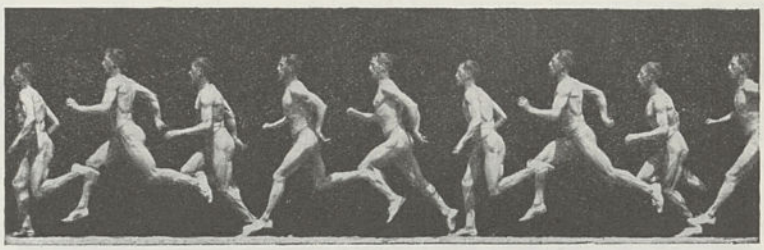


FIG. 83. — *Chronophotographie d'un sujet ayant adopté l'allure d'une course de fond* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

Plus l'impulsion donnée par la jambe d'appui sera oblique dans le sens de la progression, plus la ligne décrite se rapprochera de l'horizontale et plus rapide sera l'allure. Moindre aussi sera la fatigue, la masse du corps étant, à chaque foulée, soulevée à une moindre hauteur.

Plus la vitesse de la progression est accélérée, plus la durée de la suspension se raccourcit et plus la jambe oscillante doit se porter rapidement en avant. En fléchissant fortement son membre oscillant, afin d'en diminuer la longueur, le coureur gagnera du temps et améliorera sa vitesse. Nous pouvons assimiler le membre oscillant au balancier d'une pendule : plus ce

dernier est long, plus lents sont ses mouvements ; plus il est court, plus rapides sont ses oscillations (fig. 82 à 87).

Dans la plupart des courses, *le pied rencontre le sol par la pointe* ; les muscles de la jambe et de la cuisse font ressort.

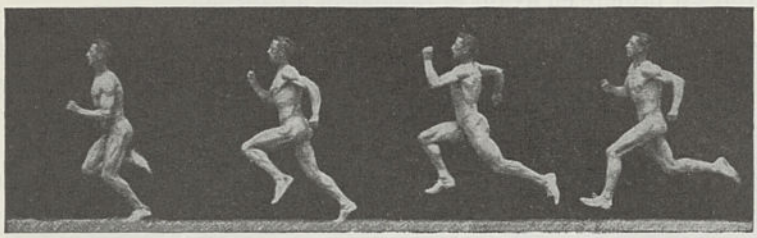


FIG. 84. — *Chronophotographie d'un sujet ayant adopté l'allure d'une course de vitesse* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

Pendant une course de vitesse, il faut, pour donner un point d'appui solide aux muscles des membres inférieurs, immobiliser le tronc dans la situa-

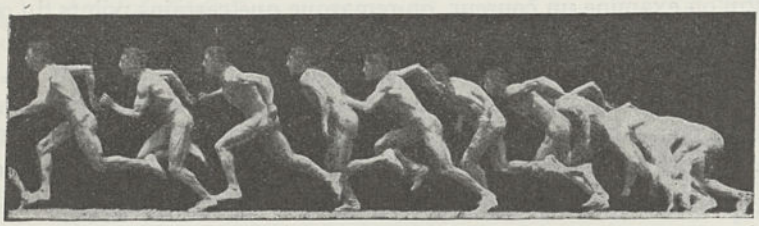


FIG. 85. — *Chronophotographie d'un départ de course* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

tion de l'effort, les parois abdominales contractées, le thorax en inspiration, maintenu dans cette attitude par la fermeture de la glotte qui s'oppose à

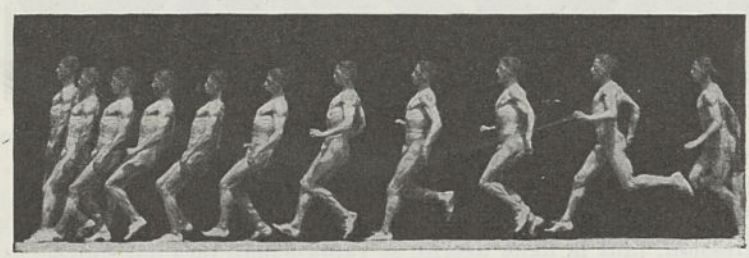


FIG. 86. — *Chronophotographie d'un arrêt en fin de course* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

l'issue de l'air des poumons. Si le coureur dérange cette disposition pour respirer, toute la base de ses efforts s'évanouit. Une haute capacité respiratoire, permettant au poumon de renfermer une bonne provision d'air au début d'une course de 100 mètres, est donc requise pour soutenir cet exercice pen-

dant onze ou douze secondes. Seuls les coureurs de grande classe y arrivent. Les autres, ceux surtout dont le ventre développé diminue d'autant la profondeur de la poitrine et, conséquemment, sa capacité, éprouvent un impérieux besoin de respirer après les soixante-dix premiers mètres. Ils le font aussi vite que possible pour ne point détendre tout l'édifice musculaire rigide et bloqué, formé par le tronc sur lequel prennent point d'appui, pour agir, les muscles de leurs membres inférieurs. Un ralentissement de l'allure correspond manifestement à chaque mouvement respiratoire effectué pendant la course.

Les cardiaques, les emphysémateux, doivent absolument renoncer aux courses. L'inspiration avec blocage de la poitrine, qui est le régime respiratoire pendant la course de vitesse, favorise elle-même le développement de l'emphysème. Cet état s'accompagne d'une surpression extrême dans tout le cœur droit. Pour ces raisons, on ne conseillera jamais les exercices de vitesse dans l'âge mûr, après trente-cinq ou quarante ans ; les artères ne sont plus assez souples, les valvules du cœur ne sont plus assez résistantes pour s'y prêter sans conséquences fâcheuses.

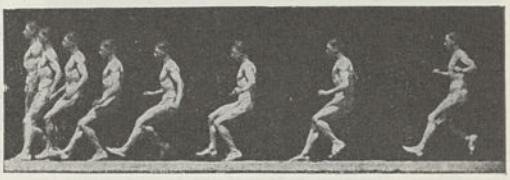


FIG. 87. — *Chronophotographie d'un arrêt en fin de course* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

L'homme n'est pas absolument taillé pour la course, et ce mode de mouvement est toujours, chez lui, un de ceux qui mettent en œuvre le plus complètement l'appareil musculaire et les organes respiratoire et circulatoire, dont le fonctionnement est étroitement lié. Il exige une dépense de force considérable, puisque, à chaque foulée, le corps doit être détaché de terre et privé de tout appui pendant un temps appréciable.

C'est ainsi qu'un coureur oscillant de 0 m. 20 de hauteur, à chaque foulée, pendant une course, élève son corps dans l'espace de 0 m. 20 × le nombre des foulées. Supposons qu'il ait effectué une centaine de foulées, il aura fourni le même travail que s'il avait élevé son corps de 0 m. 20 × 100 = 20 mètres. Si ce coureur pèse, par exemple, 70 kilogrammes, le travail qu'il aura fourni pour effectuer le seul mouvement d'oscillation verticale de son corps sera de 20 m. × 70 = 1.400 kilogrammètres, pendant qu'il aura fait 100 foulées. Cette évaluation est loin d'indiquer la totalité du travail fourni. Pour avoir une idée de ce dernier, il faudrait ajouter au chiffre précédent la valeur en kilogrammètres du mouvement de propulsion. Ce qui contribue le plus à donner à cet exercice un caractère spécial d'intensité, c'est le temps très court pendant lequel cette énorme dépense physiologique a lieu.

Quoi qu'il en soit, la course demeure un excellent exercice, mais il n'en est pas qui soit plus usant, plus exténuant ; aussi doit-il être pris à doses exactement mesurées et progressives.

Les vieux racingmen *partent encore debout*. Les Américains prennent le

départ *dans la position accroupie*. Au point de vue physiologique, ni l'une ni l'autre de ces attitudes ne sont soutenables. Elles sont excessives. L'attitude qui conviendrait le mieux, si l'on voulait tenir compte de la mécanique musculaire et de la structure de nos membres inférieurs, serait une attitude demi-ramassée, le corps en avant, les membres en demi-flexion, prêts au bondissement. Le style américain impose aux membres inférieurs une flexion exagérée. Quant à l'attitude des vieux racingmen, elle leur fait inévitablement perdre, au moment du départ, la petite distance qu'ils ont ensuite grand-peine à rattraper.

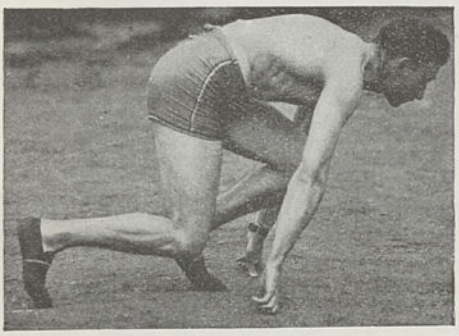


FIG. 88. — *Position préparatoire pour prendre le départ dans une course de vitesse.*

Le *départ* joue un grand rôle dans les courses de vitesse (100 mètres). Il importe que les athlètes soient familiarisés avec la conduite à tenir dans les instants qui précèdent immédiatement cette sorte d'épreuve.

Le coureur doit venir occuper sa place sur la ligne de départ posément, sans précipitation, très calme, très maître de lui, indifférent à ce qui l'entoure et aux manifestations de la foule. Au commandement « Préparez-vous », il dispose convenablement ses pieds, ses mains et tout le reste de son corps. Il devient très attentif. A l'avertissement : « Attention ! » Il se ramasse, prêt à bondir, et commence à concentrer sa volonté. Son attention redouble (fig. 88).

Au coup de pistolet, dès que le son a frappé son oreille, il bondit sans perdre de temps. Pendant le premier bond, il a, par une inspiration brusque, empli d'air sa poitrine qui s'immobilise, la glotte étant fermée. Sur le thorax bloqué, tous les muscles de l'abdomen prennent appui pour immobiliser les os du bassin. Sur ces derniers, les puissants muscles fessiers et ceux des membres inférieurs vont eux-mêmes s'appuyer pour se mouvoir en contractions aussi rapides que possible (fig. 89, 90 et 90 *bis*).

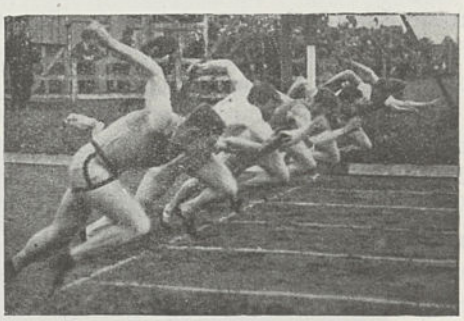


FIG. 89. — *Départ d'une course de vitesse.*

Vers 70 mètres, la vague d'acide carbonique qui inonde brusquement l'économie fera sentir son action sur le centre respiratoire bulbaire. Le coureur aura un urgent besoin de respirer. Il fera donc un mouvement respiratoire aussi bref que possible, sachant que chaque respiration, chez le coureur,

s'accompagne pendant la phase expiratoire d'un relâchement des muscles thoraciques et abdominaux. Conséquemment, les muscles du membre inférieur ne trouvent plus sur le bassin incomplètement immobilisé un point d'appui solide, et la vitesse de leurs contractions diminue. Le coureur se ralentit (fig. 91 à 94).

FIG. 90. — *Départ d'un coureur de vitesse.*

SÉLECTION D'UN ATHLÈTE COUREUR. — On nous a souvent demandé par quelle série d'observations sommaires il était possible de se rendre compte de la supériorité athlétique d'un coureur. Nous rapportons ici un exemple de sélection, brièvement commenté. Il fera comprendre mieux que par une longue explication l'utilité des constatations anatomo-physiologiques pour faire choix d'un recordman.

Guil... est né le 1er octobre 1899, au Dorat, dans la Haute-Vienne. Lors de son arrivée à l'Ecole de Joinville, il avait vingt ans et trois mois, son poids était de 55 kg. 100. Sa taille, au-dessous de la moyenne, mesurait 1 m. 615. Son coefficient thoracique $\left(\frac{\text{tronc}}{\text{taille}}\right) = \frac{0,81}{1,61} = 0,50$.

FIG. 90 *bis*. — *Fragments d'un film consacré à l'étude de la course* (départ d'une course de vitesse).

Lorsque le tronc est développé normalement, lorsque les proportions du corps sont harmonieuses, le coefficient thoracique oscille aux environs de 0,53 (0,5379 pour les petites tailles et 0,5285 pour les grandes). Guil... a donc un buste court et des membres inférieurs relativement longs. Il est du type *macroskèle* (à longues jambes) de Manouvrier.

Lors de son arrivée, son périmètre thoracique, mesuré au niveau de l'appendice xiphoïde, était exprimé par les valeurs suivantes :

En inspiration maxima	0 m. 94
En expiration maxima	0 m. 82

La différence (0 m. 12) exprimait son élasticité thoracique qui était très supérieure à la moyenne (0 m. 08) ; le sujet disposait donc d'un important pouvoir de ventilation. Sa capacité vitale, évaluée au spiromètre, était de 3 l. 920. Elle était élevée et supérieure de 350 cmc. environ à la capacité vitale moyenne des sujets de sa taille.

Petite taille, longues jambes, faible poids, grande élasticité thoracique et grande capacité vitale : tels furent les premiers indices qui attirèrent notre attention sur Guil...

La recherche des relations qui existent entre la production générale d'acide carbonique et le pouvoir éliminateur des poumons fournit les indices les plus précieux sur l'aptitude d'un sujet donné aux épreuves de fond.

A ce propos, *les relations entre la masse du corps et la capacité vitale*, donnée directement par le spiromètre, sont de la plus haute importance. Un sujet lourd et surchargé de graisse ou pourvu d'une musculature très puissante produit par l'exercice une quantité surabondante d'acide carbonique. Il importe que sa capacité vitale soit élevée pour que ses poumons assurent l'élimination de ce produit de déchet. Il en est rarement ainsi, c'est ce qui explique que de tels sujets ne puissent fournir aucun exercice prolongé. Ils n'arrivent pas à éliminer l'acide carbonique au fur et

FIG. 91. — *Arrivée d'une course de vitesse. Aspect caractéristique des visages des coureurs. Spasme des muscles accessoires de la respiration* (orbiculaire des lèvres, masséters, muscles du cou, fixateurs du larynx).

à mesure de sa formation, et le centre respiratoire, surexcité par ce poison de l'économie, provoque une dyspnée intense.

Il en est tout autrement quand un sujet de poids, de corpulence et de musculature moyens ou même un peu inférieurs à la moyenne, est doué d'une capacité vitale

FIG. 92. — *Arrivée d'une course de vitesse. Autre aspect des coureurs. Spasmes des muscles accessoires de la respiration* (orbiculaire des lèvres, dilatateur des ailes du nez, masséters, muscles du cou, fixateurs du larynx).

élevée. C'était le cas du coureur Guil..., petit chasseur à pied de vingt ans appartenant à l'armée du Rhin, complètement inconnu huit mois avant les jeux interalliés de 1919 et qui devait triompher dans une course de fond aux jeux olympiques d'Anvers.

L'étude du rythme respiratoire, du rythme cardiaque, les tracés pneumographiques et cardiographiques devaient pleinement confirmer notre première impression. Voici les indications relatives au rythme respiratoire :

Nombre de mouvements respiratoires au repos en une minute.....	12
— — — après une course de 400 mètres au pas gymnastique	15
Temps nécessaire pour revenir au calme	1'35".

Voici celles qui sont relatives au rythme cardiaque :

Nombre de pulsations radiales au repos en une minute	68
— — après une course de 400 mètres au pas gymnastique	82
Temps nécessaire pour revenir au calme.....	1'50"

On le voit, le travail modifiait relativement peu le rythme du cœur et celui de la respiration. Au surplus, les tracés pneumographiques et cardiographiques étaient d'une admirable régularité.

Les urines ne présentaient aucune trace d'albumine.

L'auscultation attestait la perfection de l'hydraulique cardiaque et l'intégrité de l'appareil respiratoire.

FIG. 93 et 94. — *Moulages de Mackensie traduisant les déformations du visage pendant l'effort.*

Les caractéristiques anatomiques qui frappaient l'œil le moins exercé étaient la longueur du sternum, la profondeur de la cage thoracique, les dimensions réduites de l'abdomen, la brièveté du tronc et la longueur relative des jambes.

Nous étions indubitablement en présence d'un coureur de grand fond. Sa tenue sur la piste, sa technique, la constance de son allure, la régularité de ses foulées confirmèrent que Guil... était construit pour les épreuves de durée.

Après trois mois de travail régulier, cet athlète avait légèrement augmenté de poids (56 kg. 700) et les données numériques relatives au périmètre thoracique et au rythme respiratoire et cardiaque étaient les suivantes :

Périmètre thoracique xiphoïdien.....	Inspiration maxima.....	0 m. 95
	Expiration maxima	0 m. 80
	Elasticité thoracique	0 m. 15

Depuis son arrivée à l'école, son élasticité s'était donc accrue de 0 m. 03.

Rythme respiratoire.....	Au repos.....	11
	Après 400 mètres	9

Ce résultat est apparemment paradoxal. Les neuf inspirations (au lieu de onze) enregistrées après 400 mètres sont extrêmement amples et la quantité d'air mobilisée par elles est supérieure à la quantité mobilisée par les onze mouvements respiratoires constatés au repos. En fait, la stabilisation respiratoire est complètement acquise.

Rythme cardiaque	Au repos.....	62
	Après 400 mètres	70

Le cœur s'est ralenti au repos d'une manière permanente, mais la stabilisation n'est pas encore complète pendant le travail.

Si l'on n'avait tenu compte que de la morphologie, personne n'aurait songé à considérer Guil.... comme un champion de grande classe. Mais ce ne sont pas, nous le savons, les apparences qui nous permettent de porter un jugement exact sur les champions. Il n'est pas rare d'observer des aptitudes merveilleuses chez des sujets dont la structure est apparemment loin d'être irréprochable. Les parties les plus visibles de la machine animale ne prouvent rien quant à la qualité du travail. L'état du cœur, des poumons, du système nerveux, des reins et du foie a plus d'importance que les formes extérieures.

Cet ensemble de constatations, exceptionnellement favorables, confronté avec l'excellente tenue du sujet sur la piste, nous inclina à approuver sa désignation, parmi tous ses camarades, comme le représentant des couleurs françaises à Anvers pour les courses de 5.000 et de 10.000 mètres. Il gagna la première dans un style magnifique. Il n'arriva que second dans celle de 10.000 mètres par le fait d'une imprudence alimentaire commise par l'athlète une heure avant la course.

Conseils aux coureurs de cross-country. — Le cross-country est le sport populaire par excellence. On le pratique à peu de frais, et, pour cette raison, il est à la portée de tous. Aussi le nombre de ses adeptes augmente-t-il chaque jour. C'est, par surcroît, un sport complet mettant en jeu toutes les ressources de l'organisme.

Dans les clubs où l'on s'y adonne, les champions sont l'objet des soins les plus attentifs. Par contre, les débutants sont trop souvent quelque peu délaissés et abandonnés à leur fantaisie. Il ne faut pas moins s'occuper d'eux que des premiers pour préparer l'avenir et assurer le recrutement des champions.

Courir en liberté sur une belle pelouse ; côtoyer un ruisseau et le franchir ; traverser des taillis ; escalader des talus et suivre les méandres d'un sentier forestier ; cela ne semble pas, dès l'abord, très difficile. Mais cet exercice varié comporte cependant l'observation de précautions élémentaires trop souvent méconnues.

Les jeunes hommes de bonne constitution générale doivent seuls prendre part aux compétitions de cross-country.

Avant l'âge de dix-huit ans, il conviendra de n'aborder que des parcours restreints et de ne point lutter en compétition. Un simple entraînement en groupe sous la direction d'un vétéran, marchant à une allure modérée, sera excellent et suffisant pour cette catégorie d'adolescents. Les compétitions seront réservées aux seuls jeunes hommes dont la constitution générale, et notamment les fonctions cardiaque et pulmonaire, seront parfaites.

Le jour de l'épreuve, le crossmann surveillera particulièrement son alimentation. Il mangera modérément, comme à l'ordinaire, et le repas précé-

dant le cross devra être terminé depuis deux heures quand l'ordre de départ sera donné. Il faut, pour bien courir, que la digestion soit sinon terminée, du moins très avancée.

Le crossmann fera ses besoins et se déshabillera au dernier moment, surtout si le vestiaire n'est pas chauffé. Il aura soin de toujours porter un slip. Une friction énergique au gant de crin sera excellente pour activer la circulation, assouplir les muscles et rendre moins vive l'impression de froid causée par la différence de température enregistrée dans le vestiaire et à l'extérieur. En aucun cas, il ne devra demeurer dévêtu et immobile pendant de longs instants avant le départ.

Si le temps est froid et sec, le coureur fera bien de s'enduire d'un peu de vaseline, particulièrement les oreilles et les articulations des poignets et des genoux.

Il se rendra au départ, vêtu d'un gros chandail ou d'un sweater qu'il quittera seulement au moment de l'envolée.

En course, *il ne devra jamais s'arrêter, ni même marcher* ; en cas d'abandon, *c'est en trottant* à petite allure qu'il devra regagner le vestiaire.

Après l'arrivée, il remettra tout de suite son chandail et se rendra au vestiaire sans perdre de temps. Là il prendra une douche courte, froide, si d'habitude il fait bien la réaction, et chaude s'il la fait mal ou incomplètement. S'il ne dispose pas d'une installation de douche, il se passera rapidement une serviette sur le corps et s'essuiera en frottant énergiquement pendant quelques instants. Un léger massage ou une brève friction au gant de crin complétera ces soins. Puis, il s'habillera. Après quoi, il pourra alors absorber une boisson chaude, café ou thé sucré, bouillon ou lait, et mordre à belles dents dans un sandwich que le grand air et l'exercice lui feront certainement trouver délicieux.

ETUDE DE LA LOCOMOTION HUMAINE (MARCHE ET COURSE PAR LA MÉTHODE DES EMPREINTES PLANTAIRES). — Avec la collaboration des moniteurs de l'Ecole de gymnastique de Joinville, j'ai repris un certain nombre d'expériences instituées par Borelli, Barthez, Gassendi, Gerdy, Giraud-Teulon, Carlet, Marey et Demeny, en vue d'analyser les divers modes de locomotion de l'homme. Les observations faites par ces auteurs sont trop connues pour qu'il soit besoin d'y revenir ici. Elles demeurent des modèles d'analyse expérimentale.

Je n'ai en vue, dans cet exposé, que l'énoncé de quelques faits que la méthode des empreintes plantaires révèle. J'ai fait parcourir aux diverses allures, par des sujets experts dans l'art de la marche et des courses, de longues bandes de papier exactement étalées sur le sol. Les locaux où avaient lieu ces observations — en l'espèce, les salles de l'Ecole de Joinville, longues de 50 m. — étaient assez vastes pour permettre d'obtenir des empreintes à toutes les allures. Les pieds des coureurs et des marcheurs étaient enduits d'encre d'imprimerie. Voici, succinctement rapportés, les résultats de ces observations.

1° Empreintes plantaires pendant la marche. — Dans ce genre de locomotion, le pied se pose sur le sol par le talon. Sa partie moyenne, sa plante, s'y applique ensuite fortement. L'extrémité antérieure s'en détache la derniere. Comme l'a dit Carlet, le pied *se déroule* sur le sol. Au moment où le talon de l'un des deux pieds touche le sol la pointe de l'autre pied y adhère encore, de telle sorte que le corps n'abandonne jamais entièrement le contact du sol. Dans un même pas, il y a un instant où les jambes appuient simultanément sur le sol ; ce temps du « double appui » est d'environ 3/10 de seconde dans la progression lente faite à raison de 70 pas par minute.

A B

Fig. 95. — *Sujet B...* : A, *pied gauche* ; B, *pied droit*.

Empreintes prises pendant la marche. On voit que le pied gauche est plus appuyé. Son bord externe a été au contact du sol dans toute son étendue. Le sujet B... a une attitude légèrement hanchée à gauche.

Fig. 96. — *Sujet* B...

Empreintes des deux pieds dans la station debout. Egalité des pressions. Les surfaces au contact du sol sont sensiblement équivalentes.

Il est presque toujours un pas plus long que l'autre ; celui qu'exécute la jambe droite, chez les droitiers, la jambe gauche, chez les gauchers.

L'appui de chacun des pieds sur le sol pendant la marche n'est pas également réparti chez tous les sujets. Très fréquemment, les empreintes données par l'un des pieds, tantôt le droit et tantôt le gauche, sont plus accusées que celles données par l'autre pied (fig. 95). Ceci ne tient pas à une conformation anatomique propre à celui des deux pieds donnant l'empreinte la plus accusée. En effet, chez de tels sujets, la station debout, dans l'immobilité, révèle une similitude complète des empreintes des deux pieds (fig. 96). C'est seulement pendant la marche et la course lente (pas gymnastique) que se révèle cette particularité. Sa cause réside dans une attitude hanchée observée chez quantité de sujets. Elle caractérise et individualise leur démarche. Le

coureur B..., qui nous a fourni les empreintes de la figure 95, avait le buste légèrement penché à gauche. Son membre inférieur, du même côté, appuie plus fortement sur le sol ; le dynamomètre le démontre ; l'observation de ses empreintes le faisait soupçonner. De tels sujets se fatiguent plus vite que ceux qui présentent une égalité d'appui sur les deux membres. La fatigue est d'abord ressentie par le membre qui supporte les plus fortes pressions.

A la fin d'une longue marche, les empreintes plantaires deviennent plus étalées. La voûte plantaire s'affaisse et le pied entre en contact avec le sol par une plus grande surface.

FIG. 97. — *Sujet B...*
A, Empreintes pendant la marche libre. B, Empreintes pendant la marche, le sujet étant chargé. On voit que, dans ce dernier cas, la cambrure du pied s'est accusée au point que le bord externe du pied n'entre plus au contact du sol dans toute son étendue.

2° EMPREINTES PENDANT LA MARCHE, LE SUJET ÉTANT CHARGÉ. — Si l'on charge pesamment (20 kilogr., à chaque main) un sujet et qu'on le fasse marcher, on pourrait s'attendre, *a priori*, à ce que les empreintes indiquassent un étalement du pied.

C'est le contraire que l'on observe. Les muscles du mollet et du pied se contractent énergiquement pour résister à l'affaissement de la voûte plantaire que tend à produire l'accroissement artificiellement provoqué du poids du corps. Le bord externe du pied entre à peine ou même n'entre pas du tout en contact avec le sol (fig. 97 et 98). La cambrure des pieds s'accuse. La voûte plantaire est sous-tendue plus énergiquement par les tendons qui la croisent. Toutefois, à la longue, après un temps qui varie avec la résistance musculaire des sujets observés et l'importance des poids additionnels dont on les a surchargés, la voûte plantaire finit par fléchir. Le pied s'affaisse peu à peu, comme à la suite d'une longue marche, et on observe des empreintes plantaires qui traduisent l'étalement du pied. Pour provoquer la cambrure des pieds mal faits, il est donc justifié de faire marcher les sujets après les avoir chargés de poids

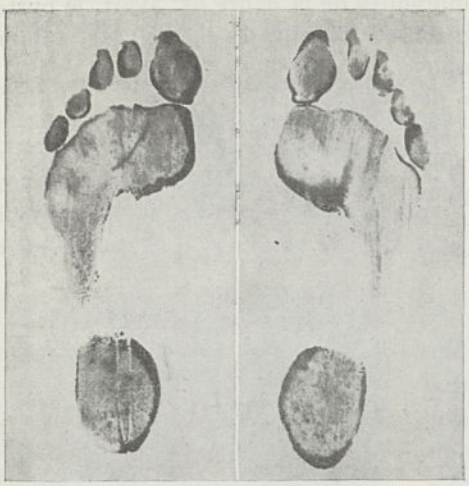


FIG. 98. — *Sujet B...*
Empreintes pendant la marche, le sujet portant 20 kg. à chaque main. Cambrure des pieds. Le bord externe de chaque pied n'entre plus au contact du sol dans toute son étendue.

additionnels, mais pendant de très courts instants à chaque séance. Les séances peuvent être fréquemment répétées.

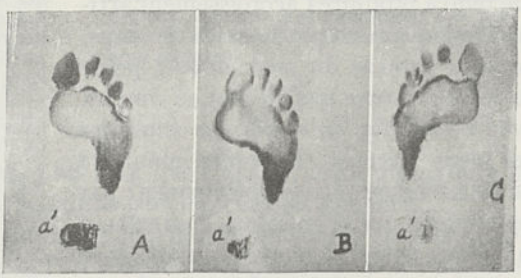
C'est là un traitement excellent du pied plat.

3° EMPREINTES PENDANT LA COURSE. — Si l'on fait courir un sujet à faible allure (pas gymnastique), le pied rencontre encore le sol par le talon et les empreintes ont sensiblement les mêmes caractéristiques que pendant la marche naturelle. Toutefois, lorsqu'elles existent, les inégalités de pression dues au hanchement apparaissent ici plus nettement encore que pendant la marche.

Si l'on fait accélérer l'allure, on constate que, peu à peu, le contact du talon avec le sol devient de moins en moins large, de moins en moins perceptible. On obtient des empreintes intermédiaires entre celles de la marche et celles que nous allons trouver plus loin (fig. 99).

Lorsque l'allure atteint une certaine vitesse, le talon ne rencontre plus le sol : le pied n'entre plus en contact avec lui que par la région métatarso-phalangienne (fig. 100). Enfin, aux allures très rapides, telles que celles des cou-

FIG. 99. — *Empreintes attestant que l'allure s'accélère. Le bord externe du pied ne touche plus le sol que dans sa moitié antérieure et l'empreinte du talon devient de plus en plus légère. L'allure s'accélère progressivement de* A *en* C. *En a' on aperçoit l'empreinte très réduite du talon.*



reurs de vitesse, l'empreinte se réduit à celle de l'extrémité antérieure du pied (fig. 101, 102 et 103).

En adoptant ces allures, l'homme progresse à la manière des animaux digitigrades. Ses pieds fonctionnent comme les extrémités postérieures des animaux coureurs qui n'appuient sur le sol que leurs doigts, ou même les extrémités de leurs doigts (fig. 104, 105 et 106). Chez eux, il y a redressement plus ou moins complet de l'extrémité du membre. Cette disposition du tarse et du métatarse a pour avantage d'accroître :

1° La rapidité de la course, puisque le contact des extrémités avec le sol est bref et assuré instantanément ;

2° L'élasticité de la démarche ; les chutes sont amorties à chaque bond, parce qu'il y a un plus grand nombre d'articulations interposées entre le corps et le sol.

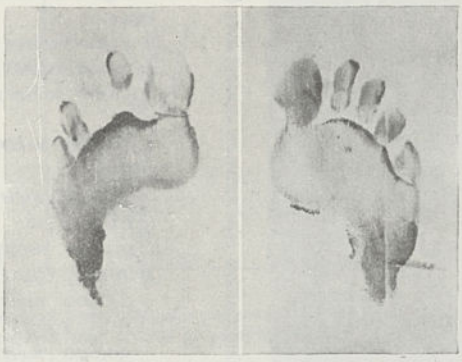


FIG. 100. — *Empreintes pendant une course de fond, en grandes foulées. Le talon ne rencontre plus le sol. Le pied n'entre plus en contact avec lui que par la région métatarso-phalangienne.*

Dans la marche et la course lente, la progression de l'homme est comparable à celle des plantigrades ; au contraire, la course aux allures vives lui fait adopter l'attitude des animaux digitigrades, ou coureurs.

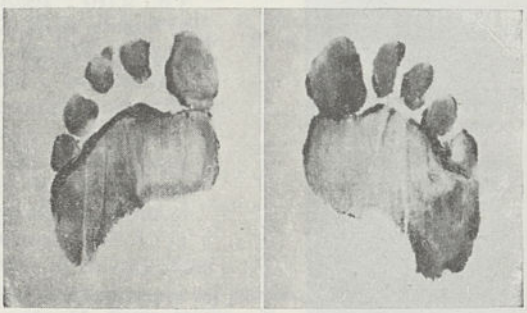


FIG. 102. — *Empreintes prises pendant une course de vitesse et réduites à celles de l'extrémité antérieure du pied.*

FIG. 101. — *Sujet B... Empreintes prises pendant une course de vitesse. Elles se réduisent à celles de l'extrémité.*

RECORDS DU MONDE POUR LES COURSES. — 100 *mètres* : 10'' 3/10, P. Williams (Canada), 1930 ;

Tolan (E.-U.), 1932 ; Metcalfe (E.-U.), 1933 : Peacok (E.-U.), 1934 ; Berger (Hol.), 1934.

200 *mètres* : 20'' 3/10, Owens (E.-U.), 1935.

300 *mètres* : 30'', Kovacs (Hong.), 1935.

400 *mètres* : 46'', G. Klemmer (E.-U.), 1941.
500 *mètres* : 1'02'', Eastman (E.-U.), 1934.
600 *mètres* : 1'18'' 4/10, Eastman (E.-U.), 1934.

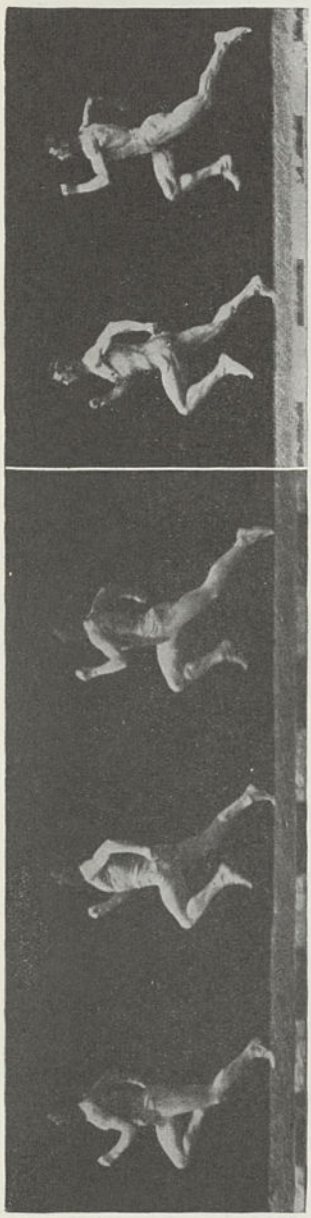


FIG. 103. — *Chronophotographie montrant que pendant la course de vitesse, seul l'avant-pied entre en contact avec le sol à chaque foulée.*

800 *mètres* : 1'46"6, Harbig (All.), 1938.
1.000 *mètres* : 2'21''5, R. Harbig (All.), 1941.
1.500 *mètres* : 3'43'', G. Haegg (Suède), 1944.
2.000 *mètres* : 5'11''3, Haegg (Suède), 1942.
3.000 *mètres* : 8'01"2, Haegg (Suède), 1942.
5.000 *mètres* : 13'58''2, Haegg (Suède), 1942.
10.000 *mètres* : 29'52''6, Maeki (Finl.), 1939.
15.000 *mètres* : 46'49'' 6/10, P. Nurmi (Finl.), 1928.
20.000 *mètres* : 1 h. 03'01''2, A. Csaplar (Hong.), 1941.
25.000 *mètres* : 1 h. 21'27'', E. Tamila (Finl.), 1939.
30.000 *mètres* : 1 h. 40'57'' 6/10, Ribas (Arg.), 1932.

Relais 4 × 100 : Champion olympique 1936, Equipe nationale (E.-U.), 39'' 8/10 ; recordman du monde, Equipe nationale (E.-U.), 40'' ; recordman olympique, Equipe nationale (E.-U.), 40'' ; recordman de France, Equipe nationale, 41'' 6/10.

Relais 4 × 400 : Champion olympique 1936, Equipe nationale (Gr.-Bret.), 3'9'' ; recordman du monde, Equipe nationale (E.-U.), 3'8'' 2/10 ; recordman olympique, Equipe nationale (E.-U.), 3'8'' 1/10; recordman de France, Equipe nationale, 3'15'' 6/10.

Marathon : Champion olympique 1936, Kitei Son (Japon), 2 h. 29'19''.

110 *mètres haies* : Champion olympique 1936, Towns (E.-U.), 14'' 2/10 ; recordman du monde, P. Beard (E.-U.), 14'' 2/10 ; recordman olympique, R. Saling (E.-U.), 14'' 6/10 ; recordman de France, G. Sempé (B. E. C.), 14'' 8/10.

400 *mètres haies* : Champion olympique 1936, G. Hardin (E.-U.), 52'' 4/10 ; recordman du monde, G. Hardin (E.-U.), 50'' 6/10 ; recordman olympique, R. Tisdall (Irlande), 51'' 8/10 ; recordman de France, R. Viel (S. F.), 54''.

3.000 *mètres steeple* : Champion olympique 1936, Iso-Hollo (Finl.), 9'3'' 8/10 ; recordman du monde, pas de record ; recordman olympique, Loukolo (Finl.), 9'21' 4/5 ; recordman de France, pas de record.

Physiologie des concours de sauts

SAUT EN LONGUEUR AVEC ÉLAN. — Cet exercice ne doit point être effectué en dehors des sautoirs. Ceux-ci sont constitués par une piste, soit sur gazon, soit sur cendrée, par une planche d'appel et par un terrain de chute profon-

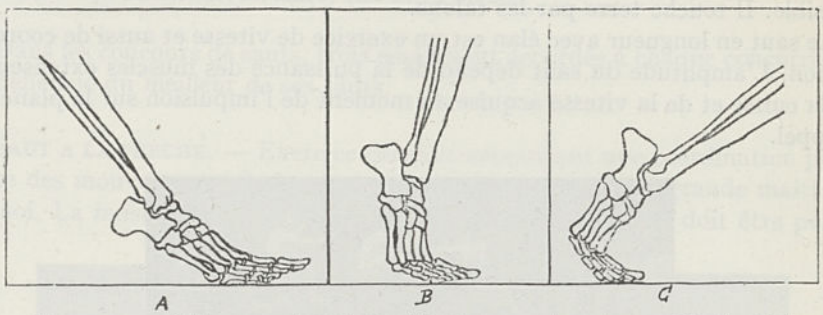


FIG. 104. — *Schéma montrant trois attitudes successives du squelette du pied pendant une course de vitesse.*

A, le pied du coureur aborde le sol ; B, phase intermédiaire ; C, le pied quitte le sol. A aucun moment le talon n'a touché le sol.

dément étoffé de sable de mer. Le rebord de la planche d'appel est considéré comme ligne de départ.

La course préparatoire au saut se fait sur une longueur non déterminée,

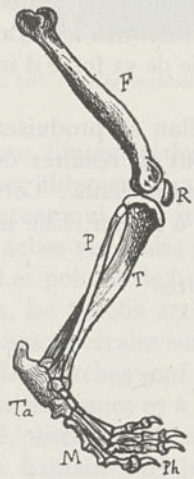


FIG. 105.
Squelette du membre postérieur du chien (digitigrade).

F, fémur ; R, rotule ; P, péroné ; T, tibia ; Ta, tarse ; M, métatarse ; Ph, phalange.

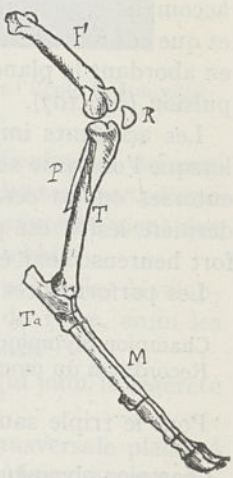


FIG. 106.
Squelette du membre postérieur d'une gazelle.

F, fémur ; P, péroné ; R, rotule ; T, tibia ; Ta, tarse ; M, métatarse.

généralement sur 25 à 55 mètres. Il convient qu'elle soit aussi rapide que possible. Au niveau de la planche d'appel transversale qui termine la piste a lieu l'impulsion résultant de la brusque détente des muscles extenseurs des membres inférieurs. Suit une période de suspension pendant laquelle le sauteur progresse dans l'espace à la manière d'un projectile. Enfin, la chute a lieu

sur une arène moelleuse pour éviter toute lésion des articulations du cou-de-pied et du pied.

Le sauteur élève les bras et augmente de ce fait l'accélération du mouvement ascensionnel du centre de gravité. Pendant la suspension, il lance brusquement en avant ses jambes tendues afin de rencontrer le sol aussi loin que possible. Il touche terre par les talons.

Le saut en longueur avec élan est un exercice de vitesse et aussi de coordination. L'amplitude du saut dépend de la puissance des muscles extenseurs de la cuisse et de la vitesse acquise au moment de l'impulsion sur la planche d'appel.

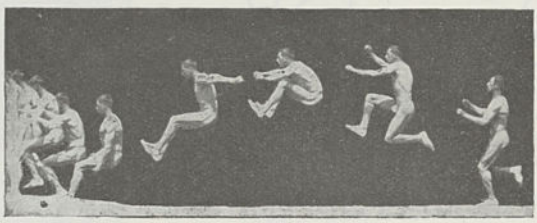


FIG. 107. — *Chronophotographie d'un saut en longueur avec élan* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

La grande difficulté, pendant l'entraînement, consiste à toujours aborder la planche d'appel avec le même pied. Pour cela, il importe que le sauteur accomplisse, pendant la course préparatoire, un même nombre de foulées, et que ces foulées aient la même longueur, faute de quoi il ralentira son train en abordant la planche d'appel et perdra une grande partie de sa force d'impulsion (fig. 107).

Les accidents imputables au saut en longueur avec élan se produisent lorsque l'on saute sur un terrain dur et mal préparé. Il peut en résulter des entorses ou un écrasement de la bourse séreuse sous-calcanéenne. Cette dernière lésion est particulièrement douloureuse et lente à guérir. Elle est fort heureusement extrêmement rare.

Les performances les plus remarquables sont les suivantes :

Champion olympique, J. OWENS (E.-U.), 8 m. 06.
Recordman du monde, J. OWENS (E.-U.), 8 m. 13.

Pour le triple saut, les records sont les suivants :

Champion olympique, Tajima (Japon), 15 m. 82.
Recordman du monde, Harada (Japon), 16 m.

SAUT EN HAUTEUR AVEC ÉLAN. — Chaque sauteur a son style propre. Les uns abordent la barre de front. D'autres l'attaquent de côté en lançant l'une des jambes au-dessus d'elle, l'autre la suivant aussitôt, cependant que le corps décrit sur lui-même un mouvement de rotation pour éviter que la ré-

gion lombaire ne touche la barre. Certains athlètes la franchissent « en plongeant » et font leur chute sur les bras, aidés de l'une des jambes.

Voici les records du sauteur en hauteur avec élan :

Champion olympique, C. Johnson (E.-U.), 2 m. 03.
Recordman du monde, M. Marty (E.-U.), 2 m. 06.

Dans les concours de sauts, trois essais sont accordés à chaque concurrent. Il bénéficie du meilleur de ses sauts.

SAUT A LA PERCHE. — Exercice complet nécessitant une coordination parfaite des mouvements, de la vitesse et de la souplesse, une grande maîtrise de soi. La musculature des membres supérieurs et du tronc doit être puis-

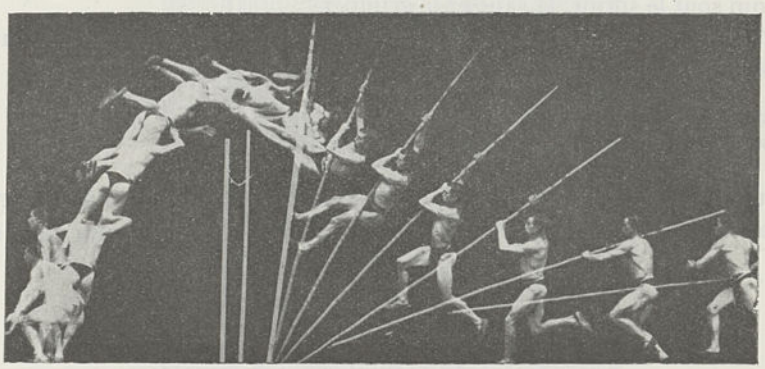


FIG. 108. — *Chronophotographie d'un saut à la perche* (Iconographie de l'Ecole de Joinville)

sante, l'intégrité des parois abdominales complète ; les articulations doivent jouer librement et avoir leur maximum de mobilité. La chute se faisant d'une hauteur qui peut atteindre 4 mètres, il importe que les sauteurs aient des attaches viscérales parfaites, ne présentant aucun relâchement.

Les pointes de hernies et les hernies, les varices et les varicocèles développés, les lésions articulaires des poignets, de l'épaule et du tarse, enfin les ptoses viscérales sont autant de contre-indications à ce sport.

Les perches sont en bois. La plupart sont en bambou, qui joint la légèreté à la résistance et à l'élasticité.

L'obstacle à franchir est représenté par une barre transversale placée à une hauteur variable supportée, à l'aide de chevilles, par deux poteaux verticaux distants d'au moins 3 m. 60.

Au pied de l'obstacle et au seuil du sautoir, la plupart des concurrents font un trou en arrière de la planche d'appel, celle-ci servant de butoir. Ce dispositif a pour but de prendre un solide point d'appui au moment de l'enlèvement.

L'élan est pris sur une piste perpendiculaire au sautoir. Il doit être calculé

de manière que le sauteur place l'extrémité inférieure de la perche dans le trou d'appel sans ralentir en rien sa vitesse. C'est là le point délicat.

Aussitôt après le piquage de la perche, l'athlète s'enlève en s'aidant de toute la force de ses bras. Les jambes se dressent verticalement d'abord puis s'inclinent obliquement en franchissant la barre. Le tronc exécute un mouvement de rotation autour de la perche en prenant point d'appui sur les bras. A la fin de la rotation, le corps a alors la forme d'un V renversé, la barre étant située sous le sommet du V. Le corps franchit la barre, le sauteur abandonne et repousse la perche désormais inutile et les bras se relèvent vivement pour éviter de toucher la barre dans le mouvement de descente (fig. 108).

Ce sport complet suppose, pour être pratiqué avec succès et agrément, que l'on se soit adonné préalablement à des exercices préparatoires appropriés qui sont le sprint, le saut et le grimper.

A l'heure actuelle, voici les meilleures performances réalisées au saut à la perche :

Champion olympique, Meadows (E.-U.), 4 m. 35.
Recordman du monde, K. Brown (E.-U.), 4 m. 39.

ETUDE DYNAMOGRAPHIQUE ET CHRONOPHOTOGRAPHIQUE DES SAUTS. — Un sauteur qui touche terre résiste, en contractant ses muscles extenseurs,

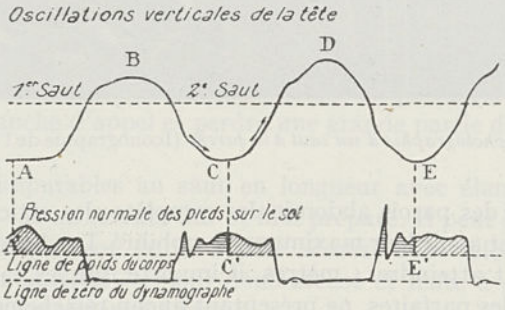


FIG. 109. — *Sauts en hauteur exécutés successivement.*
A, B, C, D, E, tracé du mouvement oscillatoire vertical de la tête. Le tracé en hachures indique les variations de pression des pieds sur le sol, enregistrées par le dynamographe (d'après Demeny).

à la flexion des membres inférieurs que tend à produire sa vitesse de chute: Cette vitesse diminue alors et s'annule. A ce moment, les extenseurs sont fortement étirés et d'autant plus tendus qu'ils ont résisté davantage à la flexion des jambes. Sous l'influence de cette tension des extenseurs, le mouvement va changer de sens, et la vitesse d'extension consécutive est en rapport avec l'intensité et la durée de cet effort des extenseurs.

La durée de l'impulsion étant limitée, car c'est la durée de l'appui, il y a intérêt, pour la hauteur du saut, à ce que l'effort d'extension ait, dès le début du mouvement, une valeur considérable.

L'entrée en jeu des extenseurs, avant même le changement de sens du mouvement, réalise donc la meilleure condition d'effet utile.

C'est pour cette raison qu'un sauteur qui veut exécuter un saut en hauteur le fait précéder d'un saut préparatoire qui lui sert à tendre les muscles extenseurs au début du coup de jarret.

Les tracés du dynamographe montrent que la pression des pieds sur le sol, pression qui mesure la force d'extension des membres inférieurs, se maintient à une valeur considérable pendant la phase d'amortissement et la phase de détente qui se succèdent sans discontinuité (fig. 109).

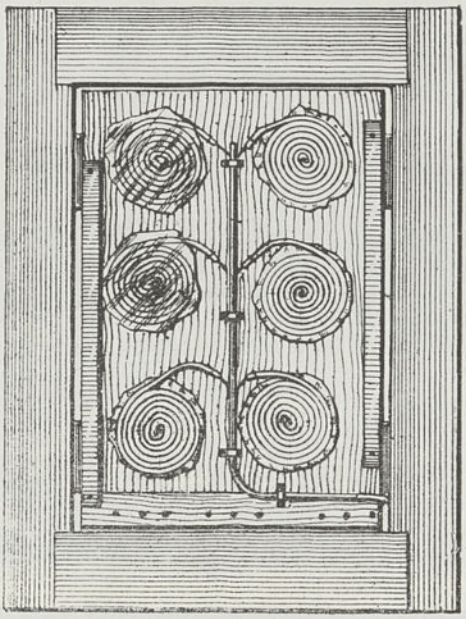


FIG. 110. — *Vue intérieure du dynamographe à spirales, en tubes de caoutchouc, sur lesquelles se font les pressions exercées par l'intermédiaire d'un plateau qui supporte le poids du corps du sauteur. Les variations de pressions produites à l'intérieur des spirales influencent des tambours inscripteurs avec lesquels les spirales sont conjuguées.*

L'aire d'impulsion qui mesure la quantité de mouvement communiquée au corps pendant le coup de jarret dans une série de sauts successifs est alors plus grande que si la pression partait seulement de la valeur du poids du corps, comme dans un saut isolé ; et finalement la hauteur du second saut D est plus élevée que celle du premier (fig. 109).

Demeny a parfaitement démontré qu'il était, dans la chute qui suit le saut, nécessaire de se recevoir avec beaucoup de souplesse, afin de répartir sur une plus longue durée la force d'impulsion des pieds sur le sol et, conséquemment, d'amortir le choc au maximum (fig. 110 et 111).

Il y a un moyen d'augmenter la tension des muscles antagonistes au moment du changement de sens du mouvement dans un saut, c'est de faire

varier subitement la position du centre de gravité du corps, en déplaçant vivement les membres.

Ainsi, un homme qui va sauter fléchit ses membres inférieurs, puis les étend brusquement, et pendant qu'il exécute ces actes, il abaisse, puis élève brusquement les bras. Voici alors ce qui se passe : l'élévation rapide des bras produit un changement de forme du corps qui a pour effet d'élever

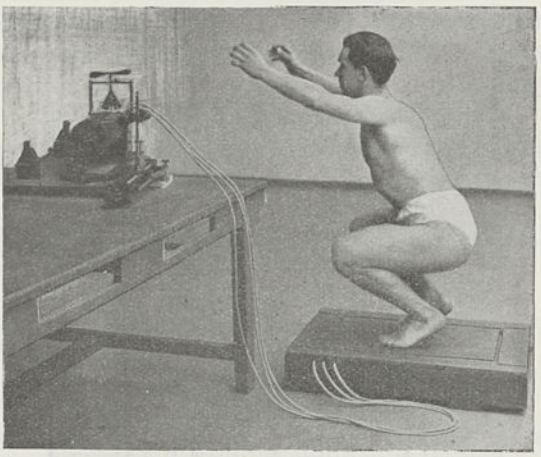


FIG. 111. — *Un sauteur se recevant en souplesse, sur le plateau du dynamographe.*

brusquement le centre de gravité vers la tête. Les effets de l'extension brusque du membre inférieur seront accrus par l'élévation brusque des bras, et la vitesse de propulsion ainsi que la hauteur ou la longueur du saut seront plus grandes.

FIG. 112. — *Chronophotographies de sauts successifs, effectués de pied ferme* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

L'intervention des muscles antagonistes en vue d'augmenter l'effet utile produit par un groupe de muscles se retrouve dans presque tous les cas où ces derniers doivent effectuer un travail énergique dans un temps très court. C'est surtout dans la locomotion des animaux, où le mouvement des membres est un mouvement périodique de va-et-vient, que se rencontre cette nécessité au point de vue de l'économie du travail utile (fig. 112 à 119).

UNE RÉFORME A INTRODUIRE DANS LES CONCOURS DE SAUTS. — Au point

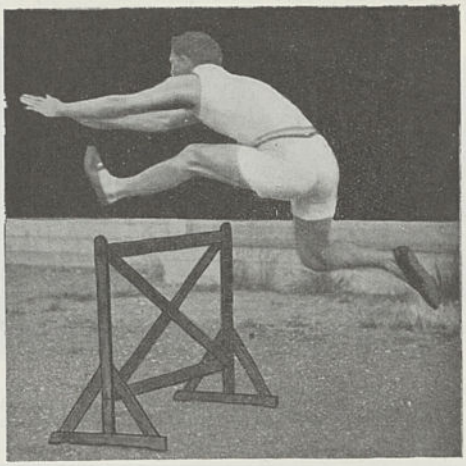


FIG. 113. — *Passage d'une haie.*

de vue des concours sportifs, nous émettons l'avis que la catégorisation de

FIG. 114. — *Chronophotographie d'un passage de haie* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

sauteurs s'impose de même que s'est imposée celle des boxeurs et celle de

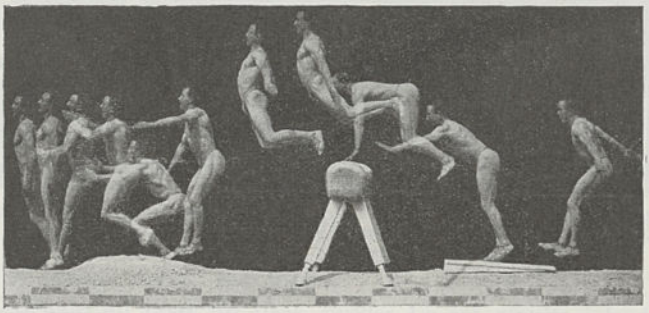


FIG. 115. — *Chronophotographie d'un saut de face avec appui des mains* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

lutteurs. Un homme de 1 m. 68 qui franchit une barre horizontale à 1 m. 85 du sol, — ce fut le cas de notre champion Lowden, aux jeux olympiques

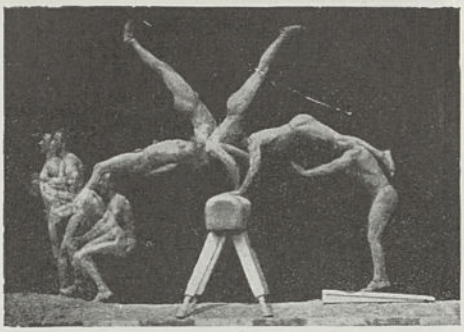


FIG. 116. — *Chronophotographie d'un saut de face avec appui des mains et renversement* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

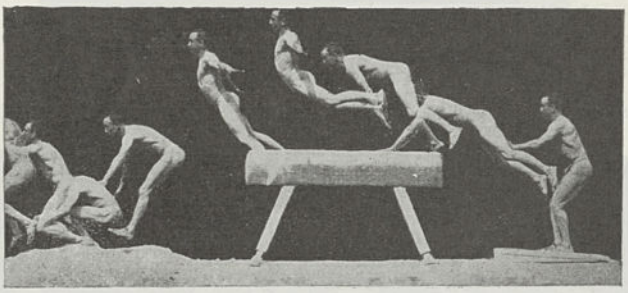


FIG. 117. — *Chronophotographie d'un saut en longueur de face avec appui des mains* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

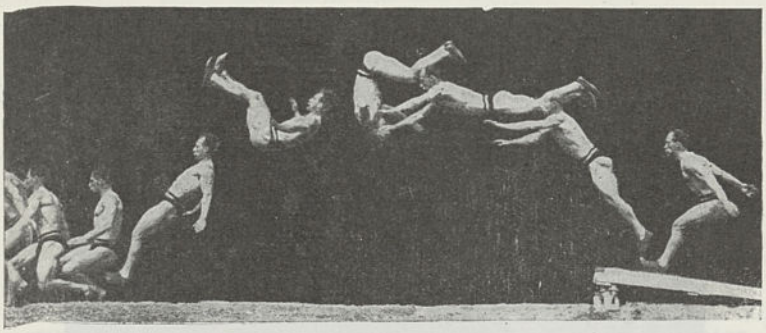


FIG. 118. — *Chronophotographie d'un saut périlleux complet. Le sujet retombe sur les pieds et les mains* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

d'Anvers, — est, toutes proportions gardées, meilleur sauteur qu'un homme de 1 m. 75 qui saute 1 m. 86. Cependant, dans un concours, la palme revien-

dra au second. Il y a là une réforme à introduire, dans le code olympique. Elle se trouve justifiée par la physiologie et aussi par le bon sens qui se rencontrent souvent. Nous irons plus loin et nous dirons que ce n'est pas sur

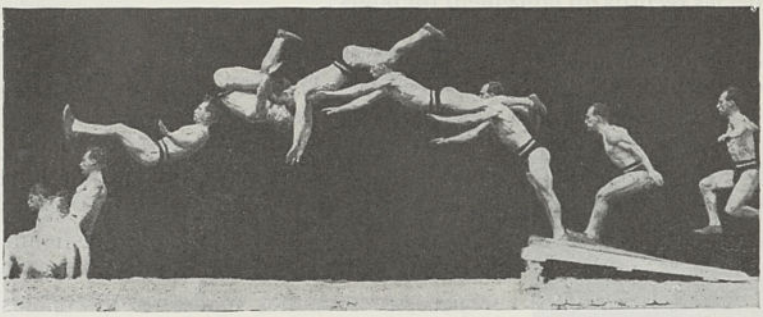


FIG. 119. — *Chronophotographie d'un saut périlleux complet. Le sujet retombe correctement sur les pieds* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

la taille totale qu'il faudrait catégoriser les athlètes du saut mais sur la longueur respective de leurs jambes, les jambes de même longueur devant lutter ensemble dans une même compétition. Les sauteurs ayant une grande taille ou, plus exactement, de longues jambes, sont très avantagés par rapport aux sujets pourvus de jambes courtes.

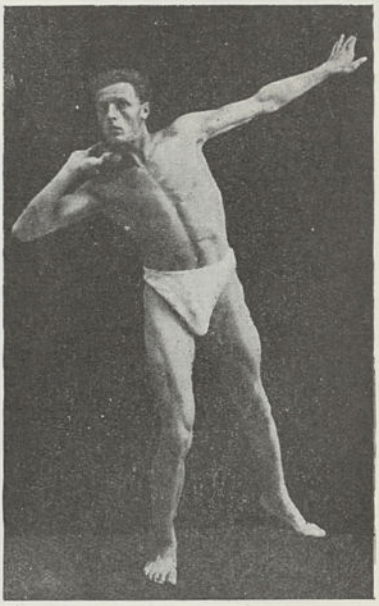


FIG. 120. — *Attitude de départ pour le lancement du boulet.*

Physiologie des lancements

LANCEMENT DU POIDS. — Les meilleurs lanceurs de poids ont de 24 à 32 ans. Cet exercice exige une grande vigueur générale, une bonne coordination des mouvements, une détente prompte. Il sollicite l'activité de toute la musculature avec prédominance des muscles lombaires, scapulaires et extenseurs des membres. Il améliore la coordination motrice et accroît la force. Les meilleurs lanceurs de poids sont des hommes aux épaules puissantes et bien conformées.

On ne lance point l'engin comme une pierre ou une balle, en faisant décrire au bras un vif mouvement de rotation. Le poids, saisi à pleine main, est logé à hauteur de l'épaule au bout du bras replié. Le jet résulte à la fois de la détente du bras et de la poussée de l'épaule. Le lanceur doit se maintenir

dans les limites d'un cercle de 2 m. 135 de diamètre. Il y bondit par bonds courts, presque sur place et sur un même pied. Le corps est projeté en avant de manière à exercer sur le poids lui-même une poussée considérable (fig. 120).

Voici les records du lancement du poids :

Champion olympique, H. Wœlke (Allemagne), 16 m. 20.
Recordman du monde, J. Torrance (E.-U.), 17 m. 40.

FIG. 121. — *Lancement du disque.*

LANCEMENT DU DISQUE. — Vieux sport, noble entre tous par la beauté de l'attitude. Les images de l'homme les plus belles et les plus harmonieuses nous ont été données par les films au ralenti reproduisant les attitudes successives de nos modernes discoboles.

Exercice excellent exigeant de celui qui le pratique bien des qualités de force et de souplesse unies à une impeccable coordination motrice.

Le disque que nous lançons aujourd'hui est en bois, cerclé de fer et noyauté de cuivre. Celui que lançaient les athlètes des stades helléniques était en bronze ou en pierre et plus lourd que le nôtre.

Chaque concurrent a droit à trois essais. Le meilleur des trois compte seul pour le classement.

L'acte même du lancement exige beaucoup de dextérité. Il se passe dans un cercle de 2 m. 50 de diamètre. Le disque est placé bien à plat dans la paume de la main bien ouverte, sur les doigts écartés en palme, épousant le bord

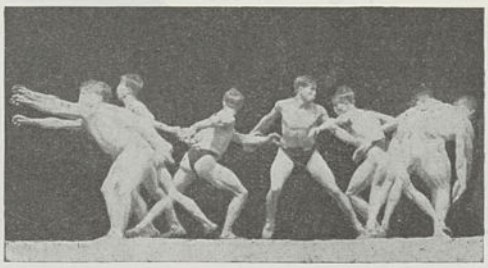


FIG. 122. — *Lancement du disque*
(Iconographie de l'Ecole de Joinville).

du palet par leur pulpe. Dans le temps préparatoire du balancement, la main droite tourne la paume face au sol, pendant que la main gauche, par sa paume oblique et orientée face au ciel, soutient le disque. L'un des pieds touche au cercle de lancement, l'autre est à l'intérieur du cercle ; le corps

est bien vertical. Le bras droit se balance plusieurs fois; c'est le temps important de la concentration musculaire. Brusquement le corps se porte sur la jambe centrale, pivote sur lui-même, cependant que les pieds esquissent une sorte de pas de valse et que le bras, porteur du disque, d'abord étendu latéralement, puis vers l'arrière, puis suivant à la dérive, entraîné par l'épaule, dépasse le corps, est violemment lancé en avant par le mouvement giratoire et s'arrête sur l'axe de projection, la main ouverte. Le disque doit suivre une trajectoire qui ne soit ni trop arquée ni trop tendue. Il doit aussi, pour que le jet soit valable, tomber dans un secteur de 90 degrés, préalablement tracé sur le sol à partir du point de lancement (fig. 121 et 122),

Chaque athlète a un style conforme à ses dispositions musculaires. Des discoboles trapus comme Nittymaa, Nicklander et Porhola tournaient vivement sur place autour d'une jambe servant de pivot et imprimaient au disque un mouvement de fronde. Le discobole géant Taïpale, qui avait deux mètres, se contentait de mettre à profit une envergure exceptionnelle. Quant à Duncan, il abandonnait le disque alors que son corps était en pleine suspension.

Voici les plus grandes performances réalisées dans le lancement du disque:

Champion olympique, Carpenter (E.-U.), 50 m. 48.
Recordman du monde, F. Schrœder (Allemagne), 53 m. 10.

LANCEMENT DU JAVELOT. — Une ligne blanche, large, très apparente délimite la zone que le lanceur ne doit point dépasser dans son élan. C'est à

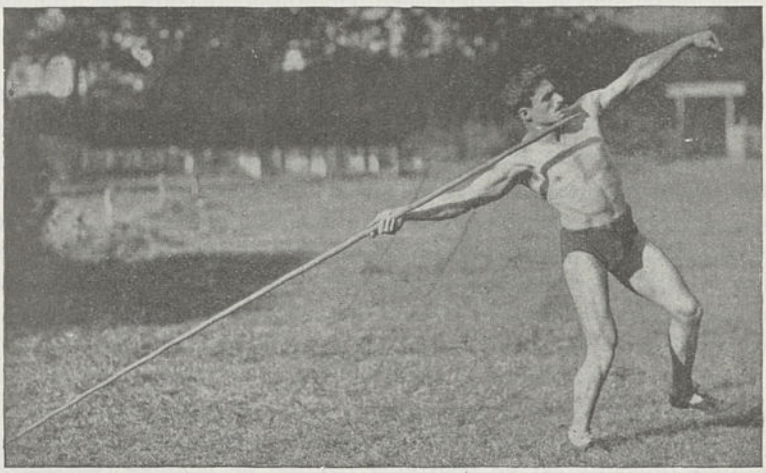


FIG. 123. — *Lancement du javelot. Style classique* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

partir d'elle (ou de son prolongement) que la distance parcourue par le javelot sera mesurée. L'endroit où la pointe du javelot aura touché le sol marque l'autre point de mesure. Le meilleur des trois jets auquel chaque concurrent a droit est seul retenu pour le classement.

Dans le style du lancement classique, le javelot est saisi à pleine main, vers son centre de gravité, là où il a été ceinturé d'un bandage de cordelette.

Après une course de 30 mètres en moyenne, lente d'abord, plus vive ensuite, le bras se tend en arrière, en même temps que le tronc et les jambes se raidissent puis se fléchissent, entraînant le bras en avant et projetant le javelot tangentiellement à une trajectoire qui ne soit ni trop tendue ni trop arquée.

Le jet du javelot est un vieux sport de l'Hellade, ressuscité par les Scandinaves, adopté aujourd'hui dans toutes les réunions où se déroulent des concours d'athlétisme.

Le rôle de la force musculaire générale est moins important dans cet exercice que dans les lancements précédents. Le bon lanceur de javelot doit avoir une grande souplesse et une solidité à toute épreuve de l'articulation du poignet. Il accomplit sa performance grâce aux muscles de l'épaule, des bras et du tronc (fig. 123).

Voici les meilleures performances accomplies par les lanceurs de javelot :

Recordmann du monde, M. Jarvinen (Finlande), 76 m. 66.
Recordman olympique, M. Jarvinen (Finlande), 72 m. 72.

Lancement du marteau. — C'est un sport imaginé par les forgerons irlandais qui luttaient à qui lancerait le plus loin les marteaux de forge. La forme même de l'engin a été modifiée ; le nom a été conservé. Imaginez une sphère métallique de 7 kg. 257 à laquelle est fixé un fil d'acier de 1 m. 10 pourvu d'une poignée assez large pour y engager la main.

Le lanceur, enfermé dans un cercle de 2 m. 135 de diamètre, fortement campé sur ses jambes écartées, tourne d'abord le dos à l'objectif qu'il se propose d'atteindre. Saisissant la poignée de l'engin à deux mains, il fait tournoyer le poids au-dessus de sa tête, pivote deux ou trois fois sur lui-même, résiste à la force centrifuge qui tend à le déséquilibrer et, quand le tournoiement atteint au maximum de vitesse, lâche le marteau sur l'axe de projection, le visage face au but.

Le lanceur du marteau doit être un homme lourd, s'opposant par sa masse à l'action de la force centrifuge du marteau au moment du lancer. Il doit être doué de vitesse, d'une grande vigueur musculaire et d'une coordination motrice impeccable.

C'est un exercice excellent dont la pratique exige une application assidue. La grande difficulté est de résister à l'action de la force centrifuge et de maintenir l'équilibre du corps pendant que le tournoiement du poids imprime à l'engin l'élan nécessaire.

Les records du lancement du marteau sont les suivants :

Champion olympique, Hein (Allemagne), 56 m. 49.
Recordman du monde, P. Ryan (E.-U.), 57 m. 77.

Nécessité de répartir les lanceurs en plusieurs catégories. — Je voudrais attirer l'attention encore une fois sur l'imperfection du code olympique, en ce qui concerne les conditions des concours de lancements. La catégorisation des lanceurs de poids s'impose au même titre et pour les mêmes raisons que s'est imposée celle des boxeurs et celle des lutteurs. Le poids de 7 kg. 257 est infiniment plus léger au bras puissant d'un athlète de 80 kilogrammes qu'à celui d'un athlète de 60 kilogrammes. La masse musculaire du premier est plus grande que celle du second ; ses lancements seront toujours les meilleurs.

Depuis que j'observe les athlètes, j'ai acquis la certitude que le poids à lancer, dans les concours, devait être le dixième du poids du lanceur. Un homme de 80 kilogrammes lancerait un poids de 8 kilogrammes ; un homme de 60 kilogrammes lancerait un poids de 6 kilogrammes. Ainsi les performances seraient comparables entre elles, physiologiquement parlant. A l'heure actuelle, elles ne le sont pas. Avec les règles olympiques, sont éliminés des concours de lancements de nombreux et excellents athlètes auxquels leur musculature ne permet pas de se mesurer avec des adversaires plus lourds et plus musclés.

Les champions mastodontes ne seraient peut-être pas toujours vainqueurs si, concourant avec des sujets plus faibles qu'eux, les uns et les autres lançaient un poids proportionnel à leur propre poids. On verrait peut-être des lanceurs de 60 kilogrammes lancer le boulet de 6 kilogrammes plus loin que les lanceurs de 80 kilogrammes armés d'un boulet de 8 kilogrammes.

Ainsi, les compétitions pour les lancements seraient ouvertes à tous et on aurait remédié à l'erreur actuelle du code olympique qui est, sur ce point, tout à fait en défaut. Seuls, actuellement, les géants musclés peuvent prétendre au titre de champions du lancement. Il serait juste que cet exercice fût prétexte à exciter l'ardeur de quantité de gens qui se mettraient à manier des poids proportionnés à la masse musculaire dont ils disposent. Ainsi, vraiment, pourrait être jugée la qualité motrice d'un grand nombre d'athlètes et non la puissance individuelle de quelques hommes exceptionnellement doués. Une telle réforme aurait pour résultat de permettre aux juges de comparer les performances légitimement comparables entre elles.

La lutte.

La lutte, et, après elle, la course, sont les sports nobles par excellence. Ils n'emploient aucun appareil et mettent en œuvre toutes les ressources du corps humain. Au terme de l'adolescence, en cette période où le corps termine son développement, la lutte favorise très efficacement l'augmentation de la masse organique. Elle est trop peu en honneur. « Exercice brutal, propre au divertissement des gens grossiers », a-t-on dit.

Il m'est arrivé souvent d'assister, à l'école de Joinville, à des assauts de lutte donnés par nos moniteurs. Luttes courtoises et sincères, éminemment démonstratives et auxquelles assistaient fréquemment des personnalités

appartenant aux milieux les plus divers. L'avouerai-je : les spectateurs appartenant à la classe des intellectuels se sont toujours montrés plus sensibles que les autres au spectacle de deux lutteurs nus.

La plus haute poésie est celle que nous offre un beau corps d'homme accomplissant un geste animé et significatif, rapide et concret, illuminé d'un regard, d'une mimique où se condensent tous les motifs, tous les intérêts, tous les effets d'une longue activité, et qui résume le passé et l'avenir en une seule minute intense et consciente. Dans ce geste, la nature, avec un tact admirable, dose toutes les forces de la vie. Elle nous permet de contempler l'existence dans toute sa plénitude.

Le corps d'un bel athlète est un poème qui n'a pas besoin de mots pour s'exprimer. Quand on le regarde, on s'étonne de la béatitude inattendue dont le sport a orné ce qui peut paraître la partie la plus vaine de l'être humain : son corps.

Au surplus, un bel athlète possède un inépuisable pouvoir de suggestion. L'art y retourne incessamment comme à une source, toujours renouvelée de fraîcheur.

Au point de vue sportif, la lutte est un exercice plein de finesses, qu'une étude approfondie peut élever à la hauteur d'un art. Elle a l'avantage de n'exiger que des mouvements naturels et de ne susciter que des efforts instinctifs. Elle est incapable de déformer le corps à la manière de certains exercices artificiels qui exigent des actes musculaires pour lesquels le corps n'est pas fait.

Dans la lutte, il n'est pas un muscle qui ne travaille. Pour soulever l'adversaire, tous les extenseurs sont mis en œuvre ; pour le faire plier, ce sont les fléchisseurs qui entrent en action. Nul moyen d'éducation physique n'est plus conforme à l'instinct du jeune homme qui est aussi enclin à saisir son adversaire pour le renverser qu'à courir pour le dépasser. Lutte et course sont les plus naturels des exercices. Ne sont-ils pas aussi les plus pratiques ? L'espace restreint d'une cour d'école ne suffit-il point pour plusieurs groupes de lutteurs ? La surveillance des maîtres empêcherait la déloyauté de certaines prises, préviendrait le danger de certaines tentatives et accouplerait les lutteurs selon l'égalité de leurs forces.

Que les hommes du monde qui donnent le ton cessent de professer un dédain irréfléchi pour un exercice qui n'est pas « de bonne compagnie ». Que les jeunes ouvriers, au sortir de l'atelier, goûtent entre eux les passe-temps de la palestre. Ce serait une manière efficace de rendre à la plastique française sa suprématie.

L'idée de la lutte évoque trop souvent le spectacle des compétitions des music-halls où s'exhibent des individus obèses qui comptent plus sur le poids de leur masse que sur la force de leurs muscles pour écraser l'adversaire. Le sport n'a rien à voir et la race rien à gagner à ces exhibitions dans lesquelles le scénario, réglé d'avance, ne laisse que peu de place à l'imprévu.

Les catégories de lutteurs sont les suivantes :

1re *catégorie.* — Poids mouche : jusqu'à 52 kilos.
2e *catégorie.* — Poids plume : de 52 à 57 kilos.
3e *catégorie.* — Poids coq : de 57 à 62 kilos.
4e *catégorie.* — Poids légers : de 62 à 67 kilos.
5e *catégorie.* — Poids mi-moyens : de 67 à 73 kilos.
6e *catégorie.* — Poids moyens : de 73 à 79 kilos.
7e *catégorie.* — Poids mi-lourds : de 79 à 87 kilos.
8e *catégorie.* — Poids lourds : au-dessus de 87 kilos.

La boxe.

Boxe anglaise et boxe française. — En boxe anglaise l'usage des poings seuls est permis. Les coups ne peuvent être portés qu'à la tête et au corps, au-dessus de la ceinture.

En boxe française, l'usage des poings et des pieds est autorisé. En outre, le boxeur peut frapper sur toutes les parties du corps sans exception, mais en raison du danger que présentent certains coups de pied, les assauts ne se font qu'à la touche et aux points (fig. 124).

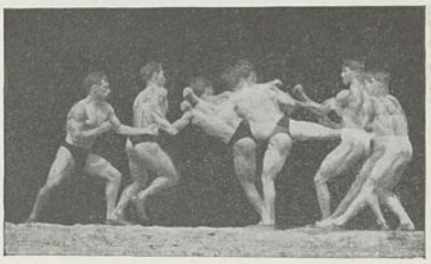


FIG. 124. — *Chronophotographie d'un coup de pied de boxe française* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

Catégories de boxeurs. — Voici les poids d'après lesquels se classent les amateurs de boxe anglaise :

Catégories de poids		*Poids français en kilogrammes.*	*Poids anglais en livres.*
Mouche (Fly)	Jusqu'à	50 kg. 802	112 and under
Plume (Feathe)	—	57 — 152	126 —
Coq (Bantam)	—	53 — 524	118 —
Légers (Light)	—	61 — 237	135 —
Mi-moyens (Welter)	—	66 — 678	147 —
Moyens (Middle)	—	72 — 574	160 —
Mi-lourds (Heavy light)	—	79 — 378	175 —
Lourds (Heavy)	—	tous poids	Any weight.

Mécanisme du knock-out. — Les mécanismes du knock-out sont multiples ; on peut les ramener à quatre :

1° Par un coup direct au menton, qui produit un ébranlement de la base du crâne. Cet ébranlement se transmet au bulbe rachidien. Les noyaux du pneumogastrique sont matériellement traumatisés.

Il se produit une suspension momentanée de la respiration et l'arrêt du cœur. En même temps, l'ébranlement est transmis par le rocher aux terminaisons du nerf vestibulaire et il en résulte un état vertigineux qui peut durer encore, alors que les noyaux du pneumogastrique sont déjà sortis de leur torpeur ;

2° Par un coup porté à la région carotidienne. La percussion du nerf pneumogastrique, qui contient les fibres inhibitrices du cœur (frères Weber, 1845), provoque un arrêt du cœur en diastole. Arloing et Tripier ont démontré que le pneumogastrique droit est plus inhibiteur que le pneumogastrique gauche. Le côté droit du cou serait donc plus sensible au choc que le côté gauche ;

3° Par un coup porté à l'épigastre (coup au « solar » des Anglais) ou au niveau de la vésicule biliaire (coup au foie). Il agit en excitant violemment les terminaisons du plexus solaire et en réalisant l'expérience de Goltz qui, d'une chiquenaude donnée sur l'abdomen de la grenouille, provoque l'arrêt immédiat du cœur, pendant quelques instants.

4° Par un coup porté de gauche à droite et de bas en haut à la pointe du cœur, par l'extrémité du gant de boxe qui déprime la paroi abdominale dans la région la plus élevée du creux épigastrique. Ce mécanisme est rare et ne se produit que lorsque le choc surprend l'adversaire en expiration alors que la paroi abdominale est relâchée.

La boxe est un sport excellent, ou au contraire, condamnable suivant son mode d'emploi (1). — Les commotions cérébrales et bulbaires répétées ont les plus funestes conséquences au point de vue mental. Nous connaissons un professionnel de la boxe qui dut être interné à la suite d'une série d'exhibitions où il jouait le rôle du vaincu, encaissant chaque soir un certain nombre de coups à la tête. Ce sont là des abus intolérables. La boxe est un sport excellent et recommandable à la condition qu'on le pratique comme une escrime rapprochée et qu'on ne cherche jamais le knock-out, à condition aussi qu'on ne fasse jamais combattre sur le ring des adolescents. Les règles de la boxe anglaise exigent que les boxeurs soient âgés de 16 ans au moins. Les organisateurs ne doivent laisser monter sur le ring aucun boxeur mineur si ce dernier n'est muni d'une autorisation signée du chef de famille ou, à défaut, de son tuteur légal.

L'admission d'adolescents de 16 ans sur le ring est proprement un scandale. Seuls, les hommes faits devraient être admis à combattre. La fragilité du squelette à 16 ans est grande. Son ossification est loin d'être achevée, et donner licence à des adolescents de combattre à coups de poing est une faute physiologique grave. D'ailleurs les accidents ne sont pas rares. Les journaux de Londres du 25 novembre 1926 nous ont appris qu'un écolier de 17 ans venait d'être tué dans un match de boxe pour le championnat du monde des écoliers boxeurs. De tels accidents sont inévitables. Ils justifient la protestation que je formule ici.

(1) Le lecteur trouvera les développements nécessaires sur les lésions causées par la boxe et par les divers sports, dans mon livre : *Lésions et traumatismes sportifs*. Masson, édit.

Considérations physiologiques sur les agrès.

Les agrès doivent être divisés en deux classes :

a) Les *agrès fixés par l'une de leurs extrémités,* mobiles par l'autre (perches verticales fixées par l'extrémité supérieure, échelles de corde, cordes lisses ou à nœuds, attachées de même ; anneaux et trapèzes).

b) Les *agrès immobiles* (barres fixes, barres parallèles, échelles de bois verticales, obliques, horizontales, poutres à équilibre, planches à rétablissement, murs à rainures pour l'escalade, chevaux de bois, tremplin, etc.).

FIG. 125.
Suspension horizontale à la barre fixe.

Physiologiquement parlant, les uns sont des appareils de *suspension* et les autres des appareils d'*appui*. Aux premiers, ce sont surtout les muscles fléchisseurs qui travaillent ; aux seconds, ce sont les muscles extenseurs. La caractéristique des agrès est d'obliger le corps à se mouvoir dans l'espace à l'aide des seuls membres supérieurs. L'usage des agrès transpose le rôle des membres. Dans la plupart des mouvements exécutés aux appareils, on demande aux bras d'effectuer le travail ordinairement dévolu aux membres inférieurs, qui sont trois fois plus musclés que les supérieurs. Ces exercices sont relativement « difficiles » et doivent être considérés comme le couronnement d'une méthode complète d'éducation physique. L'agrès doit entrer dans la leçon de gymnastique elle-même, mais comme une partie seulement de cette leçon ; il n'en saurait constituer toute l'ossature.

FIG. 126. — *Rétablissement à la barre fixe* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

La difficulté de ce genre d'exercice provient de la nécessité de mobiliser à chaque instant le poids du corps, à l'aide des membres supérieurs. Elle est surtout grande pour les sujets lourds ; les personnes de poids légers ont beaucoup plus de facilité pour se mouvoir aux agrès.

Ce que nous reprochons à ce mode d'exercice, c'est de solliciter principalement les muscles fléchisseurs et de déterminer des attitudes de voussure. Ici, contrairement aux exercices faits sur le sol, la base de sustentation est au-dessus de l'individu ou à hauteur de son bassin. Les contractions musculaires se propagent de haut en bas et non de bas en haut, ainsi que dans

FIG. 127. — *Rétablissement aux barres parallèles* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

les autres exercices. Les agrès provoquent l'*interversion des points fixes d'insertion musculaire.*

Dans beaucoup de mouvements faits aux agrès, le corps oscille autour de l'épaule, qui usurpe alors le rôle dévolu normalement à l'articulation de la hanche (fig. 125 à 131).

On a dit que les exercices aux agrès n'étaient point correctifs des mauvaises attitudes. Ceci est vrai pour les débutants, mais inexact pour les sujets expérimentés, capables de varier leurs mouvements.

Nous ne conseillons pas de faire commencer l'usage des agrès avant l'âge de treize ans. Toutefois, nous faisons une exception pour la barre

FIG. 128.
Suspension horizontale au trapèze.

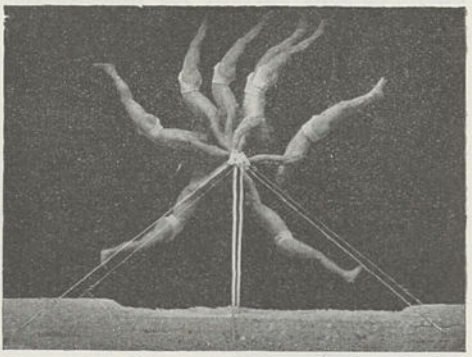


FIG. 129. — *Exercice à la barre fixe* (grand soleil) (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

d'appui, qui apprend à l'enfant à se servir de ses mains. L'usage de cet appareil développe très rapidement le sens musculaire, c'est-à-dire la notion que nous avons de la position respective des divers segments de notre corps et la notion de la résistance opposée à nos mouvements par les objets extérieurs.

A un autre point de vue, la gymnastique aux agrès représente un bon exercice de discipline pour les sujets impulsifs. A ce point de vue, sa valeur éducative apparaît indéniable.

Il n'est pas de meilleur moyen d'assurer l'harmonie fonctionnelle entre les muscles antagonistes et de donner une précision remarquable aux contractions musculaires qui se succèdent avec promptitude. Les agrès enseignent à ceux qui les pratiquent ce qu'est l'économie des forces. Ce n'est pas tout ; ils leur apprennent aussi à oser, à tenter. Nous avons constaté qu'il résultait toujours un accroissement de l'esprit de décision et de l'énergie à

la suite de ces tentatives, chaque fois qu'elles étaient couronnées de succès. La gymnastique aux agrès offre des ressources au point de vue de l'éducation de la volonté.

FIG. 130. — *Exercice d'équilibre athlétique.*

L'influence de la gymnastique aux agrès sur la circulation et sur la respiration est assez mal connue. La gêne respiratoire est manifeste dans certains mouvements nécessitant un effort considérable des bras, qui prennent appui sur le thorax nécessairement immobilisé. Chez l'athlète d'agrès, l'expiration prolongée est constante pendant le travail. Pendant la suspension, la respiration diaphragmatique est très gênée. Du côté de la circulation, les modifications ne sont pas moins significatives ; la pression artérielle se montre irrégulière, instable, difficile à suivre. Tandis qu'à l'état normal elle oscille aux environs de 13-15, elle s'élève, du seul fait de la suspension par les mains, à 20-25. Du côté de la circulation veineuse, l'action congestive exercée par diverses attitudes du corps et par la pesanteur est non moins importante à noter. D'ailleurs, l'action des muscles, elle-même, contribue encore à modifier l'état de la circulation. Mais il faut reconnaître que ces modifications ne sont pas durables, les mouvements effectués aux agrès étant généralement rapides et de courte durée. Ils sont moins épuisants qu'une course, par exemple.

Si nous interrogeons les praticiens, ils sont unanimes à déclarer que les exercices aux agrès sont salutaires au point de vue de la santé. Nous croyons volontiers que celui qui s'est familiarisé avec eux a acquis des qualités physiques nouvelles et qu'il est mieux doué. Cependant, nous trouvons parfois que certains gymnastes, dans les fêtes et les concours, vont un peu trop loin en faisant des « soleils », des « tourniquets », des « sauts périlleux », etc.

Lagrange a remarqué, avec infiniment de raison, que certains acrobates professionnels présentaient une véritable déformation, un développement exagéré du buste avec un défaut manifeste de puissance dans la partie inférieure du corps. Il est vrai que les gymnastes de profession ont des bras et des épaules énormes avec des hanches étroites et des jambes grêles, mais ils représentent des types déformés par l'abus d'une gymnastique orientée dans un sens unique. Il faut faire autre chose. Nous pensons que ce mode de gymnastique a sa place marquée dans toute leçon bien composée. Autrefois on abusait des appareils. On en a ensuite tellement restreint l'emploi que cette restriction équivalait presque à leur suppression. La vérité est à égale distance de ces deux opinions extrêmes.

Enfin, on a dit que cette catégorie d'exercices entraînait plus d'accidents que tous les autres. Nous avons consulté sur ce point de nombreux professeurs d'éducation physique.

Certains n'ont jamais vu, dans leur longue carrière, un seul accident aux agrès. D'autres en signalent à la suite d'exercices acrobatiques. On peut bannir le saut périlleux, non pas parce qu'il est dangereux, — rien, au dire des spécialistes, n'est plus facile, — mais seulement parce que la place de cet exercice est au cirque et qu'il faut l'y laisser. De même, les soleils et les tourniquets peuvent donner lieu à des accidents, et il y en a de temps en temps. On cite le cas d'un homme qui s'est cassé la jambe en faisant un dégagement de jarrets. Un autre qui, légèrement pris de boisson, se tua à la barre fixe ; il arrive quelquefois que des chutes en avant se produisent au trapèze, instrument médiocre à cause de son instabilité ; le tremplin aussi est un terrain factice et qui peut causer des accidents. Pour notre part, nous n'en avons pas vu un seul pendant notre séjour à l'Ecole de Joinville.

FIG. 131. — *Exercice de lever* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

Par contre, nous tenons à jour une liste assez longue des traumatismes reçus au cours des jeux sportifs : foot-ball, courses, sauts, boxe, qui nous ont paru, somme toute, entraîner infiniment plus d'accidents que les exercices aux agrès.

En résumé, nous ne pensons pas qu'il y ait à inscrire au compte de la gymnastique aux appareils, des dangers plus graves que ceux auxquels exposent les sports et les jeux sportifs.

Physiologie de la natation.

ACCROISSEMENT DES COMBUSTIONS ORGANIQUES PENDANT LA NATATION. — La natation est un sport utilitaire et hygiénique. Il est sans doute le plus doux lorsqu'il est pratiqué avec lenteur ; il est à coup sûr le plus violent lorsqu'il est pratiqué en compétition. Avec le professeur Waller, de Londres, j'ai démontré que l'activité des combustions internes, chez le nageur, à la suite d'une course de 100 mètres, avait plus que décuplé en l'espace d'un peu plus d'une minute, durée de l'épreuve. De telles évaluations nous montrent combien est souple le moteur humain qui, d'une minute à l'autre et presque sans transition, décuple le rythme de son travail et accroît pareillement son rendement, et combien est grande la dépense physiologique pendant la nage pratiquée en course de vitesse. (Voir chap. XII, p. 333 et 341).

LES DIVERS TYPES DE NATATION. — On peut nager de vingt manières différentes ; mais on a coutume de les ramener toutes à 6 types :

La brasse ;
La nage sur le dos ;
L'over arm stroke ;
Le trudgen ;
Le crawl ;
La nage crawlée sur le dos.

Les quatre dernières sont des nages de course.

La brasse. — Le nageur qui progresse à l'aide de la brasse est à plat ventre, bien en équilibre. Ses membres ne sortent pas de l'eau et agissent symétriquement.

La nage sur le dos. — Elle est plus facile. Ses conditions de flottabilité sont très favorables. Elle comporte plusieurs variantes dont l'une est inspirée du crawl et se traduit par une attaque alternative des bras avec battement alternatif des pieds.

L'*over arm stroke* se nage sur le côté ; le bras supérieur joue le premier son rôle de propulseur ; après lui les jambes effectuent le coup de ciseaux ; enfin, le bras inférieur agit à son tour en s'allongeant le long du corps qui demeure toujours dans la même position latérale et n'effectue aucun déhanchement qui serait préjudiciable à l'équilibre.

Le *trudgen* n'est autre qu'un over arm stroke dans lequel, par un mouvement de rotation du corps, le bras inférieur vient à son tour attaquer à l'extérieur, assurant ainsi un effort égal au bras supérieur de l'over (Drigny). Ici le corps animé d'un véritable mouvement de roulis s'incline alternativement sur un côté puis sur l'autre et la série des mouvements est la suivante : attaque d'un bras, coup de ciseaux et attaque de l'autre bras. Cette nage marque la transition entre l'over et le crawl.

Le *crawl* est la grande nage de course. Ici, ni coup de ciseaux de l'over, ni coup de pied de grenouille de la brasse. « Les deux bras agissent simultanément, un des deux bras terminant son attaque alors que le deuxième bras la commence, ce qui assure au crawl, en même temps que le battement de pieds, une propulsion continue... Le crawl se nage entièrement sur le ventre, les reins légèrement cambrés, le corps fournissant, en quelque sorte, par sa position, une ligne concave par rapport à la surface de l'eau. » (Drigny.)

Les bras, attaquant l'eau alternativement, s'enfoncent presque verticalement à la hauteur de la tête. Cette nage est économique et rapide, mais fatigante. On l'emploie toujours pour les épreuves de vitesse. Il peut arriver que certains champions maintiennent le crawl sur des parcours de demi-fond. La plupart le combinent avec le trudgen et exécutent, avec les jambes,

un temps de trudgen pour quatre ou cinq temps de crawl, réalisant ainsi le trudgen crawlé sur de longues distances.

Le crawl convient pour les distances au-dessous de 200 mètres, le trudgen jusqu'à 1.500 mètres et le trudgen crawlé ou l'over arm stroke au-dessus de 1.500 mètres.

D'une manière générale, on peut dire que la natation, lorsqu'elle est sagement pratiquée, a les effets suivants :

1° Elle tonifie l'ensemble de la musculature ;

2° Elle accroît l'amplitude respiratoire et accélère beaucoup les échanges respiratoires ;

3° Elle est l'exercice qui sollicite le plus activement les mécanismes physiologiques de thermo-régulation, en mettant l'organisme dans l'obligation de lutter contre le refroidissement causé par l'eau ;

4° La natation en compétition est l'exercice qui détermine la plus grande consommation d'oxygène et la plus forte production d'anhydride carbonique dans l'unité de temps (voir p. 333 et 341) ;

5° La natation est l'exercice qui entretient le mieux la souplesse de la colonne vertébrale ;

6° La natation régulièrement pratiquée assure une capacité spirométrique et une élasticité thoracique très élevées ;

7° Pratiquée en compétition elle accroît le débit systolique et les dimensions du cœur dans de notables proportions.

Conseils aux nageurs. — La natation est un sport qui met en jeu toutes les ressources de l'organisme. Il n'en est pas qui demande plus de prudence pour être pratiqué sans inconvénient. Beaucoup de persévérance et de force de volonté sont nécessaires aux champions de natation. Les progrès qu'ils font à l'entraînement sont toujours peu apparents, tardifs et lents à se manifester.

L'alimentation d'un nageur doit être parfaitement réglée. Les repas seront pris à la même heure, composés de mets légers, peu épicés, cuits et d'une assimilation facile. Les veilles prolongées et les écarts de régime, de quelque ordre qu'ils soient, doivent être proscrits.

L'usage du tabac est interdit. Toutes les causes d'irritation des voies respiratoires supérieures seront supprimées. Le nageur doit posséder une perméabilité parfaite des fosses nasales, de la gorge et du larynx. Parmi les exercices auxquels il se livrera quotidiennement, en vue de fortifier sa musculature, il évitera ceux qui hypertrophient les muscles : les levers, les exercices de force proprement dits ; il pratiquera, au contraire, ceux qui sont propres à lui donner un souffle inépuisable : corde à sauter, volley-ball, course de demi-fond. La bicyclette est contre-indiquée.

L'heure des repas sera calculée de manière que le nageur n'entre au contact de l'eau qu'au moins deux heures et demie après être sorti de table, lorsque la digestion sera, sinon terminée, du moins très avancée.

Faute d'observer cette règle, il lui arrivera d'éprouver des malaises di-

vers, des vertiges même, qui lui rendront impossible l'accomplissement d'un effort soutenu. Un essoufflement prématuré l'empêchera d'avancer ; il se sentira comme alourdi et incapable de vitesse.

Il peut arriver que des sujets, habitués cependant au sport de la natation, éprouvent parfois, sans cause apparente, des symptômes alarmants. Ces derniers sont caractérisés par une rougeur généralisée de la peau correspondant à la paralysie vaso-motrice qui succède à la constriction violente des vaisseaux périphériques produite par le froid. Il faut faire sortir de l'eau des nageurs qui présentent ce symptôme avant-coureur de la syncope. Il n'est pas rare, d'ailleurs, que la syncope survienne néanmoins quelques minutes plus tard.

La natation exige des mouvements puissants des quatre membres, des inspirations profondes et rythmées. C'est un exercice recommandable au plus haut point, indépendamment du bain frais ou froid dont elle a les avantages.

Les sujets qui ont des maladies des voies respiratoires, les emphysémateux, les cardiaques, devront n'en user que très modérément et surtout ne jamais plonger. Les adhérences pleurales méconnues causées par une pleurésie ancienne ont parfois causé la submersion du plongeur en ne lui permettant pas de reprendre une provision d'air suffisante au moment où il revenait à la surface.

Pendant les mois les plus chauds de l'été, lorsque le soleil brille, le nageur peut sans inconvénients rester quelques instants dévêtu avant de se baigner. L'hiver, au contraire, il devra plonger dans l'eau des piscines dès qu'il se sera déshabillé.

En vue des épreuves de fond, c'est une bonne précaution de s'enduire le corps de graisse, en particulier les parties du corps, bras et tête, qui émergent hors de l'eau.

D'une manière générale, un bain ne saurait excéder une durée de vingt minutes. Les nageurs non entraînés et les débutants n'atteindront jamais ce délai d'immersion pendant les premières séances. Quant aux grands champions, ils peuvent séjourner beaucoup plus longtemps dans l'eau. Aux jeux olympiques d'Anvers, on vit les « as » de la natation, Kahanamoku, Kéaloha, Norman Ross, Vernot, etc., véritables hommes-poissons, vivre littéralement dans l'eau, se baigner le matin du jour des épreuves et le soir encore quand tout était terminé. Ces hommes étaient de superbes et puissants athlètes, d'une étonnante gaîté et donnant l'impression d'une santé resplendissante.

La fréquence et la durée de leurs bains n'exerçaient aucune mauvaise influence sur leurs organismes. Ils étaient admirablement adaptés au sport de la natation.

Au cours d'une même réunion, un nageur participe souvent à plusieurs épreuves. Certains se contentent, entre chacune d'elles, de s'envelopper dans un peignoir sec. Ils conservent leur maillot mouillé. Il est préférable de changer de maillot après chaque course.

Le bain terminé, le nageur ne doit pas rester mouillé hors de l'eau. Il quittera promptement son maillot et s'essuiera aussitôt énergiquement.

Si le bain a été pris dans un piscine, il sera bon auparavant de passer sous une douche qui débarrassera la peau des souillures et des impuretés qu'aurait pu y déposer l'eau de la piscine.

Enfin, s'il le peut, le nageur se fera masser. Après quoi, il s'habillera promptement. Pour hâter la réaction, il pourra absorber une boisson chaude et faire rapidement une marche de quelques centaines de mètres.

Les méthodes modernes de nage de championnat sacrifient tout à la vitesse. Le nageur tient sa tête sous l'eau et, par intermittence, la retire pour respirer et faire provision d'air. Pendant la course, il doit demeurer maître de sa respiration ; il lui est impossible de s'abandonner à l'automatisme bulbaire. Il y a là une cause de trouble considérable apporté au libre jeu des poumons. Les professionnels de la natation ont souvent de l'emphysème pulmonaire, de la dilatation du cœur droit et présentent des troubles circulatoires consécutifs à la gêne respiratoire inhérente aux méthodes de nage que nous incriminons (Crawl — Trudgen). Par contre, la nage à la brasse et la nage sur le côté, qui comportent en permanence l'émergence de la tête hors de l'eau, sont parmi les meilleurs des exercices et les plus toniques. Ils ont l'inconvénient de ne pouvoir être pratiqués dans la plupart des championnats.

La dépense physiologique pendant l'exercice de la natation en compétition est la plus élevée que l'homme puisse faire, dans un temps déterminé. (Voir au chapitre du dosage physiologique de l'exercice, l'évaluation de la dépense d'énergie pendant la nage, p. 341).)

L'Aviron.

Il n'est aucun exercice plus recommandable que l'aviron dès qu'il y a intérêt à développer la masse du tissu musculaire dans son ensemble. Nous avons dit combien il importe, pour les sujets à combustion ralentie, tels que les obèses, les goutteux, les diabétiques, d'augmenter le volume relatif des muscles, ces « fourneaux » où se brûlent les déchets de la nutrition. L'exercice de l'aviron devra être préféré à tous les autres parce qu'il développe les muscles, non pas localement, sur une région limitée, mais dans leur ensemble. Avec l'aviron, on n'a pas seulement les bénéfices immédiats de l'exercice, c'est-à-dire la suractivité momentanée des combustions, comme on l'obtiendrait par une marche forcée ; on a, de plus, un effet durable que ne produit pas la marche, c'est le développement général du tissu musculaire, et par conséquent l'augmentation de la consommation d'oxygène, même à l'état de repos ; car on sait que, même au repos, les muscles « respirent » plus que tous les autres tissus.

Nous avons, pour notre part, obtenu d'excellents résultats curatifs en faisant ramer certains diabétiques chez lesquels l'effet du traitement médical n'avait pas suffi pour amener une notable diminution du sucre.

Les effets « généraux » de l'aviron varient d'intensité suivant la vitesse de l'allure. Cet effets varient aussi notablement suivant la méthode employée pour ramer. D'une manière générale, plus l'effort musculaire tend à se généraliser, plus, en d'autres termes, la masse musculaire employée au travail est considérable, plus vivement l'exercice fait sentir son contre-coup sur la respiration et sur la circulation. Aussi le banc à coulisse, qui vient ajouter l'effort des jambes à celui des bras et du tronc, doit-il être supprimé pour les sujets auxquels on veut éviter un prompt essoufflement ou des réactions trop vives du côté du cœur. Pour tous les sujets prompts à l'essoufflement, il faut recommander de localiser l'effort dans les reins, ce qui est du reste la manière classique de ramer. Les jambes ont juste le degré de tension suffisant pour donner un point d'appui à la poussée du corps, et les bras devront être presque inertes, semblables à des « cables de transmission » qui relieraient les épaules aux poignées des rames pour leur communiquer la traction des reins.

La suppression des contractions des bras offre de grands avantages au point de vue du sport : c'est une condition de correction de la « nage ». Mais c'est à un tout autre point de vue que nous apprécions ici ce détail, c'est au point de vue hygiénique. En supprimant la contraction des bras, on tend à supprimer l'effort thoraco-abdominal. Nous savons, en effet, que les mouvements très énergiques des bras amènent aisément la contraction des muscles expirateurs, l'immobilisation du thorax, et tous les phénomènes de compression des gros vaisseaux qui font de l'effort un acte physiologique si redoutable pour les sujets atteints d'affections du cœur et des poumons.

Parmi les muscles que l'exercice de l'aviron met en jeu, il en est tout un groupe dont l'action spéciale est utile à une fonction vitale importante, la digestion. Ce sont les muscles de l'abdomen. Pour faire son « attaque », c'est-à-dire pour replonger son aviron dans l'eau après l'en avoir retiré, le rameur doit fléchir fortement le tronc, les bras tendus, en portant les poignets aussi loin que possible en avant, afin d'imprimer à son aviron un mouvement de bascule qui en ramène la « pelle » en arrière. Plus la « nage » sera « allongée », plus fortement s'accentuera l'action des muscles abdominaux qui sont les agents du mouvement de la flexion du tronc. Or le mouvement de flexion se répète à chaque coup d'aviron, c'est-à-dire environ vingt fois par minute si l'on rame dans un bateau de promenade, et trente à quarante fois si c'est dans une embarcation de course. On comprend quel exercice doit représenter pour la paroi abdominale une heure de canotage.

Effets psychologiques de l'aviron. — C'est un sport complet, dosable à volonté, donnant, à ceux qui le pratiquent, le bain de plein air et le bain de lumière. Il implique des soins spéciaux pour l'homme et pour les engins délicats et robustes que sont les bateaux.

Les « garages » nautiques seront toujours placés en bordure immédiate d'un plan d'eau. L'accès de celui-ci sera facilité soit par des conditions naturelles favorables, soit par un ponton d'embarquement approprié. Les

garages nautiques abritant les embarcations seront de grandes dimensions, — un huit outrigger mesure 18 mètres de long, — bien aérés, et jouiront seulement d'un demi-éclairage, le soleil étant l'ennemi mortel des bois exotiques, souples et de faible densité, servant à la construction des embarcations. Le matériel est coûteux. En 1946 un huit et une yole de mer équipés avec leurs avirons coûtaient respectivement 320.000 et 410.000 francs. On conçoit aisément les soins tout particuliers dont dirigeants et rameurs entourent leurs embarcations.

Le sport de l'aviron développe l'esprit d'émulation sans susciter la combativité. Il n'implique point de heurts, de chocs, de brutalité. Sport amusant et varié, la première de toutes les récréations pour l'Anglais ; susceptible d'entretenir la santé dans un équilibre parfait, il convient à tous les âges et aux deux sexes. Il est sans doute sans rival pour maintenir en bon état la fonction respiratoire. Les chanteurs professionnels, désireux de conserver leur souffle, devraient tous être des fervents de l'aviron.

Le canotage est une école de discipline. Les mouvements uniformes et bien cadencés d'une équipe de rameurs attestent l'obligation, pour chacun d'eux, de se plier à un rythme impeccable. Ils n'y parviennent que par un effort de volonté.

Le chef de nage qui a la charge de l'équipe doit faire preuve d'initiative et d'intelligence. L'énergie morale seule permet à un rameur fatigué, sur le point d'abandonner la lutte, de se ressaisir et de poursuivre sa tâche jusqu'au bout. J'ai vu des équipiers, après le dernier coup d'aviron, s'affaler épuisés, presque évanouis, au fond du bateau ; ils avaient tenu jusqu'à l'extrême limite de leurs forces.

Cet exercice élève le caractère en imposant quelque abnégation. L'intérêt supérieur de l'équipe prime toute autre considération. Se rendre au jour et à l'heure fixés au garage, obéir courtoisement aux instructions reçues, prendre soin d'un matériel fragile, c'est se mettre à l'école de la solidarité, si utile à la jeunesse. Savoir que la faute d'un seul peut fâcheusement influencer les moyens de tous les autres incite au contrôle de soi-même.

Entre les célèbres rencontres d'Oxford et de Cambridge et le cafouillage, malgré tout salutaire, des rameurs du bois de Boulogne, il y a de grandes différences. Mais tous les stades intermédiaires entre ces deux extrêmes impliquent, pour être franchis, un travail d'adaptation considérable utile à l'organisme.

Quand l'équipe des Bleus clairs et celle des Bleus foncés se mesurent sur le fameux parcours, long de 6.840 mètres, entre Puttney et Mortlake, tout un peuple, échelonné sur les deux rives de la Tamise, se passionne pour cette lutte. Quand un rameur solitaire se promène nonchalamment sur la Marne, il fait provision d'air pur et ventile sa poitrine.

L'aviron ne surmène pas le cœur. — On a rendu l'aviron responsable de certain surmenage du cœur. Des recherches ont été poursuivies sur ce point, tant en Angleterre qu'en Amérique. Les auteurs se sont, notamment, atta-

chés à rechercher les causes du décès de nombreux champions de rowing. Les enquêtes ont porté sur une période de quatre-vingts années ; elles ont démontré que les professionnels de l'aviron, qui auraient de bonnes raisons d'être surmenés au point de vue cardiaque, si vraiment le rowing était un sport surmenant pour le cœur, ne succombaient pas aux atteintes des maladies du cœur dans une proportion plus élevée que la moyenne des autres hommes. La statistique de T.-H. Morgan, la plus complète, porte sur les concurrents des courses de bateaux universitaires entre Oxford et Cambridge, de 1829 à 1869. A cette dernière date, on comptait encore 255 survivants de 1829 et 39 décédés ; sur ces derniers, 10 étaient morts d'affections fébriles aiguës de nature infectieuse, 10 de tuberculose, 6 d'accidents divers, 3 de maladies de cœur, 1 du mal de Bright et 9 de diverses maladies sans rapport avec l'athlétisme. En comparant avec les « tables de vie anglaises », cet auteur constate que la longévité moyenne des rameurs universitaires était très supérieure à la longévité moyenne des autres Anglais.

Ce résultat s'explique sans peine par la vitalité générale que procure et entretient l'exercice quand il est intelligemment et sainement pratiqué.

Les effets physiologiques de l'aviron se font sentir sur la nutrition générale du corps. La respiration et la circulation sont activées en proportion de la vitesse de l'allure.

La pagaie. — Il existe une forme du sport nautique qui tend spécialement à actionner les muscles abdominaux, c'est l'exercice de la pagaie. Pour « pagayer », il faut attaquer l'eau non plus comme pour ramer, d'arrière en avant, mais d'avant en arrière. Tandis que le coup d'aviron se donne par un effort d'extension du tronc, le coup de pagaie se donne par un effort de flexion. Aussi peut-on dire que si le rameur travaille surtout « des reins » le pagayeur travaille surtout « du ventre ».

Il en résulte que la pagaie, qui est un mauvais exercice pour le jeune garçon, parce qu'elle tend à exagérer l'attitude voûtée que lui donne déjà le travail scolaire, est au contraire très salutaire chez beaucoup d'hommes adultes quand le squelette complètement formé n'est plus prédisposé aux déformations, et dans le cas où la vie de bureau a produit le relâchement des muscles de l'abdomen et les dyspepsies qui en résultent. La pagaie constitue pour les muscles du ventre un exercice non seulement de flexion en avant, mais aussi des mouvements de rotation du tronc alternativement à droite et à gauche, les coups de pagaie se donnant alternativement à bâbord et à tribord.

La pagaie est donc une forme de sport nautique plus recommandable encore que l'aviron dans les dyspepsies par atonie des muscles de l'abdomen et par défaut de soutien des viscères. Aucun autre exercice n'est plus capable de « refaire » une paroi abdominale, en rendant toute leur énergie aux plans musculaires qui entourent les intestins.

On devrait recommander ce genre d'exercice aux personnes atteintes de distension de la paroi abdominale, et, d'une manière générale, de ptose vis-

cérale. En outre, il développe puissamment la musculature dorsale et scapulaire.

Les voyages sur les cours d'eau, canaux et rivières représentent un sport remarquable et comportent en grand l'usage de la pagaie. Le matériel comporte des canoës de 4 m. 10 à 4 m. 40 pour les pagayeurs « en solo » et de 4 m. 60 à 4 m. 80 pour les équipes classiques composées d'un pagayeur avant et d'un pagayeur arrière.

Le pontage des canoës est admis par les uns, désavoué, au contraire, par les Canadiens authentiques. Aujourd'hui, un grand tablier souple en toile imperméable, cousu sur le rebord avant des trous d'hommes, permet aux pagayeurs de s'envelopper jusqu'au sternum, de sorte que si le canoë est submergé dans un rapide, l'eau n'effectue que des rentrées discrètes. On a aussi préconisé l'usage d'une cheminée en caoutchouc mousse, de forme conique et cousue sur les bords des trous d'hommes. Ce dispositif est plus étanche que le précédent, mais le pagayeur a un peu de difficulté pour réoccuper sa place. Des pagaies de rechange doivent être couchées à plat sur le pontage à portée de main des pagayeurs et retenues chacune par deux attelles à pression ; ainsi, elles peuvent être saisies et enlevées à leurs attaches en une ou deux secondes, si l'un des pagayeurs casse son instrument dans une opposition ou en rencontrant un rocher. Il importe, dans ce cas, que le canoë privé pendant quelques secondes de son pilote ne s'engage pas dans une impasse mortelle.

L'Escrime.

L'escrime est un jeu d'adresse dans lequel la souplesse triomphe. Il fournit un aliment aux facultés physiques, intellectuelles et morales de l'être humain. Il accroît les propriétés contractiles de la fibre musculaire qui répond plus vigoureusement aux ordres de la volonté. A volume égal, un muscle d'escrimeur est plus souple qu'un muscle de marcheur, de coureur ou de boxeur. L'augmentation de la souplesse est l'un des changements matériels les plus tangibles survenus dans un organisme entraîné à l'escrime.

Effets sur l'attitude corporelle. — Cet exercice perfectionne aussi l'attitude générale du corps. On peut l'utiliser au point de vue orthopédique pour redresser certaines déviations de la taille. Il faut prendre garde cependant que l'escrime ne provoque aucune déformation du corps en déterminant le fonctionnement prédominant des muscles d'un seul côté. On l'a accusée d'engendrer des scolioses lorsque les vertèbres sont peu à peu attirées du côté où les muscles ont acquis un développement prépondérant. Si les muscles fléchisseurs du tronc agissent plus que les extenseurs, ils tendent à se raccourcir, et la colonne vertébrale s'infléchit en avant, provoquant une voussure disgracieuse du dos. Les déformations de la colonne vertébrale et de l'épaule qui commande le bras porteur de l'épée sont l'écueil de l'escrime. Autant cet exercice est utile pour redresser les déviations de la taille quand

il est employé avec discernement, autant il est capable de les créer quand on en use sans mesure et sans attention.

Il y a nécessité de pratiquer l'escrime avec le bras droit et avec le bras gauche pour éviter une hypertrophie musculaire unilatérale qui engendrera peu à peu une dyssymétrie générale du corps.

L'influence de l'escrime est surtout grande sur le système nerveux.

Effets physiologiques sur le système nerveux. — Le Dr Lagrange, qui était un escrimeur accompli, a écrit sur la physiologie de l'escrime des pages qui ont conservé toute leur valeur. « L'escrime, disait-il, est de tous les exercices du corps, le plus capable de donner aux mouvements toute l'adresse, toute la souplesse, toute la vitesse imaginables : c'est, en un mot,

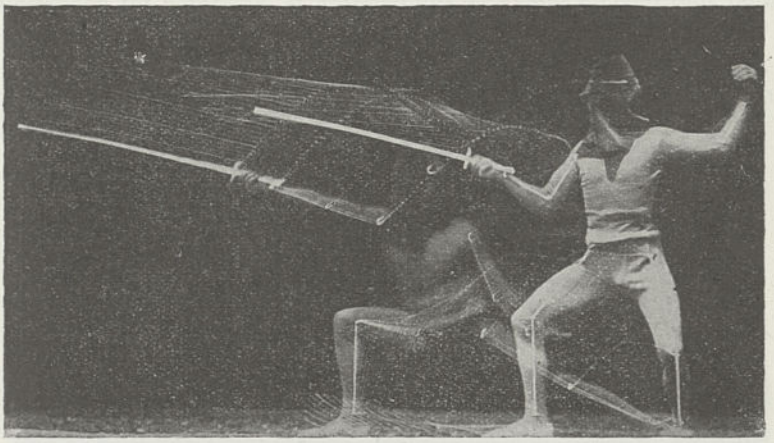


Fig. 132. — *Coup d'épée. — Ondulation et fouettement de la lame. Coup peu précis peu rapide* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

le plus « éducatif » de tous, celui qui demande aux centres nerveux la plus grande application, non seulement pour combiner des coups et faire assaut de ruse avec l'adversaire, mais aussi et surtout pour préparer les mouvements de l'attaque et de la défense. »

Deux tireurs qui font de bonne escrime doivent soumettre leur cerveau à un travail intellectuel comparable à celui de deux joueurs d'échecs, dont chacun cherche à deviner l'intention de son adversaire en lui cachant son propre plan d'attaque et de défense.

Mais le travail des centres nerveux n'est pas purement intellectuel chez l'escrimeur, et ne se voit pas seulement dans la conception de la tactique ; il se montre très nettement dans l'exécution des coups. Aucun exercice ne demande un travail de coordination plus intense, puisque aucun ne demande des mouvements plus précis. Mais aucun n'exige à un aussi haut degré que l'escrime, ce travail qu'on peut appeler *effort d'excitation latente*, et qui consiste dans une préparation des muscles à entrer en jeu (fig. 132, 133, 134).

Excitation nerveuse latente provoquée par l'escrime. — La principale dépense de force qu'exige l'escrime consiste plutôt dans une grande déperdition d'influx nerveux que dans un grand travail musculaire. Les tireurs qui se fatiguent le plus ne sont pas ceux qui font les plus grandes évolutions du corps, ni les mouvements les plus violents et les plus larges ; ce sont ceux, au contraire, dont la main et le corps bougent à peine, mais dont tous les muscles participent, si l'on peut s'exprimer ainsi, à l'attention du cerveau. Souvent, quand il prépare une attaque ou médite une riposte, le tireur reste immobile et cependant il se livre à un travail intérieur des plus fatigants qui consiste dans ce fait qu'il se tient prêt à partir instantanément aussitôt que va se présenter l'occasion du coup dont il ne peut prévoir exactement ni la forme ni le moment précis. Pendant cette période d'attente où

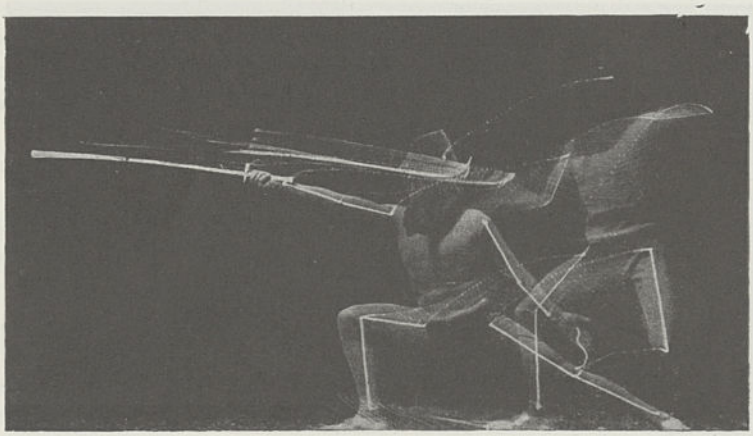


Fig. 133. — *Coup d'épée. — Série d'ondulations de faible amplitude. Vitesse et précision* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

il reste immobile et semble inactif, tout son système musculaire est soumis à une sorte de galvanisation nécessaire pour abréger ce que les physiologistes appellent le « temps perdu », c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre la décision d'un mouvement et son exécution. Cet envoi incessant d'influx nerveux qui a pour but d'actionner à moitié le muscle afin de le rendre apte à obéir instantanément à la volonté, au moment précis où se présente l'occasion d'agir, — c'est-à-dire à un dixième de seconde près, — constitue le phénomène physiologique vraiment caractéristique de l'escrime.

En escrime, l'attention intellectuelle se double de ce qu'on pourrait appeler l'attention musculaire, et c'est pour cette raison que l'escrime est à la fois le plus difficile et le plus intelligent de tous les exercices du corps, en même temps que le plus intéressant.

L'escrime est le meilleur mode d'entraînement nerveux. — L'escrime est, peut-être, de tous les exercices physiques, le plus difficile ; c'est celui qui

impose au cerveau le plus d'efforts de toute sorte. Pour cette raison, l'escrime constitue, après le travail intellectuel, le meilleur mode « d'entraînement » des centres nerveux, — je veux dire le meilleur procédé pour remettre progressivement en possession de son énergie le cerveau, quand il est affaibli par le manque d'activité volontaire. — Une jeune femme, mère de famille, était atteinte, depuis plusieurs années, d'un état d'hypocondrie et de neurasthénie générale qui faisait son tourment et celui de son entourage. Tout traitement avait échoué, lorsqu'un jour, son mari, qui était une des meilleures « lames » de Paris, eut l'idée de lui faire faire des armes. Elle prit goût immédiatement à cet exercice et y devint, en peu de temps, d'une force très rare chez une femme. Mais, à mesure qu'elle faisait des progrès en escrime, sa santé se rétablissait avec une rapidité inespérée. En moins d'un an, la guérison fut complète, et aujourd'hui les armes ne sont plus pour elle un remède, mais un plaisir.

Travail musculaire provoqué par l'escrime. — L'escrime demande un travail musculaire considérable, non pas pour mouvoir cette légère tige d'acier

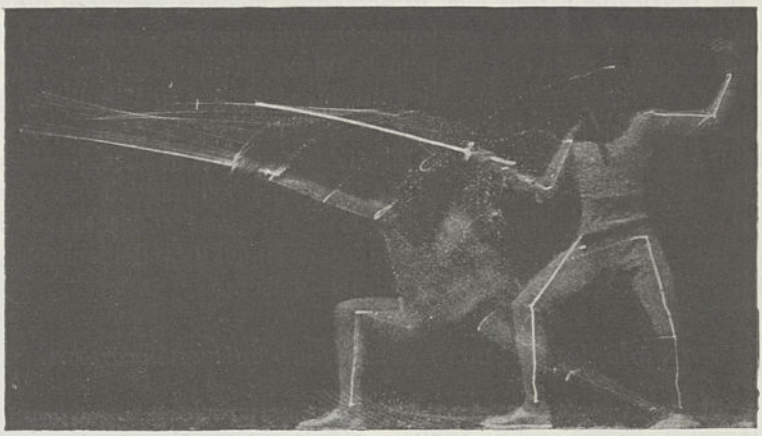


FIG. 134. — *Coup d'épée. — Série d'ondulations et fouettements de moyenne amplitude. Sujet moyennement entraîné* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

qui s'appelle une lame de fleuret, mais pour déplacer avec une très grande rapidité un poids autrement lourd, celui du tronc qui se porte vivement en avant, puis en arrière quand le tireur se « fend » et se relève. L'escrime produit, presque avec autant d'intensité que la course, les effets généraux de l'exercice. Elle accélère la respiration et la circulation, elle élève la température et accroît l'activité des combustions.

On voit ainsi que toutes les conditions se trouvent réunies pour faire de l'escrime l'exercice qui provoque de grandes dépenses dans l'organisme, par la suractivité qu'il imprime aussi bien aux fonctions nerveuses qu'aux autres fonctions vitales. Aussi l'escrime est-elle l'exercice de déperdition par

excellence, ainsi que le savent beaucoup de tireurs qui ont l'habitude de se peser avant et après l'assaut. Un de mes confrères et amis, tireur coté à Paris, dont je pourrais citer le nom, a perdu en un seul assaut 1.100 grammes de son poids. Aucun exercice ne vaut donc l'escrime pour l'homme adulte bien portant et bien nourri, qui est généralement trop riche en tissus de réserve.

C'est l'exercice qui convient le mieux à tout homme encore jeune dont le budget organique penche trop du côté des recettes et il faut dire que c'est le cas des neuf dixièmes des hommes de 25 à 50 ans, de la classe aisée. C'est l'exercice le plus propre à rétablir l'équilibre dans la nutrition « ralentie » en faisant dépenser les réserves accumulées et en brûlant complètement les produits de combustion incomplète. C'est donc le meilleur préventif contre les maladies dues au ralentissement des combustions vitales, contre l'obésité, la goutte, la gravelle, le diabète, etc...

L'escrime est le type d'exercice qui généralise le travail et qui produit avec intensité des effets généraux sans provoquer de grands efforts musculaires locaux.

Elle est praticable à tout âge, et accessible même à ceux qui n'ont pas un système musculaire très développé. On voit nombre de tireurs faire de l'escrime jusqu'à 60 ans et plus pour la raison qu'elle est surtout un exercice « de tête ». L'expérience du vieux tireur peut rétablir l'équilibre, quand il se trouve en face d'un homme plus jeune et qui a plus de moyens physiques, mais moins de « jugement ». Toutefois, il ne faut pas oublier que l'escrime exige, en même temps qu'un travail de tête, un grand travail des poumons et du cœur. Aussi les vieillards doivent-ils en user avec modération et ne pas prendre trop à la lettre ce vieux dicton d'après lequel il est deux choses qu'on peut faire à tout âge : « Tirer les armes et valser. »

Physiologie du rugby et du foot-ball association.

Les qualités physiques et morales nécessaires au rugby sont nombreuses. « Dans cette lutte saine, écrivait Victor Dabat, où les rares horions que l'on peut recevoir entre jeunes gens courtois et bien élevés trempent davantage le corps et l'âme, l'athlète met en jeu toutes les parties de son organisme. Il faut de bons poumons pour pouvoir résister à l'essoufflement amené par une série d'efforts musculaires violents ; il faut de bonnes et solides jambes pour échapper aux adversaires lancés à votre poursuite, du poids pour arrêter le gaillard qui fond sur vous portant la balle vers le camp, de l'élasticité et de la souplesse, soit pour tordre son corps et échapper aux étreintes, soit pour se couler entre deux adversaires après d'habiles crochets. Mais, croyez-vous que les qualités psychologiques du joueur ne lui soient pas aussi nécessaires. On peut dire qu'elles lui sont surtout indispensables. Les capitaines, qui sont les grands stratégistes du rugby puisqu'ils multiplient les ordres et les combinaisons à volonté, préfèrent mettre dans leurs équipes des joueurs moins bien doués physiquement que d'autres, mais qui ont sur eux

la grande supériorité de garder leur sang-froid : l'affolement dans une équipe, c'est le désastre imminent. A côté du sang-froid, la décision, l'à-propos, l'intelligence tiennent une grande place, l'intelligence surtout : vous n'avez pas d'exemple d'un homme inintelligent qui soit devenu un bon joueur. Enfin, le plus grand rôle est dévolu à l'esprit de discipline, qui s'impose ; chaque joueur doit avoir sans cesse présente à l'esprit la formule : « Un pour tous. » La discipline est la pire ennemie de la prouesse individuelle, en tous points néfaste ; par contre l'obéissance aux ordres du capitaine tend à développer l'esprit d'abnégation, si rare et si difficile à acquérir. Bref, quand toutes ces qualités sont réunies à peu près chez les joueurs d'une équipe, on peut dire que cette équipe est forte par sa cohésion et par son homogénéité ; or, les qualités qui impliquent le sacrifice de l'unité à la collectivité sont les principes mêmes du rugby, et voilà pourquoi on ne saurait trop encourager cet admirable jeu. » (Fig. 135 et 136.)

FIG. 135. — *Le sujet court au-devant du ballon et le reçoit dans les mains* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

Les joueurs de rugby doivent être des coureurs de vitesse et des athlètes de fond. Une de leurs qualités maîtresses sera l'adaptation au terrain et aux conditions atmosphériques. Une équipe internationale aura dû jouer non seulement sur la pelouse irréprochable des grands clubs, mais dans la boue des prairies marécageuses. Elle sera insensible à la pluie, au vent, au gel qui mord la peau et paralyse les muscles.

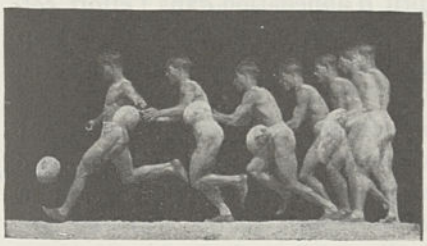


FIG. 136. — *Coup de pied porté au ballon préalablement tenu à la main* (Iconographie de l'Ecole de Joinville).

Lors d'un match international auquel nous assistâmes, l'équipe française fut handicapée par l'état du sol. Entraînée en terrain sec, elle se trouva, le jour de l'épreuve, appelée à combattre sur la terre gluante d'un pré dont l'herbe était presque absente.

Elle manqua de vitesse parce que les athlètes méridionaux qui la composaient s'étaient spécialisés dans le rugby seul et qu'ils n'avaient point préparé systématiquement l'entraînement régulier des coureurs de vitesse et de fond indispensable aux rugbymen.

Elle manqua de souffle parce que ces mêmes joueurs vivant sous un ciel heureux n'éprouvaient pas le besoin de faire travailler patiemment leur musculature et leur poitrine pendant de longues reprises. Le souffle inépuisable,

que les pratiques athlétiques prolongées, telles que la course de fond et le saut à la corde, donnent seules, ils ne parurent pas l'avoir au même degré que leurs adversaires.

Leur tactique parut être au moins égale sinon supérieure à celle des étrangers. Mais dans les combats sportifs, une légère supériorité de la tactique ne compensé ni l'infériorité de vitesse et de résistance ni surtout la lenteur de l'adaptation des joueurs au terrain et aux conditions atmosphériques.

Dès l'abord, on sentit chez les étrangers brûler la flamme intérieure d'un grand rite. Toute l'équipe était prête à l'heure dite. Les visages étaient tendus et graves et les combattants se présentèrent au son d'une cornemuse dont les airs rappelèrent aux joueurs la patrie lointaine pour le bon renom sportif de laquelle ils allaient combattre.

L'équipe française ne fut pas au complet à l'heure fixée. On dut attendre quelque retardataire ou quelqu'un qui n'était pas en place. Il y eut de ce côté flottement. En cet instant où tous les esprits devaient être orientés vers le combat imminent, où les corps et les âmes devaient se recueillir dans le calme nécessaire, avant le grand effort, on cherchait un ballon introuvable, on s'énervait d'attendre un coéquipier.

Tâchons d'être exacts aux rendez-vous que nous donnons et soyons avertis que la tranquillité de l'âme et la détente des muscles, avant un combat, sont des gages de succès.

Qualités requises pour le foot-ball association. — Le foot-ball exige de ses adeptes l'endurance des coureurs de fond, un cœur et des poumons indemnes, du coup d'œil et de la décision, enfin le sentiment de la solidarité. Il développe le sang-froid, l'adresse et la vitesse, l'esprit d'abnégation dans l'effort collectif. C'est un jeu excellent pour amener les soldats à la discipline du champ de bataille par la discipline du stade. Dans les armées contemporaines, ce sport devrait être en honneur.

Mais nul ne devra le pratiquer en compétition s'il n'a subi auparavant une solide éducation physique. Il faut une robuste constitution pour prendre part à un match. La valeur d'un joueur est fonction, en grande partie, de sa vigueur physique. Un foot-balleur doit savoir courir, sauter, s'arrêter net, grimper, porter, avoir le souffle inépuisable d'un coureur de fond et la vitesse d'un sprinter. Il jouera avec intelligence, réflexion, calme et sang-froid.

Sports groupés : *Pentathlon et Decathlon.*

A Olympie, le *pentathle* comprenait cinq exercices : la course, le saut en longueur, le disque, le javelot et la lutte. C'était l'épreuve la plus populaire, celle qui assurait au vainqueur la prééminence sur tous les autres.

Le *pentathle contemporain* comprend le saut en longueur, le javelot, le disque, la course de 200 mètres et celle de 1.500 mètres.

Un autre pentathlon, dit *pentathlon moderne*, a été également institué. Il comprend :

Un tir de vitesse au revolver et au pistolet sur silhouette d'homme debout, à 25 mètres, visible 2 secondes (4 séries de 5 balles) ;
Une épreuve de natation sur 300 mètres ;
Une poule d'escrime à l'épée ;
Un cross-country hippique sur 5.000 mètres.
Un cross-country pédestre de 4.000 mètres.

Le *décathlon* comprend 10 épreuves qui sont :

Une course de 100 mètres ;
Une course de 400 mètres ;
Une course de 1.500 mètres ;
Une course de 110 mètres-haies ;
Un saut en hauteur avec élan ;
Un saut en longueur avec élan ;
Un saut à la perche ;
Un lancement de poids ;
Un lancement de disque ;
Un lancement de javelot.

Voici, à titre d'indication, les performances de Thorpe dans le pentathlon :

Saut en longueur	7 m. 08
Javelot	47 m. 70
Disque	35 m. 36
200 mètres	22'' 9/10
1.500 mètres	4'44'' 4/5

et celles de l'Américain Bansch, champion du monde pour le décathlon :

100 mètres	11' 1/5
400 mètres	53'' 1/5
1.500 mètres	4'50''
Hauteur	1 m. 97
Longueur	6 m. 93
Perche	3 m. 50
Poids	11 m. 435
Disque	34 m. 61
Javelot	46 m. 69

au total 8.432 points.

Exercices de force proprement dits.

La force musculaire de l'homme est extrêmement variable d'un sujet à l'autre. Entre les chiffres enregistrés couramment dans les salles et ceux des records du monde, il y a des différences considérables. On ne devient pas par l'entraînement recordman des poids et haltères ; on naît recordman des poids et haltères. Les performances de ce genre exigent une complexion musculaire héréditaire tout à fait exceptionnelle. On peut améliorer les performances par l'entraînement, mais on le fait dans des limites généralement peu étendues. Les grands champions de force sont généralement dotés d'une hypertrophie musculaire quelque peu monstrueuse en laquelle réside le secret de leurs performances.

Aux poids et haltères, cinq exercices ont seuls été reconnus comme officiels dans les compétitions mondiales. Ce sont :
— à un seul bras, *l'arraché* et *l'épaulé et jeté.*
— à deux bras, *l'arraché, le développé* et *l'épaulé et jeté.*

Les mouvements d'un bras ayant lieu à droite et à gauche il résulte l'établissement de sept records (quatre pour les épreuves portant sur un seul bras, trois pour celles portant sur les deux bras) dans les concours de poids et haltères.

Comme, d'autre part, les haltérophiles sont divisés en cinq catégories d'athlètes basées sur le poids du corps :

Poids plume, jusqu'à 60 kilos.
Poids légers, jusqu'à 67 kilos 500.
Poids moyens, jusqu'à 75 kilos.
Poids mi-lourds, jusqu'à 82 kilos 500.
Poids lourds, au-dessus de 82 kilos 500.

il résulte qu'il y a 35 records du monde différents pour les poids et haltères.

Voici quelques-uns des records établis aux championnats du monde de force qui eurent lieu au Palais de Chaillot le 20 octobre 1946. Pour trois mouvements exécutés à deux bras : l'arraché, le développé, l'épaulé et jeté, on a enregistré :

Poids plume :
1. — Anderson (Suède) : 90 kg. + 100 kg. + 130 kg., au total 320 kg.
2. — Fayad (Egypte) : 85 kg. + 102 kg. 500 + 130 kg., au total 317 kg. 500.
3. — Kassianik (U. R. S. S.) : 95 kg. + 95 kg. + 120 kg., au total 310 kg.

Poids légers (total additionné des points dans les trois épreuves) :
1. — Staezyk (E. U.) : 367 kg. 500.
2. — Slelpiko (U. R. S. S.) : 347 kg. 500.
3. — Popov (U. R. S. S.) : 336 kg.

Poids moyens (total additionné des points dans les trois épreuves).
1. — Touny (Egypte) : 377 kg. 500.
2. — Terpak (E. U.) : 375 kg.
3. — Spellmann (E. U.) : 372 kg. 500.

Poids mi-lourds (total additionné des points dans les trois épreuves).
1. — *ex-æquo* { Novak (U. R. S. S.) : 390 kg.
Kay (E.-U.) : 390 kg.
3. — Khotinsky (U. R. S. S.) : 362 kg. 500.

Toutes catégories (total des points additionnés dans les trois épreuves).
1. — Davis (E.-U.) : 435 kg.
2. — Koutzenko (U. R. S. S.) : 415 kg.
3. — Geyssa (Egypte) : 395 kg.

Jeux sportifs de paume.

Il s'agit des jeux basques (pelote basque, rebot et blaid) de la longue et de la courte paume.

Imaginez un mur lisse dont la hauteur varie de 8 à 10 mètres et la largeur de 10 à 20 mètres, arrondi en son centre en forme de dôme et dressé à l'extré-

mité d'une vaste esplanade en terre battue et vous aurez l'idée d'une place de pelote.

De chaque côté de l'esplanade s'échelonnent des gradins où se pressent les spectateurs. Le jeu consiste à lancer contre le mur, soit avec la paume de la main, soit avec un gant d'osier spécial : la chistéra, une balle lourde et très dure, la pelote, et à la recevoir à son retour pour la relancer de nouveau.

Le rebot est la forme originelle du jeu de pelote basque. Il est aujourd'hui délaissé. Les parties s'en jouaient à dix joueurs, formant deux camps de cinq. « Deux d'entre eux se placent au pied du mur, deux autres, du camp adverse, à l'extrémité opposée de la place, c'est-à-dire à une centaine de mètres et les trois joueurs restant de chaque camp le long d'une ligne tracée sur le sol parallèlement au mur et distante de celui-ci d'environ 30 mètres. Le point est engagé par le buteur qui, après avoir fait rebondir la pelote, sur une sorte de trépied terminé en billot (butoir), placé sur la ligne précitée, la lance avec la paume de la main au mur de rebot, occupé par les refileurs du camp opposé et en s'efforçant de la faire retomber à pic, à la jonction du mur et du sol. Ceux-ci, s'ils parviennent à reprendre la balle, après qu'elle a frappé le mur, c'est-à-dire à la reboter, la projettent de façon à lui faire franchir la raie du butoir et de telle sorte qu'il soit le plus difficile possible pour les refileurs postés à l'autre extrémité de la relancer. Quant aux rechasseurs de chaque camp qui se tiennent à droite et à gauche du butoir, leur rôle, une fois le point engagé, consiste à arrêter la balle à son passage et à faire des chasses. De là leur nom de chacha hari, qui signifie faiseur de chasses. La manière de compter est celle du tennis ou de la paume : quinze, trente, quarante et jeu (jokea), la partie comporte treize jeux (Ch. Beguin. *Les sports modernes illustrés*).

Le rebot, d'abord joué à la main nue et au gantelet de cuir, le fut ensuite avec la chistera d'osier qui lui donna plus d'ampleur, mais eut aussi l'inconvénient de le rendre impossible sur les petites places.

Le blaid. — Aujourd'hui, les grandes compétitions organisées en pays basque se jouent au blaid et non plus au rebot qui a subi le sort de bien des institutions traditionnelles du pays basque. Le blaid se joue sur la même place que le rebot. La balle doit toucher à chaque coup le mur, au-dessus d'une ligne horizontale tracée à 80 centimètres du sol, et rebondit ensuite dans l'espace limité par la place.

De 1880 à 1900, la vogue de la pelote basque fut immense non seulement en pays basque et en Espagne mais encore dans la République Argentine, centre important, comme on sait, d'émigration basque. Elle fut, en partie, l'œuvre d'un joueur célèbre de Biscaye, Indalecio Sarasqueta, plus connu sous le nom de El Chiquito de Eibar. Ce joueur que l'on surnommait le roi de la pelote (*el rey de la pelota*), remporta des succès retentissants et édifia une fortune qui fit tourner la tête des pelotari. Des paris considérables et une spéculation effrénée se donnèrent libre carrière. On pariait sur un service, sur un point, sur l'égalisation de deux camps, sur tous les actes d'une

partie. Dans les grandes villes, à Buenos-Ayres, à Bilbao, à Saint-Sébastien, à Madrid, à Barcelone on construisit de vastes frontons. Mais ainsi qu'il arrive toujours quand l'argent devient le pivot des manifestations sportives, les abus se montrèrent et très promptement eurent raison de l'enthousiasme du public. S'il fait encore vivre son homme, à l'heure actuelle, le jeu des pelotari ne rapporte plus les sommes fabuleuses de jadis.

Au point de vue des effets physiologiques, la pelote basque s'apparente directement aux autres jeux de paume. Elle donne aux joueurs la sveltesse, l'agilité et l'adresse. Elle ne surmène pas le cœur et représente l'un des meilleurs exercices que les adolescents et les jeunes hommes puissent pratiquer.

La Paume. — La longue et la courte paume furent très anciennement pratiquées en France. Ces jeux sont issus de la harpaste romaine et leur vogue, dès le moyen âge, fut grande. François Ier et Henri IV en furent des fervents. Francesco Gregori d'Iermi, qui accompagnait à Paris le légat du pape, en 1596, constata qu'il se trouvait, dans cette ville, « 250 jeux de paume très beaux et bien installés qui faisaient vivre jusqu'à 7.000 personnes ».

Courte paume. — La courte paume se joue dans un espace clos et couvert, le « tripot », disait-on au XVe siècle. Les murs ont 7 mètres de hauteur, 28 mètres de longueur et 9 m. 5 de largeur. L'enceinte est divisée en deux parties égales par un filet ayant 1 m. 20 de hauteur aux extrémités et 93 centimètres au centre. L'un des côtés s'appelle la grille et l'autre le dedans. Ces dénominations proviennent d'ouvertures spéciales pratiquées de l'un et de l'autre côté. Le long du mur de gauche se trouve une série d'ouvertures nommées ouverts. En face du petit mur, côté grille, se trouve un ouvert fort vaste appelé dedans ; en face du petit mur côté dedans, se trouve un ouvert très petit, au contraire, appelé grille.

Sur le sol sont tracées des lignes blanches, parallèles au mur du fond et qui indiquent les chasses. Vers le côté grille, un pan de mur coupé à 1 m. 68, plaqué contre le grand mur et faisant une saillie de 45 centimètres, est destiné à donner aux balles des effets spéciaux. Le jeu est peint en noir et le bandeau (linteau parcourant le bord du toit) est peint en vert.

Les balles pèsent 70 grammes environ ; elles sont dures, faites d'un noyau de drap serti dans des bandelettes de même étoffe et dans un réseau de ficelles très compressif, enfin d'une enveloppe de feutre blanc épais et résistant. Le jeu comporte 18 douzaines de balles disposées par le marqueur dans les différents ouverts où les joueurs s'approvisionnent pour le service. Nous n'entrerons pas dans de longs détails sur ce jeu difficile et nous n'expliquerons point la théorie compliquée des chasses et des différents services. Le cadre de cet ouvrage ne nous le permet point.

La courte paume était le délassement favori de nos rois et des grands de la cour. C'est un jeu aujourd'hui délaissé. Les parties sont longues, interminables parfois. Ce sport demande beaucoup de loisirs. Il s'accommode mal de la vie rapide des gens pressés que nous sommes. Enfin il n'est pas de plein air et c'est son principal défaut.

« Chaque coup de raquette exige un effort considérable, presque toutes les balles devant être coupées, c'est-à-dire frappées de haut en bas, d'un coup violent et sec. L'endurance et la ténacité ne sont pas moins utiles. Chaque défaillance physique met le joueur dans un état d'infériorité manifeste. Il « lâche la main », son jeu n'est plus soutenu ; il est perdu. L'agilité est un élément de succès considérable ; un joueur leste, allant vite aux balles, relèvera évidemment beaucoup plus qu'un joueur lent à se mouvoir. Cependant on peut se dispenser de courir, avec un peu de tête : la balle n'est pas nécessairement prise dès qu'elle a touché terre ; on peut la laisser porter par le mur. Le joueur qui « juge » l'effet de la balle se déplace fort peu ; il l'attend et il sait qu'elle viendra. Ce jugement est fort long à acquérir mais, lorsqu'on le possède, on joue avec moins de fatigue et plus de précision. Le sang-froid est indispensable ; il permet de se garer d'une balle arrivant vite ; il empêche de prendre à la volée une balle difficile qui sera aisément maniable si on la laisse porter au mur. Il évite les accidents et les erreurs grossières. » (Ferdinand Garcin. *Les Sports modernes illustrés.*)

Longue paume. — La longue paume a été longtemps le jeu national français. On le délaisse à tort. Il est l'un des plus beaux et des plus salutaires exercices qui soient. On le joue en plein air, sur un terrain battu parfaitement uni, de forme rectangulaire, de 80 mètres de longueur sur 14 mètres de largeur. La partie se joue à 2, 4, 6, 8, 10 et même 12 joueurs partagés en deux camps.

Le jeu consiste à s'envoyer et à se renvoyer la balle d'un camp à l'autre dans certaines conditions définies dont l'exécution ou l'inexécution donne ou fait perdre l'avantage à l'un ou à l'autre parti.

Armé d'une raquette à tête sensiblement inclinée vers la droite, le joueur doit reprendre la balle qui lui est envoyée, soit de volée, c'est-à-dire en l'air, avant qu'elle ait touché terre, soit après son premier bond sur le sol.

Il y a deux parties de longue paume : la partie enlevée et la partie terrée. La première se joue en cinq manches ou jeux, et la partie terrée en sept. Celle-ci est seule admise quand le nombre des joueurs est supérieur à huit.

Les balles sont légères, faites de deux hémisphères de liège, accolés ensemble, recouverts de flanelle. Elles pèsent 17 à 20 grammes. Elles rebondissent peu et leur légèreté fait que l'air offre une grande résistance à leur progression. Cette disposition oblige le joueur à des détentes excessivement vigoureuses, chaque fois qu'il porte un coup de raquette.

L'effort, dans la longue paume, est peu apparent. La dépense de force occasionnée par cet exercice est cependant très appréciable. Chaque coup de raquette exige la mise en action du corps tout entier. Des pieds à la tête, tous les muscles s'unissent dans un commun effort totalisé, en quelque sorte, dans le bras qui tient la raquette.

Les changements d'attitude se font obligatoirement avec une promptitude qui augmente beaucoup la dépense de force. En moins d'un dixième de seconde, il faut faire face en avant, la tête haute, pour recevoir la paume

« de volée », ou se courber pour la prendre « au bond » ou bien se pencher de côté pour la cingler d'un coup de « revers ».

Dans ces rapides changements d'attitude tous les muscles s'associent pour maintenir le corps en équilibre. De plus le tireur se déplace continuellement soit pour amener la balle sur un point du jeu où elle n'est pas attendue et rendre difficile le « rachat », soit pour lui faire exécuter un bond trompeur, résultant d'un « effet » obtenu par un coup de raquette en porte à faux. Il court pour la recevoir, recule vivement si elle tend à dépasser, bondit de côté si elle dévie, s'arrête net pour l'atteindre. Il passe sans transition de l'immobilité au mouvement le plus rapide et s'arrête presque instantanément.

En vérité la somme d'un tel travail est considérable pour peu que la partie se prolonge. Mais l'effort est fractionné. Le tireur se repose et respire dans le temps que la balle va au camp adverse et en revient. Ces courts répits sont suffisants pour empêcher le surmenage.

Aussi ce sport convient-il à tous les âges et aux deux sexes. Les plus âgés peuvent, en outre, choisir une place où ils ont moins fréquemment l'occasion de se dépenser en efforts violents, en tenant, par exemple, l'emploi « des cordiers » qui attendent le passage de la balle, sans se déplacer pour la recevoir.

Cyclisme et cyclo-tourisme.

Avec le Pr L. Hédon et le Dr Ruffier, j'ai une prédilection particulière pour le *cyclisme* considéré comme sport des adolescents. Je partage, sur ce point, la manière de voir de Ruffier, si compétent et si versé dans les problèmes de l'éducation physique en général et du cyclisme en particulier. « Le cyclisme, écrit-il, est l'un des sports qui déterminent le plus rarement des accidents cardiaques. »

Parmi les cyclistes, le cœur forcé est exceptionnel. Cette immunité me semble provenir d'abord de ce que le mouvement du cycliste est relativement doux, bien lié, sans heurts ni saccades, mais surtout de ce que la position en machine favorise merveilleusement la respiration. Le cycliste bien assis sur sa selle, porte tout le poids de la partie supérieure de son corps sur ses bras appuyés sur le guidon ; cela lui donne une grande facilité pour soulever sa cage thoracique, au moment des grandes inspirations, toujours nécessaires quand on donne des efforts musculaires. Cette position ressemble un peu à celle que prend, dans les affections des voies respiratoires, le malade en menace d'asphyxie ; l'asthmatique, par exemple, s'appuie sur ses bras pour soulever et mobiliser sa poitrine et y faire pénétrer le plus d'air possible.

La vérité est que le cyclisme développe considérablement le brûlage intérieur (1). De plus, il stimule le travail du cœur, et tonifie, par conséquent,

(1) Voir chap. XII (*Dosage physiologique de l'exercice*). Dépense pendant le travail de pédalage, p. 355.

cet organe ; mais il le fait lentement et plus progressivement que la course à pied. C'est un exercice excellent d'entraînement général.

En outre, d'après Ruffier, « il fait intervenir, avec une puissance considérable, les muscles des reins, cette masse sacro-lombaire qui représente la clef de voûte de l'équilibre corporel, la base, on peut le dire, de toute puissance physique. Sans reins, on n'est jamais fort, quel que soit le développement des membres inférieurs ou supérieurs ; il faut absolument que le « train inférieur » soit puissamment relié au thorax. Or, lorsqu'on ne possède pas héréditairement cette robustesse de la région lombaire, il est extrêmement difficile de l'acquérir. La pratique du sport cycliste m'a paru un des moyens les meilleurs et les plus sûrs de fortifier la clef de voûte lombaire ».

La bicyclette est un sport que l'adolescent ne sera pas obligé d'abandonner après quelques années d'exercice. Il pourra toute sa vie s'entretenir en chevauchant la petite reine. Or, nous le savons, « l'inconvénient des sports athlétiques, c'est qu'aussitôt que l'âge et les obligations sociales obligent à modifier les pratiques d'entraînement et mettent par conséquent dans l'impossibilité de participer aux compétitions, on se trouve dans la nécessité d'abandonner complètement cet exercice ». La bicyclette ne présente pas cet inconvénient. On peut y monter à tout âge, à condition de modérer l'allure et de ne pas se livrer à des efforts violents, notamment en terrain accidenté.

Il faut adopter une bonne position quand on monte. Ruffier la précise en disant : « Il faut à bicyclette monter bas, franchement bas... Il faut pédaler avec le métatarse se trouvant au niveau de l'axe de la pédale. Enfin toute bicyclette devrait être munie de calepieds, qui permettent le pédalage par jeu de la cheville, le seul correct ».

En ce qui concerne les rapports de la bicyclette avec les déviations et déformations vertébrales, Ruffier écrit encore : « La bicyclette constitue l'un des meilleurs moyens de traitement contre ces infirmités quand elles existent. Lorsque l'enfant commence à se dévier, on peut lui permettre et il faut même lui recommander de faire de la bicyclette en position aussi penchée que possible. Non seulement le candidat bossu n'en retirera aucun dommage, mais une amélioration sensible pourra se produire grâce à l'allongement forcé de la colonne vertébrale et à l'effacement des courbures ».

Quand on fait de la vitesse, il importe que ce soit sous forme de pointes d'accélération très brèves séparées par des intervalles de repos et d'allure tranquille. Enfin, on ne tentera pas l'escalade de pentes accusées. Le travail imposé au cœur en serait excessivement accru et pourrait dépasser les possibilités physiologiques de cet organe, surtout pendant l'âge mur.

Le *cyclo-tourisme* est un sport à peu près abandonné, bien à tort, et supplanté par l'automobilisme. Sa pratique est très hygiénique et beaucoup de sujets lui doivent d'avoir conservé, au delà de la cinquantaine, une remarquable juvénilité.

Soumis à la volonté du cycliste, cet exercice utilitaire se prête à toutes les variétés d'effort, depuis le plus doux, en marche lente et en palier, jusqu'au plus violent en marche rapide sur route ascendante.

Evidemment, s'il s'agit de parcourir le plus rapidement possible et avec la moindre fatigue, les plus grandes distances, rien ne remplace l'avion et l'auto. Mais s'il s'agit d'exercer des gens condamnés par leurs occupations à une sédentarité forcée, rien ne vaut le cyclo-tourisme. C'est une erreur de comparer l'auto et la bicyclette, encore que celle-ci, comme instrument utilitaire, ne le cède guère au premier, sur les courtes distances, de 2 à 8 ou à 10 kilomètres. En résumé, s'il ne s'agit que d'arriver, il faut prendre l'avion ou l'auto ; mais pour voyager, en contemplant le paysage, pour faire de l'hygiène, il faut se livrer au cyclo-tourisme.

Pour tous les surmenés du système nerveux qui sont légion, il n'est pas de sport plus reposant pour l'esprit. La plupart des autres exercices exigent une attention constamment en éveil. Conséquemment, ils entraînent une dépense nerveuse continue. Rien de pareil pour le cyclisme. Ici l'esprit n'a ni à surveiller, ni à régler avec précision les mouvements accomplis. Il s'agit d'exercices musculaires auxquels le cerveau participe à peine. Le cycliste se transforme quelque peu en automate ; il est en état de détente nerveuse complète. Le mouvement rythmé qu'il accomplit est exactement mesuré dans sa forme et son étendue. Sa dépense nerveuse est à peu près nulle. Son attention n'est pas absorbée ; il peut regarder le paysage, soutenir une conversation, échanger des idées, se laisser aller à des rêveries.

Cependant, l'usage de la bicyclette entraîne une dépense énergétique continue et relativement élevée, en raison de l'importance des groupes musculaires mis en action. Le « brûlage » intérieur du cycliste s'accroît très nettement.

L'absorption d'oxygène et l'élimination d'acide carbonique par les poumons sont de six à huit fois ce qu'elles étaient au repos.

Il en résulte une suractivité organique générale. Les fonctions se font avec un redoublement d'intensité. Le double mouvement d'assimilation et de désassimilation s'amplifie. L'appétit s'accroît ; les éliminations se font de façon plénière par la peau, les reins et l'intestin.

Le cyclo-tourisme est le sport respiratoire par excellence. Le surmenage du cœur n'est pas à redouter chez un sujet normal, à moins que l'on accélère l'allure inconsidérément. Celle-ci sera toujours réglée en fonction de l'âge, du degré d'entraînement, de la corpulence et du poids du cycliste.

Il est évident que les sujets atteints de cardiopathies constitutionnelles ou acquises ne devront pas faire de bicyclette. Mais rien ne s'oppose à ce que les sujets dont la circulation du sang est normale en fassent tous.

Les étapes quotidiennes cyclo-touristiques, pour la moyenne des pratiquants, varient entre 50 et 80 kilomètres, suivant l'âge et le degré d'entraînement des sujets. L'allure en palier doit se cantonner entre 12 et 20 kilomètres à l'heure. Les sujets adultes jeunes et bien entraînés peuvent l'accélérer jusqu'à 30 kilomètres. Mais ce sont là des pointes de vitesse qui doivent demeurer passagères et ne se prolonger, dans aucun cas, au delà de quelques minutes.

Les gens qui vivent dans une inaction corporelle habituelle et ne sont pas

du tout préparés aux exercices physiques, ne doivent pas se livrer au cyclotourisme, sans un certain entraînement préalable, faute de quoi ils seraient fatigués, courbaturés et dégoûtés de ce sport avant de l'avoir pratiqué. Il leur faudra, par une culture physique appropriée, préparer l'organisme au travail musculaire.

Golf.

Sport d'origine écossaise, le golf a pris un certain essor. Il offre l'avantage précieux de pouvoir être pratiqué comme le hockey par les représentants des deux sexes. Il s'accommode également de tous les âges et est l'un des exercices les mieux adaptés aux possibilités physiologiques de l'âge mûr.

Les links ou terrains de golf doivent être vastes. Une dizaine d'hectares représente une étendue minima indispensable. Sur les links, un certain nombre de trous sont creusés à des distances très variables (100 à 500 mètres).

L'objet du jeu est de frapper une balle d'un point donné du terrain, à l'aide d'une crosse spéciale, de faire parcourir le link à cette balle, en la faisant passer dans chaque trou. Entre les trous sont des hasards, obstacles naturels, tels que rivières, taillis, haies, murs peu élevés, barrières, etc...

La partie de golf se joue entre deux ou plusieurs personnes. Dans ce dernier cas, les joueurs se répartissent en deux camps. Le joueur ou le camp qui a donné le minimum de coups de crosse à la balle a gagné la partie. Les crosses dont se servent les joueurs sont de plusieurs modèles adaptés aux diverses positions dans lesquelles la balle peut se trouver, compte tenu des inégalités du sol. Les unes sont terminées par des spatules d'acier et ont nom : niblick, iron, cleek puller. Les autres par des spatules de bois, ce sont les drivers et les brassies. La balle est en gutta-percha. Chaque joueur est accompagné d'un garçon ou cadet qui porte son attirail de crosses dans un étui, le suit, et lui présente celle dont il peut avoir besoin.

En somme, le golf équivaut à une longue promenade à pied, sans surmenage possible et coupée d'arrêts pendant lesquels ont lieu des détentes musculaires générales. Que l'on soit habile à exécuter ses rites ou novice dans l'art de crosser, cela importe peu. Au point de vue de l'hygiène, le bénéfice est le même. On a parcouru de longs espaces en plein air ; on a fait provision d'oxygène, ce qui est l'essentiel, et la raison d'être de tout exercice.

Sports d'hiver.

Ce sont les sports nationaux des pays scandinaves. Ils se sont implantés un peu partout pendant l'hiver, dans les pays de montagne, et le nombre de leurs adeptes va croissant chaque hiver.

Ils sont parmi les plus toniques qui soient. La sollicitation nutritive causée par l'air froid agissant sur les voies respiratoires, l'action d'un air vif provoquant une excitation salutaire du système nerveux vaso-moteur, représentent un ensemble d'actions bienfaisantes qui justifie pleinement les résultats hygiéniques satisfaisants qu'on attribue aux sports d'hiver.

Le ski est l'instrument même de l'alpinisme. Il permet de parcourir les vastes espaces de neige fraîche impraticables autrement. Il est la condition même du tourisme en montagne pendant l'hiver. Bien plus, seul, il permet au montagnard la vie de relation, à l'enfant la fréquentation de l'école, au soldat, au douanier, au forestier, au médecin, l'exécution de leur ministère.

La marche en ski met en jeu tous les muscles et toutes les attitudes qu'elle nécessite sont les plus favorables au développement harmonieux du corps. Elle suscite l'activité organique dans son ensemble. Son usage en compétition exige de grandes qualités de résistance, de souplesse, de sang-froid et de décision. C'est un grand sport de plein air.

Les records des courses de ski se disputent sur des itinéraires et dans des conditions atmosphériques très variables. On comprend que les performances ne soient pas toujours comparables entre elles.

En terrain montagneux et sur bonne neige, un skieur peut atteindre une moyenne horaire de 12 à 15 kilomètres dans une épreuve de vitesse, de 10 à 12 kilomètres dans une épreuve de fond et de 8 à 10 kilomètres dans une épreuve de grand fond.

La luge et le bobsleigh sont des traîneaux que l'art du constructeur perfectionne sans cesse. Ce sont des instruments de promenade remarquables et des engins de compétitions sensationnelles.

Le patinage est un sport qui exige de la souplesse et une certaine maîtrise de soi. Les muscles des membres inférieurs et du bassin agissent de la manière la plus simple et la plus énergique. La dépense physiologique peut être graduée depuis celle de la marche la plus tranquille jusqu'à celle qui accompagnerait une course de fond très dure. A ce titre le patinage peut être considéré comme un excellent exercice, en raison même de l'échelle de graduation qu'il permet de parcourir.

Voici un résumé des conseils que le docteur Pierre Minelle, spécialiste des sports d'hiver, donne aux amis de la montagne.

Dans nos stations d'altitude, l'habileté et la souplesse, bien plus que l'effort musculaire, entrent en jeu. Certains muscles travaillent alors, qui, dans la vie de chaque jour, sont au repos. Ainsi s'expliquent ces courbatures, localisées surtout aux bras et aux épaules ou aux reins et aux cuisses, que connaissent bien les enragés qui veulent profiter de tous les instants de leurs trop courtes vacances et rentrent le soir, harassés de fatigue, pour recommencer encore les jours suivants.

Quelques conseils d'hygiène sont ici de circonstance. Inutile de se couvrir très chaudement dans cette atmosphère exempte d'humidité, le mouvement détermine vite une bienfaisante sudation. Aussi l'excursionniste prudent emportera-t-il volontiers, dans son sac, quelque chandail de rechange. La coquetterie n'est guère de mise là-haut. Sous peine d'entraver la circulation sanguine de retour et même de se geler les pieds, les dames, comme les hommes, doivent porter de larges chaussures (laupars ou beggsmons) avec bas et chaussettes en laine peignée et épaisse.

Les rayons ultra-violets et la réverbération intense de la lumière solaire

peuvent, dans certains cas, déterminer de la conjonctivite et d'autres complications plus ou moins ennuyeuses de l'ophtalmie des neiges. Le port de lunettes à verres jaunes ou verdâtres est alors une excellente précaution.

Quant à l'alimentation, elle est aussi à surveiller. Malgré le coup de fouet que donnent le froid et l'exercice, il importe de ne pas manger avec excès, surtout de la viande. Prenons de préférence, en petites quantités, des aliments capables de fournir de la chaleur à l'organisme, des hydrocarbures et des graisses, du sucre et des féculents (beurre, chocolat, fromage, sardines à l'huile, pruneaux, confitures, etc.).

CHAPITRE XII

DOSAGE PHYSIOLOGIQUE DE L'EXERCICE ET ÉVALUATION DE LA DÉPENSE PHYSIOLOGIQUE PRODUITE

Le dosage de l'exercice est délicat. Le médecin est, en réalité, seul qualifié pour apprécier les effets du travail musculaire sur l'organisme. Il importe cependant que les professeurs d'éducation physique soient mis à même, dans l'immense majorité des cas, de se rendre compte des dépenses physiologiques auxquelles correspond un exercice donné. Le médecin ne peut se substituer au professeur d'éducation physique et se transformer en maître de palestre.

Parmi tous les procédés que nous avons examinés, notre choix s'est arrêté sur trois d'entre eux. L'un procède de l'examen du système circulatoire et deux autres de l'examen des échanges respiratoires pendant l'exercice.

Nous avons délaissé la mesure du travail humain en kilogrammètres. Elle est illusoire et ne peut servir à l'évaluation d'un exercice. Un exemple très simple nous le prouvera. Considérons le mouvement qui consiste à passer de la station accroupie à la station droite. Si le centre de gravité du corps s'est élevé de 0 m. 50 et si le sujet pèse 60 kilogrammes, le travail mécanique dépensé est de $60 \times 0{,}50 = 30$ kilogrammètres.

Supposons maintenant le même sujet élevant un poids de 60 kilogrammes à 0 m. 50 de hauteur en le « développant » à bout de bras, à partir de l'épaule : le travail mécanique produit est le même, mais, tandis que dans le premier cas le sujet n'aura produit qu'un effort insignifiant, dans le second il aura dû faire appel à toute son énergie.

Le système d'évaluation de la dépense physiologique par *la numération du pouls* a une base physiologique plus solide. En effet, puisque tout exercice provoque une accélération de la fréquence du pouls, la mesure de cette accélération peut servir à déterminer approximativement l'intensité de cet exercice.

I. — *Évaluation approximative de l'intensité d'un exercice par l'examen du pouls.*

Grade appelle *unité d'intensité d'un exercice*, un exercice tel que son exécution fasse augmenter de 10 pulsations le régime normal du pouls, le rythme étant exprimé par le nombre de pulsations par minute.

Exemple :

Sujet A: rythme cardiaque normal au repos = 72.
— après l'exercice = 105.

$$\text{Intensité de l'exercice : } \frac{105 - 72}{10} = 3{,}3.$$

L'intensité varie donc d'un sujet à un autre. Ce n'est pas une constante.

Dans cette évaluation on ne tient pas compte de l'influence de la durée de l'exercice. Il convient d'y introduire ce facteur important. On pourra alors appeler finalement : *unité d'intensité d'un exercice*, un exercice tel que son exécution, durant l'unité de temps, fasse augmenter de 10 le régime normal du pouls.

Exemple :

1° Un mouvement dure 5 secondes, et, au bout de ce temps, le pouls passe de 75 à 80.

$$\text{Intensité de l'exercice : } \frac{5''}{60''} \times \frac{5}{10} = 6.$$

2° Un mouvement dure 2 minutes et, au bout de ce temps, le pouls passe de 75 à 90.

$$\text{Intensité de l'exercice : } \frac{1}{2} \times \frac{15}{10} = 0{,}75.$$

Supposons un exercice ayant une durée de 45 secondes.

Examinons deux sujets (A et B). Soit pour le sujet A :

m, le pouls avant l'exercice.
m', le pouls après l'exercice.

L'intensité de l'exercice sera pour ce sujet :

$$\frac{m' - m}{10} \times \frac{60''}{45''}$$

Soit pour le sujet B :

n, le pouls avant l'exercice.
n', le pouls après l'exercice.

L'intensité de l'exercice sera pour ce sujet :

$$\frac{n' - n}{10} \times \frac{60''}{45''}$$

Supposons que $m = 70$ et $m' = 100$, et que $n = 70$ et $n' = 90$.
L'intensité de l'exercice sera pour le sujet A :

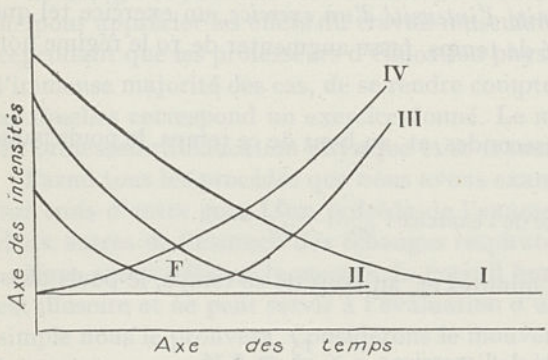
$$\frac{100 - 70}{10} \times \frac{60''}{45''} = 5.$$

Elle sera pour le sujet B de :

$$\frac{90 - 70}{10} \times \frac{60''}{45''} = 2{,}6.$$

L'intensité varie donc, pour des sujets différents, proportionnellement à l'accroissement de la fréquence du pouls.

Grade a établi une *courbe des effets de l'entraînement* en portant, à une échelle quelconque, des ordonnées correspondant à ces intensités calculées



I et II, le parallélisme, par rapport à l'axe des temps, correspond à une condition athlétique excellente attestée par la constance du pouls pendant l'exercice. — III, sujet entraîné, mais ayant suspendu son entraînement (en F) ; à partir de ce moment la courbe s'éloigne de l'axe des temps attestant l'accélération du pouls pendant l'exercice et le fléchissement de la fonction circulatoire. — IV, sujet à beaucoup surveiller. La courbe atteste, depuis le début de l'entraînement, une inadaptation du cœur au travail exigé. — Le pouls n'a fait que s'accélérer. Il se montre incapable de stabilisation.

FIG. 137. — *Graphique basé sur le nombre des pulsations pendant une période d'entraînement chez quatre sujets différents.*

à divers intervalles de temps, pendant le cours d'un entraînement. (Temps porté en abscisses, intensités portées en ordonnées.) (Fig. 137.)

Dans une collectivité, il convient d'établir cette courbe en adoptant pour tous un exercice-type déterminé, par exemple, une course lente de 500 mètres à la vitesse de 250 mètres à la minute.

CRITIQUE DE LA MÉTHODE. — La fréquence du pouls est évidemment un bon indice pour déterminer, en tenant compte de la durée de l'exercice, les limites au delà desquelles cet exercice devient nuisible et dangereux. Mais, nous le répétons, seul le médecin est compétent pour surprendre les premiers signes de fléchissement du cœur.

Grade avait pensé qu'en établissant l'intensité d'un même exercice (une course de 500 mètres à la vitesse uniforme de 250 mètres à la minute) une première fois au début d'une période d'entraînement, on obtiendrait des chiffres moyens qui mériteraient de devenir classiques et qui serviraient de guide aux professeurs de gymnastique pour l'entraînement des élèves. Il n'en est rien. Les enfants, les adolescents,

les hommes ne se ressemblent pas. Chacun d'eux a une physiologie cardiaque qui lui est propre.

De plus, ces déterminations ne tiennent pas compte des deux facteurs essentiels en matière sportive : le système nerveux et la force de volonté qui peuvent beaucoup modifier le caractère d'un exercice quand il se prolonge et atteint une grande intensité, nécessitant un effort de volonté de la part de l'athlète.

Enfin leur allure mathématique s'accorde mal avec les faits biologiques. C'est ainsi qu'un homme dont la tenue, au cours d'un exercice *modéré*, est excellente, fléchit soudain et voit son pouls s'accélérer beaucoup en même temps que sa tension sanguine s'effondre, lorsqu'on le soumet à un exercice dur, nécessitant une certaine résistance.

En dépit de ces réserves, nous pensons que le procédé de dosage de l'exercice par la numération du pouls est un moyen à employer, à cause de sa très grande simplicité. Mais il sera bon d'établir préalablement l'équation personnelle de chaque élève et de ne l'interpréter que dans des limites raisonnables, au cours de l'exercice et de l'entraînement (1).

II. — *Dosage de l'exercice physique par la mesure de l'acide carbonique émis* (2).

Il est démontré que la dépense physiologique occasionnée par le travail musculaire, chez l'homme, peut être déduite de la détermination de l'acide carbonique (CO^2) expiré durant le travail. A.-D. Waller a pu, en se basant sur ce principe, et en employant une technique expéditive, déterminer la dépense physiologique des ouvriers employés au chargement et au déchargement des navires dans les entrepôts frigorifiques des docks d' « East Surrey » et dans ceux de Charterhouse à Smithfield Market.

Nous avons eu la bonne fortune d'être initié à sa méthode par ce maître, lors d'un de ses passages à Paris. Depuis lors, nous avons pendant plusieurs années poursuivi l'étude de cette question sur les moniteurs et les élèves de l'Ecole de Joinville et nous avons acquis la certitude, en répétant un grand nombre de fois nos observations, que la méthode en question permet d'évaluer très exactement la dépense physiologique causée par un exercice ou un acte sportif donné.

(1) MM. Vaquez et de Chaisemartin ont indiqué que les renseignements donnés par l'état de la pression moyenne permettraient de déterminer l'influence de l'exercice sur le cœur et de juger l'état d'entraînement de ce dernier (Voir *Compte rendu de la séance de l'Académie de Médecine* du 22 mars 1932.)

(2) Waller (Q. D.) et miss G. de Decker. « The physiological cost of muscular work measured by the discharge of carbon dioxyde. » — « The energy output of labourers on cold storage work. » *Proceedings of the Royal Society Biol.*, 1910, t. XCI, p. 116 et 229. — « La dépense physiologique mesurée chez le soldat en marche de route. » *Bull. de l'Acad. royale de médecine de Belgique*, décembre 1920, n° 11. — « The physiological cost of Printe's work measured by CO^2 and expressed in calories. » *Proceedings*, 31 janvier 1920. — « The physiological cost of colliers work. » *Ibid.*, 20 novembre 1920. — « The physiological cost of work in various departments of *the Times* printing house. » *Ibid.*, janvier 1920. — « The cost of mechanical work in terms of CO^2 expired. » *Ibid.*, 14 décembre 1918.— « Calibration of a dock labourer by means of his CO^2 dischargey. » *Ibid.*, 14 décembre 1918. — « The physiological cost of marching measured by CO^2. » *Ibid.*, 7 juin 1919. — « The unrestricted diet of a sedentary worker. » *The Lancet*, 17 février 1917. — « Physiological cost of walking, in and ouf of training. » *Proceedings of the physiological Society*, 20 novembre 1920. — « Bicycle as compared with staircase ergometry. » *Ibid.*, 12 juillet 1919.

Chaillet-Bert (P.). « Sur la physiologie de la marche. » *Thèse* Paris, 1921.

Cette méthode revient, en définitive, à évaluer le rendement de la machine humaine, à mesurer ce que le travail d'un individu lui coûte en substances hydro-carbonées, en appréciant l'intensité des combustions intérieures qui accompagnent le travail et lui sont intimement liées, combustions dont le terme ultime est le dégagement d'acide carbonique.

Technique. — Nous faisons expirer dans un sac de caoutchouc étanche, pendant un temps donné, le sujet soumis à notre examen. Le sac est muni

FIG. 138. — *Sujet équipé pour recueillir dans un sac de caoutchouc l'air expiré pendant un temps donné, au cours d'un exercice de marche ou de course.*

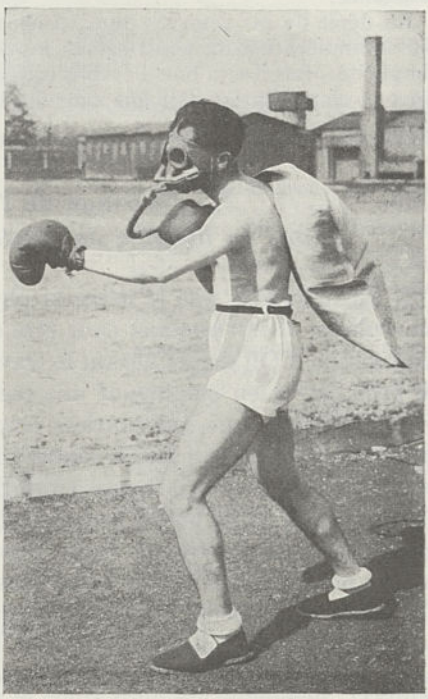


FIG. 139. — *Sujet équipé pour recueillir l'air expiré pendant un exercice de boxe.*

d'une armature métallique communiquant par un tube de caoutchouc avec une embouchure valvulaire, à soupapes, de Chauveau.

Celle-ci est adaptée à un masque de caoutchouc de Tissot, appliqué sur la face du sujet à examiner. Par le jeu de l'embouchure valvulaire, l'air aspiré est capté dans l'atmosphère, et tout l'air expiré aussi bien par les fosses nasales que par la bouche est projeté dans le sac collecteur (fig. 138 et 139).

Cette première phase de l'expérience terminée, nous dosons l'acide carbonique contenu dans 100 cmc. de l'air expiré dans le sac. Ce dosage est réalisé à l'aide d'un appareil à potasse que le professeur Waller a ingénieusement fait

enfermer par le constructeur dans une petite boîte susceptible d'être portée à la main et, en conséquence, d'être utilisée partout, sur le stade, sur la route, en montagne, etc. (fig. 140).

Au moyen de cet appareil, l'ouvrier, le soldat, l'athlète, peut être observé (de dix minutes en dix minutes, d'heure en heure, pendant la journée, etc.), pendant qu'il travaille. On recueille chaque fois les produits de sa respiration pendant un temps donné. Prélevant alors un échantillon de 100 cmc. de

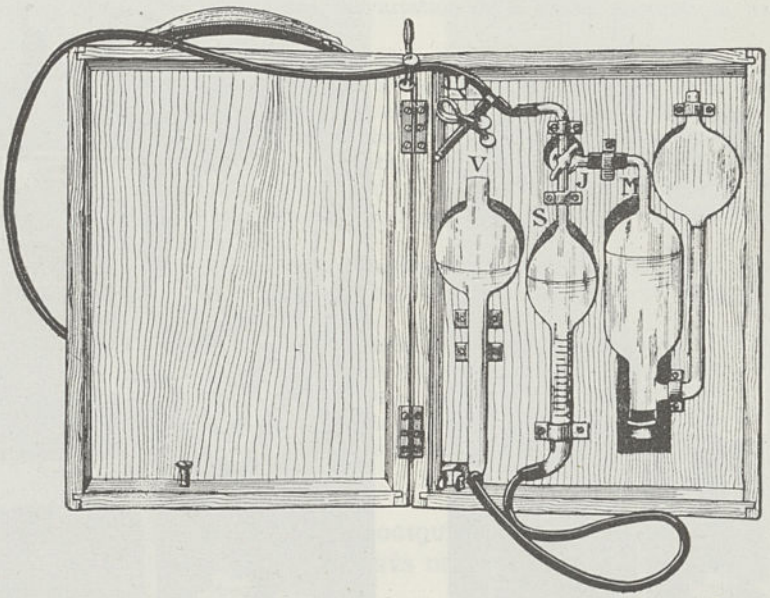


FIG. 140. — *Appareil de A. D. Waller pour le dosage expéditif de CO^2 dans l'air expiré.*

V et S, vases communicants contenant 100 cmc. d'eau. C'est dans le vase S, jaugé à 100 cmc., que l'on recueille l'air à analyser. Par le jeu du robinet J, cet air est envoyé dans le réservoir à potasse M où il se débarrasse de CO^2. Par un jeu inverse des vases communicants, il repasse dans le réservoir S où une simple lecture faite sur la partie rétrécie et graduée du vase permet d'évaluer la quantité de CO^2 retenue par la potasse (solution aqueuse à 40 %).

ces produits, on met cette quantité d'air expiré sur la potasse, puis, reprenant la potasse, on détermine le pourcentage d'acide carbonique entrant dans la composition des 100 cmc. d'air expiré (fig. 141).

Le dosage de l'acide carbonique contenu dans 100 cmc. d'air expiré étant effectué, on détermine à l'aide du spiromètre le volume total de l'air contenu dans le sac collecteur et on y ajoute la quantité d'air qui a été employée pour le dosage de CO^2. On possède dès lors les données nécessaires au calcul qui permettra d'évaluer la quantité d'acide carbonique émise, en une seconde, par le sujet étudié (fig. 142).

Cette quantité peut être considérée comme *l'unité de dépense physiologique*. Il est ensuite facile, si on le désire, d'évaluer la dépense physiologique

pour chaque sujet, en la rapportant à l'unité de poids (kilogramme) pendant l'unité de temps (minute).

Exemple. — Supposons un sujet marchant rapidement sur une route. Sur un point du parcours, nous prélevons l'air qu'il expire en trente secondes, sans qu'il interrompe sa marche, et cela à l'aide du sac muni de l'armature

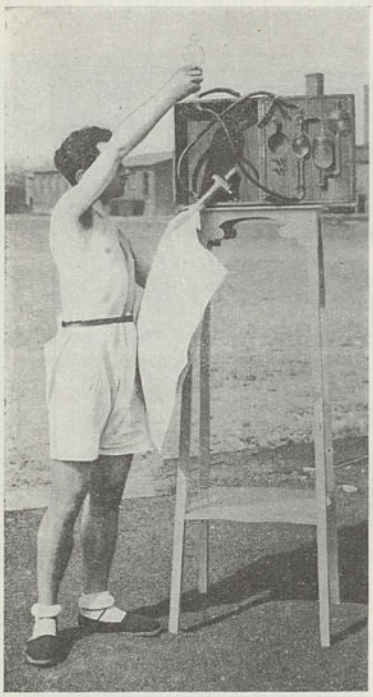


FIG. 141. — *Appareil de Waller. Prélèvement, dans le sac où l'air expiré a été recueilli pendant le travail, de 100 cmc. d'air qui vont être analysés au point de vue de leur teneur en CO^2.*

FIG. 142. — *Evaluation à l'aide d'un compteur spirométrique de la quantité d'air total contenu dans le sac où un prélèvement de 100 cmc. d'air aux fins d'analyse, a déjà été fait.*

valvulaire. L'analyse de 100 cmc. de cet air, pratiquée immédiatement, nous démontre, par exemple, que cette quantité d'air contient 3 cmc. de CO^2. D'autre part, le spiromètre nous révèle que la quantité d'air expiré pendant les trente secondes qu'a duré le prélèvement a été, dans le cas qui nous intéresse, de 18 litres. Le sujet émettant 18 litres d'air en trente secondes, soit 600 cmc. dans une seconde, élimine donc, pendant le travail considéré (une marche à pied), 18 cmc. de CO^2 par seconde (3 cmc. $\times$ 6).

Mais il faut retrancher de ce chiffre la quantité de CO^2 émis par le seul fait des échanges nutritifs pendant le repos.

Ce dosage, au repos, nous a montré que ce sujet expirait 2 cmc. de CO^2

par seconde ; nous obtiendrons donc, comme unité de dépense physiologique due au travail chez un tel sujet :

18 — 2 = 16 cmc. de CO^2 par seconde.

Critique de la méthode. — En théorie, cette méthode peut laisser à désirer par le fait que la valeur énergétique de CO^2 expiré varie avec la nature de l'alimentation. La mesure de l'oxygène absorbé conjointement avec celle de l'acide carbonique expiré, devrait être envisagée comme nécessaire à l'évaluation exacte de la dépense énergétique. Mais, dans la pratique, la variation de la valeur énergétique du seul CO^2 est suffisante.

De plus, la rapidité de l'observation, rendue possible, grâce à la technique expéditive du Pr Waller, permet de faire 5 ou 6 observations pendant qu'on en pouvait faire une seule avec les anciens appareils, ceux de Laulanié et de Haldane.

Enfin, la possibilité de procéder à ces observations partout et dans toutes les circonstances, à cause de l'agencement si pratique de l'appareil de Waller, nous a décidé à utiliser sans arrière-pensée le procédé de la mesure sommaire du seul CO^2 pour évaluer la dépense physiologique d'un sujet au cours d'un exercice musculaire ou d'une performance sportive.

Nous avons systématiquement mesuré la dépense d'énergie, au cours des exercices physiques et des sports les plus divers, dans le but d'établir une classification des exercices physiques par ordre d'intensité.

Cette même méthode de l'évaluation de la dépense physiologique, par le dosage de l'acide carbonique émis, nous a permis de déterminer les changements obtenus dans les échanges respiratoires chez un sujet soumis à l'entraînement.

Voici, à titre d'exemple, les résultats de quelques observations poursuivies dans cet ordre d'idées à l'aide de la méthode de Waller.

ÉVALUATION DE LA DÉPENSE PHYSIOLOGIQUE CHEZ UN SUJET NON ENTRAINÉ ET CHEZ LE MÊME SUJET APRÈS DEUX MOIS D'EXERCICE.

I. — AVANT TOUTE ESPÈCE D'ENTRAINEMENT.

1° *Au repos*, CO^2 émis en une seconde = 3 cmc. 32.

2° *Au cours d'une marche* de 4 km., à la vitesse de 1 m. 42 à la seconde (en fin de marche) : CO^2 = 12 cmc. 8.

3° *Après une course* de deux minutes (650 mètres) :

CO^2 = 21 cmc. 14.

4° *Après un exercice de boxe* de quatre minutes, sans interruption :

CO^2 = 22 cmc. 9.

II. — APRÈS DEUX MOIS D'EXERCICES QUOTIDIENS :

1° *Au repos* : CO^2 émis en une seconde = 2 cmc. 9.

2° *Pendant une marche de* 4 km. : CO^2 = 7 cmc. 68.

3° *Après une course de* 2 minutes : CO^2 = 11 cmc. 11.

4° *Après un exercice de boxe* de 4 minutes : CO^2 = 13 cmc. 81.

On voit que les variations de l'acide carbonique sont parallèles à l'intensité du travail. En outre, elles expriment la *qualité* de la machine musculaire. Pour un même travail, l'acide carbonique émis est plus abondant quand le sujet considéré n'est pas entraîné et moins abondant quand le sujet considéré est, au contraire, entraîné ; en d'autres termes, le sujet entraîné travaille plus économiquement. Sa dépense physiologique, évaluée par la grandeur des combustions, est moindre que celle de l'homme non entraîné. Enfin, pour un exercice donné, on peut dire que, lorsque la dépense physiologique est à son minimum, le sujet est arrivé au maximum de sa condition sportive.

Observations faites sur les ouvriers des docks. — Une longue série d'observations a été faite par le Pr Waller et Mlle de Decker sur les ouvriers effectuant un travail de force dans les entrepôts frigorifiques, aux docks d'« East Surrey » et aux entrepôts de Charterhouse. Elles n'ont fait que confirmer les données précédentes relatives à l'influence du travail sur les émissions de CO^2.

Le trait de ces observations est la grande irrégularité de la dépense d'énergie que traduisent les différences considérables dans l'exhalation de CO^2. Le travail dans ces entrepôts est fait « aux pièces » et payé à un taux bien plus élevé que le travail à l'heure.

Il est considéré comme extrêmement fatigant par les ouvriers, encore plus en été qu'en hiver, à cause des grandes différences de température existant entre les chambres frigorifiques et l'air extérieur. Le travail consiste principalement dans le déchargement des wagons et le transport aux chambres frigorifiques, des marchandises les plus diverses (quartiers de bœuf, de mouton, boîtes de volailles, fromages, etc.). Les chambres des entrepôts sont maintenues à une température de 4° C.

L'énergie dépensée évaluée par l'émission de CO^2 suit les variations de l'intensité du travail. L'émission de CO^2 va s'accroissant d'heure en heure avec minimum au début du travail et maximum au moment des « coups de collier ».

On pouvait supposer qu'il existait une relation entre le froid et la quantité de CO^2 émise, mais elle n'est point clairement apparue aux observateurs.

Seules les variations du travail effectué ont paru influencer le taux d'émission de CO^2.

Variation de la dépense physiologique au cours de divers exercices, chez un sujet pesant 74 kg.

I. — Avant toute espèce d'entrainement.

Sujet un peu gras, s'essoufflant vite, non exercé, pesant 74 kg. La dépense était la suivante :

1° *Au repos* :

a) CO^2 brut expiré en une seconde = 3 cm. 32.

b) Dépense en CO^2 ramenée au kilogramme du sujet pendant l'unité de temps :

$$CO^2 = \frac{3 \text{ cmc. } 32 \times 60}{74} = 2 \text{ cm}^2 \ 69.$$

II. — Au cours d'une marche de 4 km., a la vitesse de 1 m. 42 a la seconde.

a) CO^2 brut expiré en une seconde = 12 cm. 8.

Il faut déduire la dépense au repos pour connaître la dépense due au travail, soit : 12 cmc. 8 — 2 cmc. 69 = 10 cmc. 11.

b) Dépense en CO^2 ramenée au kilogramme du sujet pendant l'unité de temps :

$$CO^2 = \frac{10 \text{ cmc. } 11 \times 60}{74} = 8 \text{ cmc. } 19.$$

III. — Après une course prolongée pendant 2 minutes.
(650 m. environ — 5 m. 40 à la seconde).

a) CO^2 brut expiré en une seconde = 21 cmc. 14.

Il faut déduire la dépense au repos pour connaître la dépense due au travail, soit 21 cmc. 14 — 2 cmc. 69 = 18 cmc. 45 qui exprime la dépense de travail en CO^2 pour cette course.

b) Dépense de travail en CO^2 ramenée au kilogramme du sujet pendant l'unité de temps :

$$CO^2 = \frac{18 \text{ cmc. } 45 \times 60}{74} = 14 \text{ cmc. } 95.$$

IV. — Après un exercice de boxe anglaise de 4 minutes sans interruption

a) CO^2 brut expiré en une seconde = 22 cmc. 9.

Il faut déduire de ce chiffre la dépense au repos, pour connaître la dépense due au travail, soit : 22 cmc. 9 — 2 cmc. 69 = 20 cmc. 21.

b) Dépense physiologique exprimée en CO^2 ramenée à l'unité de poids dans l'unité de temps :

$$\frac{20 \text{ cmc. } 21 \times 60}{74} = 17 \text{ cmc. } 18.$$

2° *Après deux mois d'entraînement.*
(Le poids du sujet s'est abaissé à 68 kg.)

Après deux mois d'exercices physiques, le dosage de l'acide carbonique émis dans les mêmes conditions que ci-dessus, par le même sujet, nous a donné les résultats suivants :

(Tous les chiffres sont ramenés au kilogramme du sujet pendant une minute.)

1° *Au repos* : CO^2 = 2 cmc. 27.
2° *Après une marche de 4 km.* : CO^2 = 7 cmc. 68.
3° *Après une course de 2 minutes* : CO^2 = 11 cmc. 11.
4° *Après un exercice de boxe de 4 minutes* : CO^2 = 13 cmc. 81.

Dépense d'énergie pendant la nage. — M. A. D. Waller et Mlle G. de Decker ont communiqué à la *Société de Biologie* les observations qu'ils ont pu faire à l'école de gymnastique de Joinville sur des nageurs. Le sergent T..., nageur émérite, a une capacité vitale considérable : 6 lit. 3.

Ayant recueilli l'air qu'il expire à la fin d'une période de nage, on y a trouvé en centimètres cubes d'acide carbonique expiré par seconde :

Après 50 mètres de nage à la vitesse de 1 m. 56 par seconde : 70 cmc.
Après 100 mètres de nage à la vitesse de 1 m. 28 par seconde : 60 cmc.
Après 100 mètres de nage à la vitesse de 1 m. 25 par seconde : 53 cmc.
Après nage sur le dos à moins de 1 m. par seconde : 35 cmc.
Le 19 novembre 1921 :
Après 50 m. en 30 secondes : 80 cmc.
Après 100 m. en 80 secondes (fatigue) : 100 cmc.

Elimination de CO^2 au *repos*, chez ce nageur : 4 cmc. 2.

Une nage intense et rapide peut donc dégager jusqu'à 95 cmc. 8 d'acide carbonique par seconde, près de 26 fois plus qu'au repos.

Dépense physiologique des malades alités.

Transportant les données physiologiques précédentes dans le domaine de la clinique, nous avons songé à évaluer les échanges respiratoires dans les pyrexies. Ayant pris comme sujets d'observation deux paludéens pendant l'accès de fièvre, nous avons constaté que le débit d'acide carbonique, alors que la température de ces malades atteignait respectivement 39°2 et 39°8, était de 24 cmc. à la seconde pour l'un et 17 cmc. pour l'autre. Cette évaluation démontre que leur dépense physiologique était, à ce moment, extrêmement élevée. En effet, bien qu'ils fussent dans leur lit, ne produisant aucune dépense musculaire, leurs échanges respiratoires étaient comparables à ceux d'un coureur en pleine course.

C'est là un fait qui paraît être de quelque importance. Nous nous proposons de poursuivre ces recherches et nous formons l'hypothèse que le débit de l'acide carbonique demeure élevé tant que l'organisme lutte contre l'infection par la force accrue de ses combustions. A partir du moment où la phase critique est passée, lorsque, cliniquement, le pronostic s'améliore, les échanges respiratoires deviennent moins actifs ; ils tendent à revenir à un taux normal. Des observations ultérieures confirmeront cette hypothèse. S'ils la confirmaient, le médecin trouverait dans l'usage de l'appareil de Waller un élément nouveau pour asseoir son pronostic à l'égard des pyrexies, par le contrôle périodique des échanges respiratoires chez les malades.

III. — *Dosage de l'exercice physique par la mesure simultanée de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique émis* (1).

La méthode de Waller qui utilise l'évaluation du seul CO^2 émis, pour mesurer la dépense physiologique causée par un travail musculaire donné, laisse, théoriquement du moins, à désirer, par le fait que la valeur énergétique de l'acide carbonique expiré varie avec la nature de l'alimentation.

La mesure de l'oxygène absorbé doit aussi être envisagée comme nécessaire à l'évaluation exacte de la dépense énergétique. Le rapport existant entre l'acide carbonique émis et l'oxygène absorbé est seul capable de nous indiquer le taux d'utilisation de ce dernier et, somme toute, la véritable allure des combustions.

Puisque l'effet le plus patent de l'exercice sur l'organisme est, sans contredit, l'augmentation des échanges respiratoires, puisque la grandeur de ces échanges donne une mesure précise du travail produit et de la dépense physiologique effectuée, puisque l'organisme, ne possédant aucune réserve d'oxygène, est tenu de se le procurer au fur et à mesure des besoins, et que sa consommation est proportionnelle à ces derniers, puisque, enfin, l'élimination de l'acide carbonique a lieu sans délai, au fur et à mesure de sa production, il faut bien admettre que la mesure des échanges respiratoires représente

(1) M. Boigey. Influence de l'exercice sur le métabolisme. *Presse Médicale*, 9 juin 1926.

le moyen le plus exact d'apprécier les mutations énergétiques contemporaines du travail.

Depuis plusieurs années, nous avons procédé à de très nombreuses évaluations des échanges respiratoires au repos et au cours des exercices les plus divers. Cette méthode d'observation nous a permis de mesurer le coût physiologique des exercices, d'observer les modifications intervenues dans l'économie, au cours et à la suite du travail, et de nous rendre compte du régime

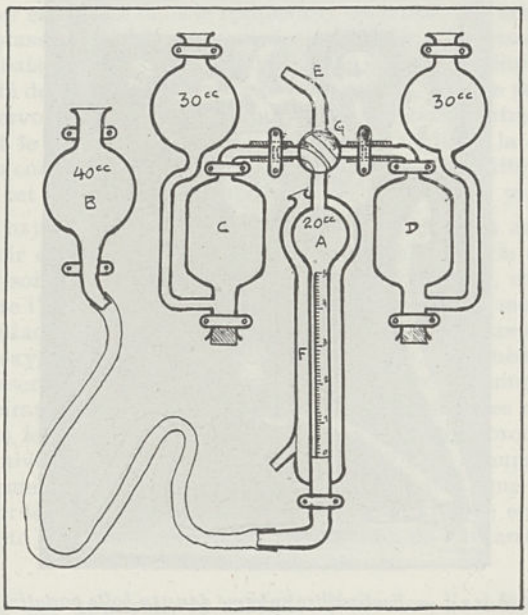


FIG. 143. — *Schéma de l'eudiomètre portatif de l'auteur.*

des combustions internes qui distinguent le sujet entraîné de celui qui ne l'est pas. Enfin, grâce à elle, nous avons pu dans presque tous les cas déterminer l'allure des dépenses provoquées chez un sujet par des travaux différents.

En vue de synthétiser les résultats obtenus et de supprimer de fastidieuses nomenclatures de chiffres, nous avons adopté un graphique type, sur lequel nous inscrivons les quatre tracés suivants :

I. — Celui de la ventilation pulmonaire (en litres et fractions de litre par minute).
II. — Celui de l'absorption d'oxygène (en litres et fractions de litre par minute).
III. — Celui de l'élimination de CO^2 (en litres et fractions de litre par minute).
IV. — Celui qui exprime les variations du quotient respiratoire.

Ainsi nous notons par minute la quantité d'air qui traverse les poumons, la quantité d'oxygène consommé, la quantité d'acide carbonique émis et le

rapport existant entre l'acide carbonique émis et l'oxygène absorbé, c'est-à-dire le taux d'utilisation de ce dernier.

La simple lecture de ces graphiques donne l'idée la plus exacte qu'il soit actuellement possible d'avoir sur l'allure des échanges respiratoires, conséquemment sur le métabolisme d'un sujet donné, pendant un exercice physique, un sport, une occupation quelconque.

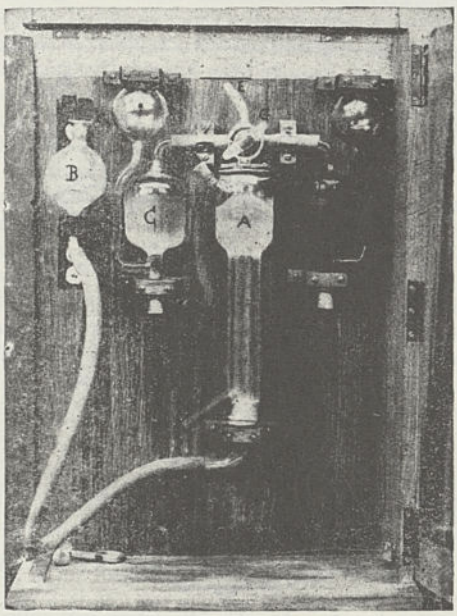


FIG. 144. — *Eudiomètre enfermé dans sa boîte portative.*

Alors qu'au début nous utilisions l'appareil de A. D. Waller pour le dosage expéditif du seul CO^2 dans l'air expiré, nous employons aujourd'hui l'eudiomètre portatif construit par Boulitte et dont nous avons donné la description dans la *Presse médicale* du 28 mars 1925. Au moyen de cet appareil, le malade, l'ouvrier, l'athlète, peuvent être observés périodiquement au lit, à l'usine, sur le stade, en montagne, partout, de dix minutes en dix minutes, d'heure en heure. Cet appareil permet le dosage de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique émis.

Il se compose d'un réservoir eudiométrique A prolongé à son pôle inférieur par un tube gradué dans lequel s'effectuera la mesure du volume des gaz. Il a une capacité totale de 20 cmc. L'extrémité libre du tube gradué communique, par un tube de caoutchouc, avec le réservoir B renfermant de l'eau ou du mercure.

A son extrémité supérieure, le réservoir A porte un robinet à double voie, grâce auquel il peut être mis en rapport, soit avec le récipient collecteur contenant le gaz à analyser, soit avec le récipient C contenant la solution de potasse, soit avec le récipient D contenant du phosphore immergé ou une solution de pyrogallate de potasse. Dans le récipient C, a lieu l'absorption de CO^2 ; dans le récipient D, se fait l'absorption de l'oxygène de l'air à analyser (fig. 143 et 144).

TECHNIQUE DE L'ANALYSE. — Les temps de l'opération d'analyse sont les suivants :

a) *Captage de l'air à analyser.* — On remplit d'eau ou de mercure le réservoir A en élevant le réservoir mobile B. Par le jeu des vases communicants, l'eau ou le mercure passe de B en A. On conjugue le tube E avec le réservoir contenant l'air à analyser. On abaisse le réservoir mobile B. L'air à analyser est aspiré du réservoir qui le contient dans le réservoir eudiométrique A et se substitue à l'eau ou au mercure qui remplissait ce dernier et qui, toujours par le jeu des vases communicants, repasse dans le réservoir mobile B abaissé. On remplit d'air le réservoir A jusqu'au zéro de la graduation. A ce moment, il contient 20 cmc. d'air.

b) *Dosage de* CO^2. — A l'aide du robinet G placé convenablement, on met en communication le réservoir eudiométrique de l'air à analyser avec le récipient C contenant la solution aqueuse de potasse à 40 pour 100. On élève le réservoir mobile B. L'air à analyser est chassé dans le récipient C, où il doit être laissé au contact de la solution de potasse pendant environ deux minutes. On ramène l'air dans le réservoir A, en abaissant le récipient mobile B. On établit l'égalité des pressions en ramenant l'égalité des niveaux, d'une part dans A et B, d'autre part dans les deux branches du réservoir C et on fait la lecture. La différence entre le zéro du tube eudiométrique et le niveau de l'eau ou de mercure indique la quantité de CO^2 contenue dans 20 cmc. de l'air analysé. Pour connaître la quantité de CO^2 contenue dans un litre de cet air, il suffira de multiplier ce résultat par 50.

c) *Dosage de l'oxygène.* — On fait décrire au robinet G un arc de cercle pour mettre le réservoir eudiométrique A en communication avec le récipient D dans lequel se trouve soit une solution de pyrogallate de potasse, soit du phosphore blanc. On y chasse l'air contenu dans A en élevant le réservoir mobile B. L'air doit être laissé au contact du phosphore ou du pyrogallate de potasse pendant huit à neuf minutes. L'oxygène de l'air à analyser est absorbé. On ramène alors l'air en A, en abaissant le réservoir mobile B. On établit, comme précédemment, l'égalité des pressions, en assurant l'égalité des niveaux, d'une part dans les réservoirs A et B, d'autre part dans les deux branches du récipient D, et on procède à la lecture. La différence de niveau entre le chiffre de CO^2 noté tout à l'heure et celui que l'on constate présentement sur la graduation du tube eudiométrique et qui résulte du passage de l'air sur le phosphore ou l'acide pyrogallique indique en cmc. ou fraction de cmc. la quantité d'oxygène contenue dans 20 cmc. de l'air analysé.

Au moyen de cet appareil, le malade, l'ouvrier, l'athlète, peuvent être observés périodiquement, de dix minutes en dix minutes, d'heure en heure, pendant la journée, etc., et dans quelque circonstance que ce soit.

La récolte de l'air expiré est faite de la façon suivante : le sujet est muni d'un masque de Tissot auquel est adaptée la valvule respiratoire métallique de Chauveau. L'air expiré est dirigé dans des sacs de tissu caoutchouté. Prélevant alors un échantillon de 20 cmc. des produits contenus dans le ou les sacs collecteurs, on met cette quantité d'air expiré, d'une part sur la potasse, d'autre part sur le phosphore, comme il vient d'être dit.

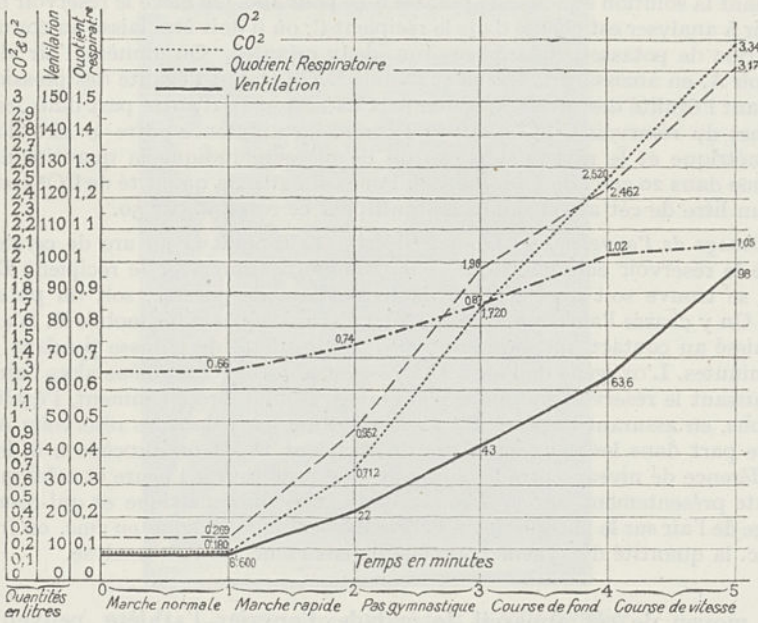
Le dosage de CO^2 et de O^2 contenus dans 20 cmc. de l'air expiré étant effectué, on détermine à l'aide du spiromètre le volume total de l'air contenu dans le ou les sacs collecteurs. Cette détermination nous a fait connaître la marche de la ventilation pulmonaire pendant un temps donné. Dès lors, on possède les données nécessaires au calcul qui permettra d'évaluer la dépense physiologique dans les circonstances où se trouvait placé le sujet observé.

Voici quelques graphiques types, suivis chacun de l'interprétation que leur lecture peut suggérer :

Métabolisme pendant un exercice de marche. — Pendant la marche normale, la ventilation pulmonaire du sujet observé est de 8 litres 600 ; la quantité d'oxygène absorbé s'élève à 0 l. 269, la quantité de CO^2 émis à 0 l. 180 ; le quotient respiratoire est de 0,66.

Pendant la minute suivante (marche rapide), la ventilation pulmonaire s'élève à 22 litres, la quantité d'oxygène absorbé atteint 0 l. 952 et celle de CO^2 émis à 0 l. 712. Quotient respiratoire : 0,74.

Pendant la troisième minute (pas gymnastique), 43 litres d'air ont traversé



Graphique I. — *Allure du métabolisme chez un homme de 23 ans effectuant successivement et sans interruption une minute de marche normale, une minute de marche rapide, une minute de pas gymnastique, une minute de course de fond et une minute de course de vitesse.*

les poumons du coureur. Il a fixé 1 l. 961 d'oxygène et éliminé 1 l. 720 de CO^2. Le quotient respiratoire atteint 0,87.

Pendant la quatrième minute (course de fond), la dépense physiologique s'est encore accrue : 63 l. 600 d'air ont traversé la poitrine du coureur ; il a fixé 2 l. 462 d'oxygène, éliminé 2 l. 520 d'acide carbonique ; le quotient respiratoire dépasse l'unité et atteint 1,02.

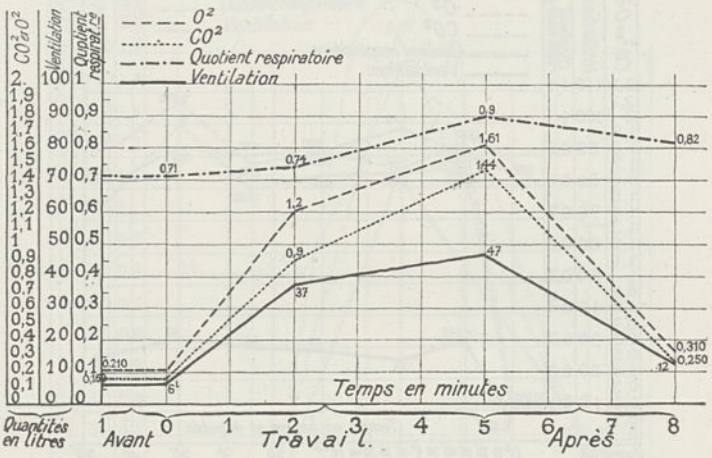
Enfin, pendant la cinquième minute (course de vitesse), la ventilation pulmonaire a atteint 98 litres ; la quantité d'oxygène absorbé a été de 3 l.172 ; la quantité de CO^2 émis a atteint 3 l. 340. Le quotient respiratoire a été de 1,05.

De l'ensemble de nos recherches, il résulte que l'allure de marche la plus économique, au point de vue de la dépense physiologique, est celle qui, pour

un homme de 65 kilos, entraîne une dépense nette minima de 1 litre à 1 l. 350 d'oxygène pour un parcours de 100 m., avec 110 à 120 pas par minute.

Toutes les autres allures sont plus coûteuses. Celles qui sont plus lentes sont plus coûteuses à cause du faible rendement de vitesse obtenue, proportionnellement à la dépense d'oxygène. Celles qui sont plus vives élèvent beaucoup la consommation d'oxygène pour un faible gain de vitesse. (Graphique I.)

MÉTABOLISME PENDANT UN EXERCICE D'AVIRON. — Immédiatement avant l'épreuve, la ventilation pulmonaire du sujet observé s'élevait à 6 litres par



GRAPHIQUE II. — *Allure du métabolisme chez un homme de 24 ans effectuant un exercice d'aviron d'une durée de 5 minutes, à l'allure de vingt coups d'aviron par minute.*

minute. La quantité d'oxygène fixé était de 0 l. 210 et celle de CO^2 émis de 0 l. 160. Le quotient respiratoire était de 0,71.

A la fin de la deuxième minute de travail, la quantité d'air qui traversait les poumons s'était élevée à 37 litres ; la quantité d'oxygène fixé atteignait 1 l. 200 par minute ; CO^2 émis : 0 l. 900.

Pendant la cinquième minute, au moment de la cessation du travail, la ventilation pulmonaire atteignait 47 litres par minute : la quantité d'oxygène fixé s'élevait à 1 l. 61 et la quantité de CO^2 émis à 1 l. 44. Le quotient respiratoire était de 0,9.

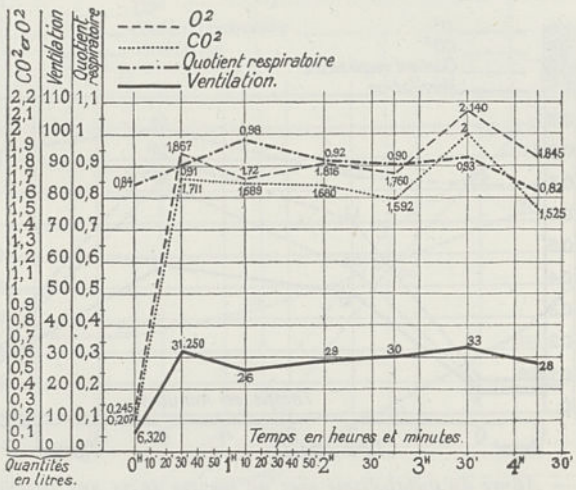
Trois minutes après la cessation du travail, la ventilation était retombée à 12 litres par minute, la quantité d'oxygène fixé à 0 l. 310 et celle de CO^2 émis à 0 l. 250. A ce moment le quotient pulmonaire atteignait 0,82. (Graphique II).

MÉTABOLISME PENDANT UN EXERCICE DE CYCLISME. — Immédiatement avant l'épreuve la ventilation pulmonaire de ce cycliste était de 6 l. 320 par minute ; il fixait dans le même temps 0 l. 245 d'oxygène et éliminait 0 l. 207 de CO^2. Son quotient respiratoire était alors de 0,84.

Trente minutes après le départ, la ventilation pulmonaire était passée à 31 l. 250 par minute, la quantité d'oxygène fixé à 1 l. 867 et celle de CO^2 émis à 1 l. 711 ; quotient respiratoire : 0,91.

Une heure dix après le début de l'épreuve, la ventilation pulmonaire fléchissait à 26 litres, la quantité d'oxygène fixé était de 1 l. 720, celle de CO^2 émis atteignait 1 l. 689 et le quotient respiratoire oscillait autour de 0,98.

Deux heures après le départ 29 litres d'air traversaient la poitrine du cycliste par minute, 1 l. 816 d'oxygène était fixé et 1 l. 680 de CO^2 était émis. Le quotient respiratoire atteignait 0,92.



GRAPHIQUE III. — *Allure du métabolisme chez un coureur cycliste de 24 ans, pédalant pendant quatre heures quinze à l'allure moyenne de 50 à 70 coups de pédale à la minute.*

Trois heures trente après le début du travail, la ventilation par minute atteignait 33 litres, la quantité d'oxygène fixé s'élevait à 2 l. 140 et celle de CO^2 émis à 2 litres. Le quotient respiratoire oscillait autour de 0,93.

Enfin, lorsque le cycliste s'arrêta quatre heures quinze après le départ, la ventilation atteignait 28 litres par minute ; la quantité d'oxygène fixé était de 1 l. 845 ; la quantité de CO^2 émis de 1 l. 525 et le quotient respiratoire atteignait 0,82.

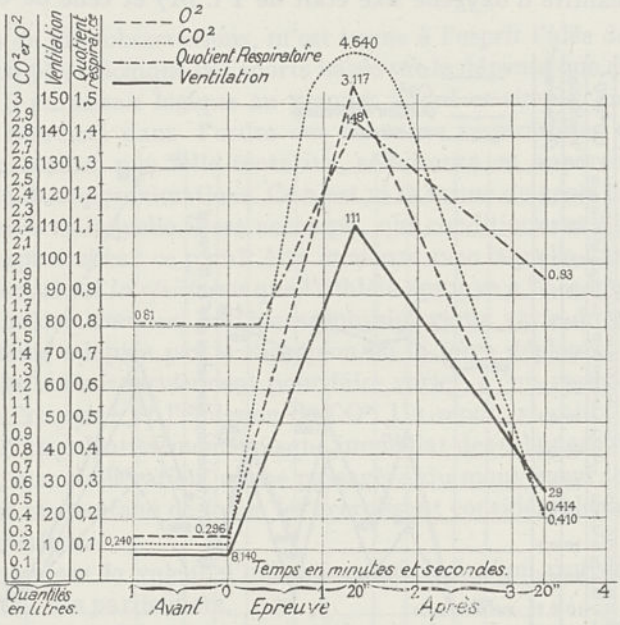
Les faibles changements intervenus entre la première demi-heure et la fin de l'épreuve attestaient un remarquable état d'entraînement chez le sujet observé. La constance de ses combustions témoignait d'une adaptation parfaite de son organisme aux conditions du travail effectué. (Graphique III.)

MÉTABOLISME PENDANT UN EXERCICE DE NATATION. — Dans la minute qui précédait la course, le nageur eut une ventilation pulmonaire de 8 l. 140.

La quantité d'oxygène fixé atteignit au repos 0 l. 296 et celle de CO^2 émis fut de 0 l. 240. Le quotient respiratoire était de 0,81.

La course dura une minute et vingt secondes. Dans ce très court laps de temps, la ventilation était passée à 111 litres par minute, la quantité d'oxygène fixé à 3 l. 117 et celle de CO^2 émis à 4 l. 640 ; le quotient respiratoire s'était élevé à 1,48.

Deux minutes après la cessation de l'effort, la ventilation pulmonaire était retombée à 29 litres, la quantité d'oxygène fixé à 0 l. 414 et celle de CO^2 émis à 0 l. 410. Quotient respiratoire : 0,93.



GRAPHIQUE IV. — *Allure du métabolisme chez un nageur effectuant une course de vitesse en une minute et 20 secondes.*

La lecture de ce graphique nous montre que la nage de course est un exercice qui provoque une augmentation considérable des combustions.

Elle atteste également la rapidité et la souplesse extraordinaires d'adaptation de l'organisme au travail qu'on lui impose.

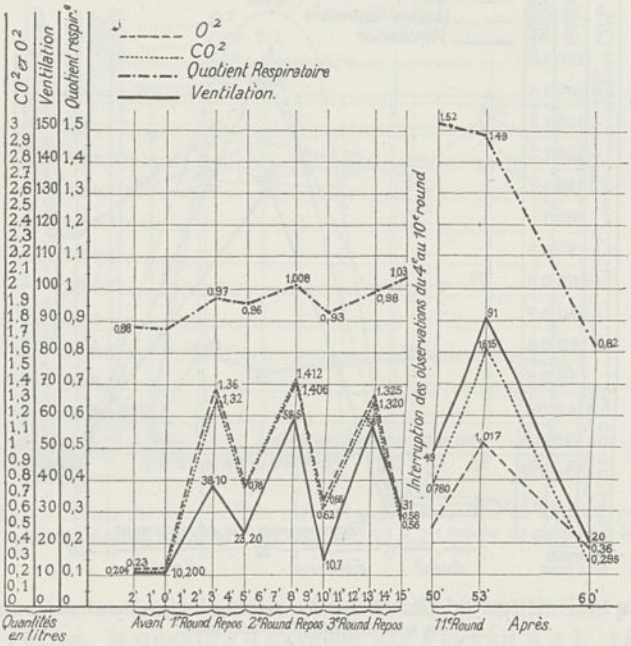
En 1922, Waller (A.-D.) avait déjà signalé semblable fait à la Société de Biologie en basant ses observations sur la seule émission de CO^2. (Graphique IV.) (Voir p. 333.)

MÉTABOLISME PENDANT UN ASSAUT DE BOXE. — Le travail comprenait onze reprises (rounds) de trois minutes chacune, séparées par un repos de deux minutes. Les observations ne portèrent que sur les trois premiers et le onzième ou dernier round.

Avant l'épreuve, la ventilation pulmonaire par minute était de 10 l. 200 ; la quantité d'oxygène fixé atteignait 0 l. 230 et la quantité de CO^2 émis 0 l. 204 ; le quotient respiratoire était de 0,88.

A la fin de chacun des trois premiers rounds, la ventilation par minute atteignait 38 lit. 10, 59 lit. 52 et 56 litres. La quantité d'oxygène fixé fut respectivement de 1 l. 360, 1 l. 406 et 1 l. 325 ; la quantité de CO^2 émis atteignit 1 l. 320, 1 l. 412 et 1 l. 320, ce qui portait le quotient respiratoire à 0,97, 1,008 et 0,98.

Pendant le onzième et dernier round, les échanges respiratoires avaient une allure tout autre. La ventilation pulmonaire atteignait 91 litres par minute. La quantité d'oxygène fixé était de 1 l. 017 et celle de CO^2 émis de



GRAPHIQUE V. — *Allure du métabolisme chez un boxeur.*

1 l. 615. Le quotient respiratoire, aux environs de 1,50, attestait un taux d'utilisation de l'oxygène défectueux.

Sept minutes après la fin de l'exercice, la ventilation pulmonaire, par minute, était de 20 litres, la quantité d'oxygène absorbé de 0 l. 360 et la quantité de CO^2 émis de 0 l. 295, témoignant du retour à la normale des échanges respiratoires. Le quotient respiratoire était alors de 0,82. (Graphique V.)

On voit que les variations de l'oxygène consommé et de l'acide carbonique émis sont parallèles à l'intensité du travail ; en outre, elles expriment la *qualité* de la machine musculaire. Pour un même travail, l'acide carbonique émis est plus abondant quand le sujet considéré n'est pas entraîné, et moins abondant quand le sujet considéré est au contraire entraîné. En d'autres termes, le sujet entraîné travaille plus économiquement, sa dépense physiologique évaluée par la grandeur des combustions est moindre que celle de

l'homme non entraîné. Enfin, pour un exercice donné, on peut dire que, lorsque la dépense physiologique est à son minimum, le sujet est arrivé au maximum de sa condition sportive.

IV. — *Classification des sports basée sur la dépense physiologique qu'ils provoquent.*

Au cours de mes observations, m'est venue à l'esprit l'idée de tenter une classification physiologique des sports basée sur la dépense que chacun d'eux provoque. Il paraissait logique au premier abord et simple, en somme, de classer les exercices dans l'ordre des échanges respiratoires qu'ils déterminent. En réalité, une telle tentative, séduisante en apparence, ne peut aboutir qu'à des approximations. Ce n'est ni la forme du geste athlétique, ni la durée pendant laquelle il est accompli, qui conditionnent l'intensité des échanges respiratoires : ce paraît être *la vitesse* avec laquelle l'action musculaire est effectuée et *la résistance* que l'athlète éprouve à l'accomplir.

Pour un même exercice, la dépense physiologique varie du tout au tout selon la vitesse adoptée par le champion ou la force déployée. De plus, de nombreux facteurs interviennent pour faire varier, à un moment donné, la fixation de l'oxygène et l'émission de CO^2. Un repos, si court soit-il, s'accompagne d'un ralentissement presque immédiat des échanges respiratoires. Par contre, une accélération, même passagère, du mouvement, ou encore un déploiement momentané de force, les accroissent considérablement, surtout en fin d'expérience.

Ces données ont la valeur d'indications générales qui peuvent être infirmées dans des cas particuliers.

Quoi qu'il en soit, faisant porter nos observations sur les sujets les plus divers, nous sommes arrivé aux constatations suivantes qui sont d'ordre général :

La *natation* accomplie en compétition sur 100 mètres paraît être l'exercice qui s'accompagne des échanges respiratoires les plus intenses. Nous nous trouvons d'accord sur ce point avec Waller. Un de nos champions, âgé de 22 ans, dont la capacité vitale était de 6,3 litres au repos et l'émission de CO^2 égale à 252 centimètres cubes par minute, a présenté une émission de 5 litres 760 de CO^2 en une minute aussitôt après une nage intense et rapide accomplie sur 100 mètres en une minute et 26 secondes. Aucun autre exercice, exécuté dans les conditions de vitesse et d'intensité les plus grandes, ne s'est accompagné d'échanges respiratoires aussi actifs.

La *course de vitesse sur* 100 *mètres* provoque de même une grande émission de CO^2, mais moindre cependant que la natation.

La *lutte*, les *courses de demi-fond, de fond* et la *boxe anglaise* produisent une dépense physiologique sensiblement de même ordre.

La *boxe française*, l'*aviron*, les agrès et le *foot-ball rugby* forment un groupe d'exercices, tendant à une élimination d'acide carbonique de valeur pareille mais nettement inférieure à l'élimination provoquée par les sports précédents.

Le *tennis*, la *bicyclette*, le *foot-ball association* et le *punch-ball* forment un autre groupe dans l'échelle des dépenses.

Chez l'adulte, une leçon de gymnastique de quarante-cinq minutes, telle qu'elle est décrite dans le règlement d'éducation physique de l'armée, équivaut à la dépense d'une partie de volley-ball et à une marche sur la route avec chargement d'une trentaine de kilos, poursuivie pendant le même laps de temps.

CONCLUSIONS TIRÉES DE L'ÉVALUATION DE LA DÉPENSE PHYSIOLOGIQUE PAR LA MESURE DES ÉCHANGES RESPIRATOIRES.

1° Au début de toute espèce de travail musculaire, entrepris sans le moindre ménagement, un véritable flot d'acide carbonique envahit l'organisme. Ce produit d'excrétion est incorporé à l'air expiré. Ce phénomène très apparent chez un sujet non entraîné aux exercices corporels est beaucoup moins accusé chez l'homme entraîné.

Cette production et cette élimination intenses de CO^2 durent peu, de quelques secondes à 3 ou 4 minutes ; après quoi s'installe un régime d'élimination de CO^2 proportionné à l'intensité du travail fourni et à l'état d'entraînement. D'où la nécessité d'entreprendre toute espèce d'exercice avec lenteur, pour éviter la montée du flot carbonique, qui provoque immédiatement de l'essoufflement et parfois des troubles réflexes d'inhibition cardiaque.

2° Les variations de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique émis pendant le travail sont parallèles à l'intensité de ce travail. Elles expriment, en outre, la qualité de la machine musculaire. Pour un même exercice, l'oxygène absorbé et le CO^2 émis sont d'autant plus abondants que le sujet considéré est moins entraîné.

3° Lorsque, chez un sujet soumis à un genre de travail déterminé, les échanges respiratoires atteignent un minimum qui ne peut être abaissé, on reconnaît à ce signe que le sujet est arrivé à sa meilleure condition, au point de vue de l'économie du travail.

4° La ventilation n'est pas toujours en rapport avec la quantité d'oxygène fixé ou de CO^2 émis. Elle est relativement réduite chez l'homme entraîné. Ce dernier a moins d'air à sa disposition, mais il l'utilise mieux. La quantité d'oxygène qu'il y prélève est proportionnellement plus grande que celle que le même sujet, avant d'être entraîné, prélevait sur un volume semblable.

5° Chez un athlète qui travaille — j'ai ici en vue le coureur — l'essoufflement n'est dans un rapport étroit ni avec l'oxygène consommé, ni avec

l'acide carbonique émis, ni avec la ventilation. Il semble que l'excitation des centres respiratoires bulbaires, de laquelle relève l'essoufflement, soit due non seulement à l'acide carbonique du sang, mais encore à des produits de dédoublement incomplètement oxydés et libérés par les muscles qui travaillent intensément.

Au premier rang de ces produits acides, il convient de placer l'acide lactique, qui intoxique les centres respiratoires, et dont l'action s'ajoute à celle de l'acide carbonique.

Cette donnée n'est pas une simple hypothèse. La présence d'acide lactique dans le sang et même son passage dans l'urine ont été démontrées par Ryffel et Barcroft.

Or, l'élimination de ces corps acides est lente, plus lente que celle de l'acide carbonique. C'est ce qui explique que l'essoufflement persiste encore après la fin du travail, alors que depuis quelques instants, l'acide carbonique est revenu à un taux normal dans le sang.

Il persiste jusqu'à ce que l'organisme ait eu le temps de mettre en jeu le mécanisme d'élimination relativement lent qui lui permet de se débarrasser des métabolites musculaires acides accumulés dans le sang, par un exercice intense. C'est le lieu de rappeler les idées de H. Magne, sur l'entraînement respiratoire. Elles découlent directement des données précédentes.

Pour cet auteur, il suffirait d'accoutumer progressivement le centre nerveux respiratoire à l'excitation acide pour nous prémunir, dans une très large mesure, contre l'essoufflement.

« Certains athlètes, dit-il, s'exercent de temps en temps à retenir leur respiration aussi longtemps que possible pendant le travail. Il n'est pas douteux que par des exercices de cette nature, ils ne contribuent, sans le savoir, à augmenter la résistance de leurs centres nerveux à l'intoxication par l'acide carbonique et ne se procurent ainsi tous les avantages qui doivent en résulter. »

Magne propose d'habituer les chevaux de course à respirer des mélanges d'air et d'acide carbonique à des concentrations croissantes. On arriverait ainsi à les immuniser contre les effets de l'intoxication acide des centres respiratoires et à reculer l'apparition de l'essoufflement au cours du travail. Comme la respiration de semblables mélanges augmente beaucoup l'amplitude des mouvements respiratoires, on imposerait en même temps à l'animal une gymnastique pulmonaire à laquelle il ne peut, comme l'homme, volontairement se soumettre.

La méthode est simple, une mise au point facile la rendrait sûrement applicable.

Je n'ai pas eu l'occasion d'expérimenter cette méthode d'entraînement respiratoire sur l'homme. Mais elle mérite, selon moi, d'être prise en considération. Quoi qu'il en soit, l'essoufflement du sujet entraîné cesse plus vite que celui du sujet non entraîné, après le travail. *La stabilité respiratoire* caractérise le sujet entraîné. Ce qui atteste ce fait, c'est, d'une part, le rétablissement prompt, chez le sujet entraîné, tardif chez le sujet non entraîné,

du taux de ventilation à l'état de repos et, d'autre part, l'abaissement du quotient respiratoire dès que le repos succède au travail.

6° Il n'est pas de meilleur moyen de connaître la valeur d'un appareil respiratoire que d'étudier les échanges gazeux dont il est le théâtre, au repos d'abord, ensuite pendant le travail. On décèle ainsi son régime dans des circonstances variées, son degré de souplesse et d'entraînement, sa faculté d'adaptation aux efforts supplémentaires qui peuvent lui être demandés.

La mesure de la dépense d'énergie par la méthode respiratoire permet seule de suivre l'activité de l'athlète, dans les conditions les plus diverses, d'évaluer le travail produit et d'avoir une idée du rendement du moteur humain et de ses variations.

Elle donne enfin la possibilité de déterminer pour chaque athlète le régime de travail qui est, pour lui, le plus avantageux.

Pour avoir une idée complète des changements apportés dans l'organisme humain par le travail, il faudrait ajouter aux évaluations précédentes l'étude systématique de l'élimination urinaire qui permettrait de suivre les modifications du métabolisme azoté des tissus. C'est là un chapitre de physiologie qui n'est pas encore écrit (1).

ALLURE DES ÉCHANGES RESPIRATOIRES, PENDANT DIVERS EXERCICES SPORTIFS (2).

Voici un certain nombre de données numériques indiquant la dépense physiologique au repos et pendant des exercices sportifs variés.

1° DÉPENSE MOYENNE PENDANT LE REPOS. — Durée de l'observation : 60 minutes (décubitus dorsal), prélèvement de 10 en 10 minutes (sujets de 20 à 25 ans non entraînés).

(1) MAGNE (Henri). Recherches sur la dépense d'énergie dans la marche de l'homme en terrain horizontal ou incliné (*Journal de physiologie et de pathologie générale*), 1154, 1920. — Recherches sur les modifications des phénomènes respiratoires que produit chez l'homme le travail musculaire. Applications à l'étude de l'entraînement et de la fatigue (*Notes et mémoires de l'Institut Lannelongue d'hygiène sociale*, 2e série, 1921). — Les modifications des échanges respiratoires pendant l'exercice musculaire (*Ibid.*, 3e série, 1922). — Le mécanisme de l'essoufflement et l'entraînement respiratoire (*Bulletin de la Société centrale de médecine vétérinaire*, 30 mars 1927).

LAGRANGE (M.-F.). De l'essoufflement dans les exercices du corps (*Revue scientifique*, XXXIX, 718, 4 juin 1887).

A. KROGHAND et J. LINDHARD. The regulation and circulation during the initial stages of muscular work (*J. of Physiology*, XLVII, p. 112, 1913).

J. AMAR. Une singularité dans le fonctionnement de la machine humaine (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 17 octobre 1910). — Mise en marche de la machine humaine (*Ibid.*, 14 novembre 1910). — Sur la loi de la dépense postérieure au travail (*Ibid.*, 21 novembre 1910). — Physiologie de l'effort (*Académie des sciences*, 6 août 1917) (*Paris médical*, 25 août 1917). — Courbes de ventilation pulmonaire (*Académie des sciences*, 14 avril 1919). — *Les lois scientifiques de l'éducation respiratoire* (Dunod, éditeur, 1920).

BENEDICT et MURSGHAUSER. Energy transformations during horizontal walking (*Carnegie Institution of Washington*. Publication, n° 231, 1915). Ce travail contient une bibliographie détaillée de la question.

BOIGEY. Dosage de l'exercice physique par la mesure de l'acide carbonique émis. Métabolisme pendant l'exercice (*Presse médicale*, 19 juillet 1922). — Accroissement des échanges respiratoires et courbe de la dépense physiologique pendant l'exercice (*Revue médicale d'éducation physique et de sport*, février 1923). — Description d'un eudiomètre nouveau pour le dosage de l'oxygène et de l'acide carbonique de l'air expiré (*Ibid.*).

(2) M. BOIGEY. Dosage de l'exercice et évaluation de l'état d'entraînement par la mesure des échanges respiratoires. *Congrès national d'éducation physique*. Bordeaux, 1923.

Ventilation :	4 l. 800	5 l. 400	5 l. 100	5 l. 450	5 l. 280	5 litres
CO^2 émis par minute :	0 l. 210	0 l. 225	0 l. 215	0 l. 205	0 l. 200	0 l. 200
O^2 consommé par minute :	0 l. 240	0 l. 252	0 l. 250	0 l. 235	0 l. 235	0 l. 235
$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0 87	0 89	0 86	0 87	0 85	0 86

2° Dépense physiologique pendant la marche a pied. — Effectuée par une personne de 42 ans ne faisant que très peu d'exercice physique (Allure : 4 km. 200 à l'heure. — Durée de l'observation : une minute.)

Arrêt dans la station debout 10′ avant le départ. Durée de l'observation : une minute.	*Ventilation :* *CO^2 émis :* *O^2 consommé :* $\frac{CO^2}{O^2}$ =	5 l. 800 0 l. 235 0 l. 270 0,87
5′ après le départ.	*Ventilation :* *CO^2 émis :* *O^2 consommé :* $\frac{CO^2}{O^2}$ =	13 l. 980 0 l. 292 0 l. 329 0,88
35′ après le départ.	*Ventilation :* *CO^2 émis :* *O^2 consommé :* $\frac{CO^2}{O^2}$ =	18 l. 48 0 l. 738 0 l. 760 0,97
45′ après le départ.	*Ventilation :* *CO^2 émis :* *O^2 consommé :* $\frac{CO^2}{O^2}$ =	18 l. 48 0 l. 738 0 l. 760 0,97
Arrêt de 10 minutes.	*Ventilation :* *CO^2 émis :* *O^2 consommé :* $\frac{CO^2}{O^2}$ =	14 l. 10 0 l. 302 0 l. 317 0,94
20′ après la reprise de la marche.	*Ventilation:* *CO^2 émis :* *O^2 consommé :* $\frac{CO^2}{O^2}$ =	19 l. 98 0 l. 915 0 l. 950 0,95
35′ après la reprise de la marche.	*Ventilation :* *CO^2 émis :* *O^2 consommé :* $\frac{CO^2}{O^2}$ =	23 l. 28 0 l. 700 1 l. 715 0,97
45′ après la reprise de la marche.	*Ventilation :* *CO^2 émis :* *O^2 consommé :* $\frac{CO^2}{O^2}$ =	24 l. 1 l. 220 1 l. 227 0,98

La marche la plus économique, au point de vue de la dépense physiologique, est celle qui entraîne une dépense nette minima de 1 litre à 1 l. 35 d'oxygène pour 100 mètres d'espace parcouru, avec 115 à 125 pas par minute.

Toutes les autres allures sont plus coûteuses. Celles qui sont plus lentes sont plus coûteuses, à cause du faible rendement de vitesse obtenu, proportionnellement à la dépense d'oxygène. Celles qui sont plus vives élèvent beaucoup la consommation d'oxygène pour un faible gain de vitesse.

3° Dépense physiologique pendant une course de 3.000 mètres. — Durée de la course : 12'39". Sujet moyennement entraîné et jeune (22 ans). Durée de chaque observation : une minute.

Avant la course, station debout.	*Ventilation :*	9 l. 420
	CO^2 émis :	0 l. 242
	O^2 consommé :	0 l. 280
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,86
Pendant la course, à la troisième minute.	*Ventilation :*	115 l.
	CO^2 émis :	3 l. 68
	O^2 consommé :	3 l. 25
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	1,13
A la dixième minute.	*Ventilation :*	104 l.
	CO^2 émis :	3 l. 850
	O^2 consommé :	3 l. 225
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	1,19
A la fin de la course 12'39" (arrivée).	*Ventilation :*	97 l.
	CO^2 émis :	3 l. 410
	O^2 consommé :	3 l. 200
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	1,06
2' après la fin de la course.	*Ventilation :*	58 l.
	CO^2 émis :	2 l. 19
	O^2 consommé :	2 l. 11
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	1,03
6' après la fin de la course.	*Ventilation :*	23 l.
	CO^2 émis :	0 l. 64
	O^2 consommé :	0 l. 74
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,86

4° Dépense physiologique pendant une course de 3.000 mètres. — Durée : 9'56" (Sujet bien entraîné de 22 ans).

5' avant la course.	*Ventilation :*	7 l. 200
	CO^2 émis :	0 l. 205
	O^2 consommé :	0 l. 255
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,80

Pendant la course, à la troisième minute.	*Ventilation :*	107 l.
	CO^2 émis :	3 l. 140
	O^2 consommé :	2 l. 957
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,07
A la fin de la course, à la neuvième minute.	*Ventilation :*	110 l.
	CO^2 émis :	3 l. 220
	O^2 consommé :	2 l. 950
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,07
2′ après la fin de la course.	*Ventilation :*	45 l.
	CO^2 émis :	1 l. 25
	O^2 consommé :	1 l. 46
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,85
6′ après la fin de la course.	*Ventilation :*	22 l. 9
	CO^2 émis :	0 l. 32
	O^2 consommé :	0 l. 47
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,67

5° Dépense physiologique pendant une course de natation. — Nage libre (100 m. en 1′20″).

2′ avant l'épreuve.	*Ventilation :*	8 l. 140
	CO^2 émis :	0 l. 240
	O^2 consommé :	0 l. 296
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,70
Aussitôt après l'épreuve en sortant de l'eau.	*Ventilation :*	111 l.
	CO^2 émis :	4 l. 640
	O^2 consommé :	3 l. 117
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,48
3′ après l'épreuve.	*Ventilation :*	29 l.
	CO^2 émis :	0 l. 400
	O^2 consommé :	0 l. 420
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,95

6° Dépense physiologique pendant un assaut de boxe. — Dépense physiologique évaluée avant et après chaque round de 3′. — Repos de 2′ entre chaque round.

Avant le premier round (3′ avant).	*Ventilation :*	10 l. 200
	CO^2 émis :	0 l. 204
	O^2 consommé :	0 l. 230
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,88

A la fin du premier round (6e minute).	*Ventilation :*	38 l. 10
	CO^2 émis :	1 l. 320
	O^2 consommé :	1 l. 360
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,97
1 minute après le premier round (7e minute).	*Ventilation :*	23 l. 20
	CO^2 émis :	0 l. 750
	O^2 consommé :	1 l. 780
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,96
A la fin du deuxième round (11e minute).	*Ventilation :*	59 l. 52
	CO^2 émis :	1 l. 412
	O^2 consommé :	1 l. 400
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,008
1 minute après le deuxième round (12e minute).	*Ventilation :*	16 l. 7
	CO^2 émis :	0 l. 620
	O^2 consommé :	0 l. 660
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,93
A la fin du troisième round (16e minute).	*Ventilation :*	56 l. 400
	CO^2 émis :	1 l. 300
	O^2 consommé :	1 l. 325
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,98
1 minute après le troisième round (17e minute).	*Ventilation :*	31 l.
	CO^2 émis :	0 l. 580
	O^2 consommé :	0 l. 560
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,03
A la fin du dixième round.	*Ventilation :*	49 l.
	CO^2 émis :	0 l. 780
	O^2 consommé :	0 l. 510
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,52
	(Grande fatigue).	
Pendant le onzième round (dernier).	*Ventilation :*	61 l.
	CO^2 émis :	1 l. 715
	O^2 consommé :	1 l. 117
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,44
7 minutes après le dernier round.	*Ventilation :*	20 l.
	CO^2 émis :	0 l. 295
	O^2 consommé :	0 l. 360
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,82

7° Dépense physiologique pendant une partie de rugby.

Au repos avant la partie.	*Ventilation :*	10 l. 500
	CO^2 émis :	0 l. 295
	O^2 consommé :	0 l. 239
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,92
Pendant la partie, de 10 en 10 minutes (10e minute).	*Ventilation :*	38 l.
	CO^2 émis :	0 l. 940
	O^2 consommé :	0 l. 990
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,95
Vingtième minute.	*Ventilation :*	74 l.
	CO^2 émis :	2 l. 07
	O^2 consommé :	1 l. 94
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,06
Trentième minute.	*Ventilation :*	52 l.
	CO^2 émis :	1 l. 65
	O^2 consommé :	1 l. 40
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,17
Quarantième minute.	*Ventilation :*	39 l.
	CO^2 émis :	0 l. 917
	O^2 consommé :	0 l. 980
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,93

8° Dépense physiologique pendant un exercice d'aviron a une allure de course, soutenue pendant vingt minutes. — 28 coups d'aviron à la minute.

5 minutes avant l'exercice.	*Ventilation :*	9 l. 240
	CO^2 émis :	0 l. 214
	O^2 consommé :	0 l. 265
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,80
5′ après le départ.	*Ventilation :*	69 l. 600
	CO^2 émis :	1 l. 450
	O^2 consommé :	1 l. 380
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,05
10′ après le départ.	*Ventilation :*	74 l.
	CO^2 émis :	1 l. 660
	O^2 consommé :	1 l. 710
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,97

15′ après le départ.	*Ventilation :*	80 l.
	CO^2 émis :	2 l. 810
	O^2 consommé	2 l. 310
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,18
A l'arrivée.	*Ventilation :*	101 l.
	CO^2 émis :	3 l. 140
	O^2 consommé :	2 l. 650
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,18
4′ après la course.	*Ventilation :*	31 l.
	CO^2 émis :	0 l. 425
	O^2 consommé :	0 l. 745
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,58
10′ après la course.	*Ventilation :*	20 l. 200
	CO^2 émis :	0 l. 275
	O^2 consommé :	0 l. 319
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,86

9° Dépense physiologique pendant une marche d'allure progressive. — Echanges respiratoires chez un sujet se livrant à une marche d'allure ordinaire pendant cinq minutes, puis d'allure vive pendant cinq autres, puis à une course d'allure croissante jusqu'à atteindre l'allure de la course de vitesse (Durée de l'épreuve : 20 minutes).

Cinq premières minutes.	*Ventilation :*	14 l.
	CO^2 émis :	0 l. 305
	O^2 consommé :	0 l. 349
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,87
5′ à 10′ (allure vive).	*Ventilation :*	21 l.
	CO^2 émis :	0 l. 640
	O^2 consommé :	0 l. 780
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,87
De 10′ à 20′ (observation faite à la fin de l'épreuve, allure progressivement croissante jusqu'à atteindre celle de la course de vitesse).	*Ventilation :*	107 l.
	CO^2 émis :	3 l. 250
	O^2 consommé :	3 l. 17
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,02

10° VALEUR RESPECTIVE DES DÉPENSES PENDANT LES DIFFÉRENTES ALLURES DE L'HOMME. — Sujet entraîné.

Marche ordinaire (pendant 1 minute).	*Ventilation :*	8 l. 6
	O^2 *consommé :*	0 l. 269
	CO^2 *émis :*	0 l. 80
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,66
Marche accélérée (pendant 1 minute).	*Ventilation :*	22 l.
	O^2 *consommé :*	0 l. 952
	CO^2 *émis :*	0 l. 712
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,74
Pas gymnastique (pendant 1 minute).	*Ventilation :*	43 l.
	O^2 *consommé :*	1 l. 961
	CO^2 *émis :*	1 l. 72
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,87
Course (allure de course de fond pendant 1').	*Ventilation :*	63 l. 6
	O^2 *consommé :*	2 l. 462
	CO^2 *émis :*	2 l. 520
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,02
Course (allure de course de vitesse pendant 1').	*Ventilation :*	98 l. 2
	O^2 *consommé :*	3 l. 172
	CO^2 *émis :*	3 l. 340
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,05

11° DÉPENSE PHYSIOLOGIQUE PENDANT UN TRAVAIL A L'AVIRON. — Travail de 5' à l'allure de 24 coups d'aviron par minute, sujet non entraîné.

Au repos.	*Ventilation :*	9 l. 380
	O^2 *consommé*	0 l. 235
	CO^2 *émis :*	0 l. 198
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,84
Deuxième minute.	*Ventilation :*	45 l.
	O^2 *consommé :*	1 l. 340
	CO^2 *émis :*	1 l. 319
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,98
Cinquième minute.	*Ventilation :*	79 l.
	O^2 *consommé :*	2 l. 450
	CO^2 *émis :*	2 l. 575
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	1,05

Trois minutes après la cessation du travail.	*Ventilation :*	39 l.
	O^2 *consommé :*	0 l. 774
	CO^2 *émis :*	0 l. 748
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,96

12° Aviron. — Travail de 5' à l'allure de 24 coups d'aviron par minute (sujet entraîné).

Avant le travail (repos).	*Ventilation :*	6 l. 200
	O^2 *consommé :*	0 l. 219
	CO^2 *émis :*	0 l. 160
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,73
Deuxième minute de travail.	*Ventilation :*	36 l. 500
	O^2 *consommé :*	1 l. 180
	CO^2 *émis :*	0 l. 917
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,77
Cinquième minute (fin du travail).	*Ventilation :*	47 l. 250
	O^2 *consommé :*	1 l. 560
	CO^2 *émis :*	1 l. 417
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,90
8' après le travail.	*Ventilation :*	12 l. 14
	O^2 *consommé :*	0 l. 314
	CO^2 *émis :*	0 l. 259
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,82

13° Dépense physiologique pendant le déplacement d'un tas de sable avec la pelle. — Travail de terrassement.

Au repos, avant le travail.	*Ventilation :*	6 l. 200
	O^2 *consommé :*	0 l. 197
	CO^2 *émis :*	0 l. 160
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,81
Travail à la cadence de 10 coups de pelle à la minute.	*Ventilation :*	14 l. 900
	O^2 *consommé :*	1 l. 120
	CO^2 *émis :*	1 l. 200
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	1,07
Travail à la cadence de 20 coups de pelle à la minute.	*Ventilation :*	37 l.
	O^2 *consommé :*	1 l. 850
	CO^2 *émis :*	1 l. 850
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	1

14° DÉPENSE PENDANT LE TRAVAIL DE PÉDALAGE (BICYCLETTE ERGOGRAPHIQUE). Sujet non entraîné.

Au repos, avant l'épreuve.	*Ventilation :*	7 l. 900
	O^2 *consommé :*	0 l. 242
	CO^2 *émis :*	0 l. 207
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,85
Pédalage pendant 1 minute (80 coups de pédale par minute).	*Ventilation :*	19 l. 500
	O^2 *consommé :*	1 l. 340
	CO^2 *émis :*	0 l. 907
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,71
(Repos de vingt minutes).		
Pédalage pendant 1 minute (90 coups de pédale par minute).	*Ventilation :*	34 l.
	O^2 *consommé :*	1 l. 800
	CO^2 *émis :*	1 l. 578
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,87
Pédalage pendant 1 minute (105 coups de pédale par minute).	*Ventilation :*	47 l.
	O^2 *consommé :*	2 l. 116
	CO^2 *émis :*	2 l. 110
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,99
(Repos de vingt minutes).		
Pédalage pendant 1 minute (125 coups de pédale par minute).	*Ventilation :*	68 l.
	O^2 *consommé :*	2 l. 507
	CO^2 *émis :*	2 l. 649
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	1,05

CYCLISME DE COURSE.

Repos avant l'exercice.	*Ventilation :*	7 l. 320
	O^2 *consommé :*	0 l. 207
	CO^2 *émis :*	0 l. 245
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,84
30' après le départ.	*Ventilation :*	31 l. 250
	O^2 *consommé :*	1 l. 867
	CO^2 *émis :*	1 l. 711
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,88
1 h. 15 après le départ.	*Ventilation :*	26 l.
	O^2 *consommé*	1 l. 720
	CO^2 *émis :*	1 l. 689
	$\frac{CO^2}{O^2} =$	0,98

2 heures après le départ.	*Ventilation :*	29 l.
	O^2 consommé :	1 l. 818
	CO^2 émis :	1 l. 680
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,92
2 h. 45 après le départ.	*Ventilation :*	30 l.
	O^2 consommé :	1 l. 760
	CO^2 émis :	1 l. 588
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,90
3 h. 30 après le départ.	*Ventilation :*	28 l.
	O^2 consommé :	2 l. 140
	CO^2 émis :	2 l.
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,93
4 h. 15 après le départ.	*Ventilation :*	28 l.
	O^2 consommé :	1 l. 845
	CO^2 émis :	1 l. 525
	$\frac{CO^2}{O^2}$ =	0,82

DÉPENSE PHYSIOLOGIQUE PENDANT UN EXERCICE MUSCULAIRE INTENSE.

Hohnü Christensen, A. Krogh et J. Lindhard, sous l'auspice du comité d'hygiène de la Société des Nations, ont publié dans le *Bulletin trimestriel de l'organisation d'hygiène*, Société des Nations (septembre 1934), les résultats de recherches expérimentales effectuées pendant deux ans dans les laboratoires de zoophysiologie et de gymnastique théorique de l'Université de Copenhague.

Ils ont étudié successivement :

1° L'air alvéolaire avec dosage de CO^2 et O^2 pendant un travail intense ;

2° Les effets de l'inhalation de mélanges oxygènes sur la circulation et sur la capacité de travail maximum ;

3° La détermination du coefficient de diffusion dans le poumon et, éventuellement, la teneur en oxygène du sang artériel au cours du travail ;

4° Ils ont comparé les échanges respiratoires et le quotient respiratoire pendant un travail très pénible et pendant le repos ;

5° L'étude de l'action du sucre et de l'alcool absorbé juste avant ou pendant le travail, avec détermination de la teneur en sucre et en alcool du sang en vue de montrer si son abaissement est susceptible de produire une fatigue générale ;

6° L'étude du mécanisme et des effets — y compris les modifications circulatoires — d'un travail effectué chaque jour pendant un temps prolongé,

avec des régimes alimentaires divers et administration d'aliments appropriés immédiatement avant et pendant le travail.

Les résultats de ces recherches ne présentent aucune donnée nouvelle vraiment originale. Ils ont été déjà énoncés sous les formes les plus diverses par les physiologistes qui, depuis vingt ans, s'occupent de la physiologie du travail humain.

Voici quelques-unes des données essentielles des travaux danois :

1° Pendant l'entraînement, il faut veiller à ce que les exigences imposées à l'organisme soient accrues régulièrement et pas trop rapidement ;

2° L'effet de l'entraînement se manifeste par un accroissement de la force musculaire, un ralentissement du pouls et une respiration profonde et lente. Le ralentissement du pouls est en relation avec un accroissement du volume et du poids du cœur qui s'adapte ainsi, tant que la demande va croissant, mais cesse de se développer en présence d'une demande constante ;

3° La capacité vitale s'accroît pendant l'entraînement ;

4° Au cours d'un entraînement long et continu, l'organisme acquiert une faculté d'adaptation rapide de la ventilation et de la circulation qui se traduit par le fait que l'absorption d'oxygène est capable d'atteindre très rapidement son maximum ;

5° La période d'entraînement doit être coupée de fréquents arrêts de deux jours ou plus ;

6° Le type du régime alimentaire n'a pas une grande importance. Quel que soit ce régime, un excédent d'hydrates de carbone sera toujours disponible pour une courte période de travail maximum ;

7° La température extérieure et surtout le degré d'humidité de l'air devront être pris en considération ; le travail accompli dans une atmosphère à la fois chaude et humide provoque facilement une élévation dangereuse de la température du corps ;

8° Les facteurs limitatifs, lorsqu'il s'agit d'un effort intense de longue durée, sont une température du corps élevée et une faible teneur du sang en sucre. Mais d'autres facteurs, tels que la fatigue du système nerveux central, et certains phénomènes dont les muscles et les articulations sont le siège, interviennent également ;

9° L'athlète ne reste dans sa forme que pendant un très petit nombre d'années.

CHAPITRE XIII

LÉSIONS ACCIDENTELLES IMPUTABLES AUX EXERCICES ET AUX SPORTS (1)

Les exercices gymnastiques, les jeux énergiquement ou imprudemment conduits, et plus encore les performances sportives comportent des dangers, des accidents, des états pathologiques qui peuvent revêtir les formes les plus diverses, depuis les plus bénignes jusqu'à entraîner des infirmités permanentes ou même causer la mort.

Les fractures, les luxations et les contusions articulaires, les plaies nettes et les plaies contuses, les contusions du crâne, du thorax, de l'abdomen, les hernies de force sont monnaie courante sur les terrains de jeux et les stades. Nous n'en parlons que pour mémoire, nous bornant à rapporter ici les lésions caractéristiques causées par les actes sportifs ou produites au cours des exercices et des jeux.

Boxe.

I. — Lésions de la face et de la tête.

Contusions. — Les contusions de la face produites au cours d'un assaut de boxe se présentent à deux degrés. Dans le premier, il s'agit d'une légère attrition des tissus, simple ecchymose déterminée par une petite quantité de sang infiltré. Dans le second, les vaisseaux d'un certain calibre sont rompus, et le sang infiltré forme collection. On ne constate jamais la mortification des tissus, encore moins leur écrasement réel ; l'élasticité des gants de boxe rend impossibles ces lésions.

a) *Région du nez.* — Les cartilages du nez, soumis à des percussions répétées, soit directes, soit latérales, peuvent être désinsérés de leurs points d'implantation osseux. Lorsqu'un coup direct et violent a été porté sur *le cartilage de la cloison* qui forme le pilier soutenant la portion cartilagineuse du nez, il se produit un aplatissement caractéristique de la partie cartilagineuse. On constate cet aplatissement chez beaucoup de boxeurs professionnels. Cependant les cartilages latéraux et les cartilages de l'aile qui répondent au lobule du nez ont une telle flexibilité qu'ils s'incurvent le plus souvent sous les chocs, et que leur désinsertion est tout à fait exceptionnelle. Ils con-

(1) Pour plus de détails, consulter : *Lésions et traumatismes sportifs.* 1 vol. Masson, édit.

servent généralement entre eux et avec les os du nez leurs rapports normaux. Mais il arrive que des coups latéraux portés avec une grande vitesse déchirent et désinsèrent les *cartilages accessoires* de forme, de nombre et de dimensions variables, généralement réduits à l'état de petites lamelles, irrégulièrement quadrilatères, disposés entre les cartilages de l'aile du nez et les cartilages latéraux ; mais cette déchirure, ordinairement suivie d'une légère tuméfaction douloureuse des parties molles, se répare promptement, et il n'en résulte aucune déformation durable de l'extrémité du nez.

b) *Région mentonnière.* — Les contusions ne laissent pas de traces à la région mentonnière. A ce niveau la peau est remarquable par son épaisseur ; de nombreux tractus cellulo-fibreux serrés et denses, étendus de la peau au périoste et circonscrivant des lobules adipeux, jouent efficacement le rôle de matelas amortisseur. Je ne retiendrai que le coup direct porté à 4 ou 5 centimètres en dehors de la ligne médiane ; il provoque souvent des névralgies rebelles à tout traitement, et intéressant la zone innervée par le nerf mentonnier.

c) *Région massétérine.* — La peau de cette région glisse facilement sur l'aponévrose sous-jacente. Il n'est pas rare d'observer de l'infiltration de la couche cellulo-adipeuse qui double en cet endroit les téguments, lorsqu'ils ont subi une série de percussions directes et surtout tangentielles.

Chez certains boxeurs possédant un *prolongement antérieur de la parotide* anormalement développé, on constate, chaque fois qu'ils ont été durement percutés à ce niveau, un gonflement douloureux de la région. Deux fois à la suite d'un assaut de boxe, il nous a été donné de constater que du sang était déversé dans la cavité buccale, par le canal du Sténon.

La loge massétérine, osseuse en dedans, aponévrotique en dehors, close de toutes parts sauf au niveau de l'échancrure sigmoïde, est peu sensible aux chocs, portés avec un gant de boxe, si violents soient-ils.

Toutefois, à la suite de coups répétés, il n'est pas rare d'observer pendant les heures qui suivent un combat, un léger *trismus* qui cède à l'application prolongée de compresses chaudes. *La boule graisseuse* de Bichat qui sépare le bord antérieur du masséter du muscle buccinateur, est parfois le siège d'une inflammation aiguë très douloureuse, durant une huitaine de jours, se traduisant par une sensation de brûlure caractéristique, avec irradiation vers la fosse temporale.

d) *Pavillon de l'oreille.* — Le pavillon de l'oreille est très exposé. Il présente chez tous les boxeurs professionnels des déformations caractéristiques. La gouttière de l'hélix a disparu, de sorte que l'hélix et l'athélix se font suite sur un même plan. La fossette de l'hélix ou fossette triangulaire est également effacée. Le tragus et l'antitragus ainsi que le lobule de l'oreille sont épaissis, de manière à beaucoup diminuer l'étendue de la cavité de la conque. Plus rarement le pavillon de l'oreille présente chez certains sujets l'aspect d'un ou de plusieurs bourrelets irréguliers accolés les uns aux autres.

La peau du pavillon de l'oreille est fine, mince et douce au toucher. A l'état

normal elle s'étale régulièrement sur les deux faces du cartilage et en reproduit fidèlement toutes les irrégularités. Sous l'influence de traumatismes répétés, il arrive fréquemment qu'elle soit décollée complètement de son substratum cartilagineux. Un hématome bien circonscrit se produit, déformant complètement le pavillon de l'oreille, effaçant les gouttières, qui y sont normalement dessinées. Le tissu cellulaire sous-cutané n'existe pas en tant que couche distincte, sur la face externe du pavillon, et, dans cette région, les hématomes ou othématomes ne sont pas limités, comme ailleurs, par les mailles du tissu cellulaire. La fluctuation est nette et le diagnostic aisé. Le traitement consiste dans la ponction simple, aseptique, qu'il est utile de faire suivre d'une légère compression locale. Il est contre-indiqué de procéder à une injection modificatrice quelconque dans le foyer de l'hématome, après qu'il a été drainé. L'épanchement se reproduit avec une grande facilité; dans ce cas, la ponction doit être répétée.

Sur la face interne du pavillon de l'oreille, au contraire, le tissu cellulaire sous-cutané est relativement lâche. Il renferme çà et là quelques pelotons graisseux et des tractus fibreux peu favorables à la formation des collections sanguines. Par contre, il se laisse facilement infiltrer par la sérosité et peut devenir à la suite de traumatismes répétés, le siège d'un œdème chronique.

Le sang, dans l'othématome traumatique, provient des artères perforantes, vaisseaux issus de l'auriculaire postérieure, branche de la temporale superficielle. Elles perforent en trois endroits la lame cartilagineuse pour venir irriguer la face externe du pavillon. Leur déchirure, sous l'influence d'un coup de poing, produit la lésion décrite ci-dessus.

e) *Conduit auditif.* — Il est fréquemment le siège d'une inflammation chronique localisée à sa portion fibro-cartilagineuse dont le calibre peut être diminué de moitié ou des deux tiers. Ce rétrécissement est généralement concentrique. Plus rarement il est marginal ; dans ce dernier cas, la lumière du canal prend la forme d'un croissant.

f) *Membrane du tympan.* — Le tympan, chez le boxeur professionnel, est parfois épaissi et enflammé (myringite chronique). Plus souvent, il présente des ruptures. Sa flaccidité lui permet de se distendre et d'arriver même au contact du promontoire, quand se produit une pression lente et continue, comme celle qui s'exerce sur sa face externe, lorsque la trompe d'Eustache est obstruée. Par contre, toute augmentation brusque de pression agissant sur lui, de dehors en dedans, comme celle qui résulte d'un coup de boxe violemment appliqué sur l'oreille, produit sa déchirure. Cette déchirure occupe de préférence les parties paracentrales de la membrane tympanale, plus particulièrement la partie antéro-inférieure.

La riche innervation du tympan explique son exquise sensibilité et les réflexes nombreux dont il peut être le point de départ. Les nerfs qui le parcourent proviennent à la fois de l'auriculo-temporal, de la branche auriculaire du plexus cervical et du pneumogastrique. C'est à l'excitation des

rameaux émanés de ce dernier qu'il faut attribuer les vertiges et la syncope même que la percussion du conduit autidif produit chez certains boxeurs.

g) *Oreille moyenne.* — Il n'est pas rare que les traumatismes répétés portés sur la région auriculaire, après avoir rompu le tympan, altèrent la souplesse des liens fixateurs et lèsent l'intégrité des articulations et des muscles moteurs des osselets. Des assauts de boxe violemment conduits laissent fréquemment après eux des otites moyennes catarrhales suivies à plus ou moins longue échéance de scléroses du tympan, d'ankyloses des osselets, de cicatrices adhérentes, de brides néoformées qui immobilisent plus ou moins la chaîne des osselets et diminuent l'audition.

h) *Oreille interne.* — L'oreille interne, profondément située dans l'épaisseur du rocher, enveloppée de toutes parts par une carapace osseuse très résistante, échappe généralement aux effets des traumatismes portés sur la région auriculaire. Toutefois, il arrive que certains coups exceptionnellement violents, plaqués sur le pavillon de l'oreille par surpression dans l'oreille moyenne, excitent violemment les terminaisons des nerfs cochléaire et vestibulaire ; pour le premier, la réaction se traduit, suivant les cas et selon l'intensité du choc, par des bourdonnements et de l'hyperacousie ou par une surdité totale, mais transitoire. Quant au nerf vestibulaire, il réagit à l'excitation violente de ses terminaisons en provoquant chez le boxeur du vertige et des troubles de l'équilibre.

Nous vîmes une fois un crochet porté sur l'oreille gauche déterminer un état vertigineux intense en même temps qu'un mouvement oscillatoire latéral de la tête. Une autre fois deux coups simultanément portés sur chaque côté de la tête, provoquèrent des oscillations de la tête en avant et en arrière avec chute du corps en avant.

Il s'était produit, à n'en pas douter, dans ces deux cas, un ébranlement transmis aux terminaisons du nerf vestibulaire.

i) *Région oculaire.* — La forme des gants de boxe et leurs courbures à grand rayon, expliquent que les contusions directes de la région oculaire soient rarement suivies d'accidents graves du côté de l'organe de la vision. Les coups violents produisent surtout des extravasations sanguines dans les paupières. Le tissu cellulaire est ici très lâche. Les paupières meurtries enflent. Le tissu cellulaire sous-cutané n'est pas le seul à participer au gonflement, la muqueuse se boursoufle aussi. Je l'ai vue former une tumeur ayant presque le volume d'un œuf de pigeon. A ce degré, le chémosis traumatique est comme étranglé par les cartilages tarses. Les paupières, d'abord d'une couleur vineuse, passent au brun puis au jaune, comme cela a lieu dans les autres parties du corps. Il arrive que la muqueuse palpébrale fait hernie. Dans ce cas, j'ai dû la sacrifier pour en hâter la réduction.

Il n'est pas rare que dans les jours qui suivent un assaut de boxe, l'orbiculaire des paupières soit atteint, tantôt de parésies se traduisant par l'impossibilité de fermer les yeux et par du larmoiement, et tantôt, au contraire, de

contracture spasmodique douloureuse ; dans ce dernier cas, l'œil est fermé et la région est le siège de douleurs assez vives irradiées dans la région sus-orbitraire.

La conjonctivite traumatique est tout à fait exceptionnelle.

A la suite des coups portés directement sur l'œil, il arrive presque toujours que l'arcade sourcilière protège efficacement le globe oculaire. La compression se fait relativement peu sentir. On a rarement signalé des ruptures intraoculaires consécutives à un assaut de boxe. Par contre, j'ai personnellement observé une fois un épanchement de sang (hypohéma) dans la chambre antérieure. Il ne fut suivi d'aucune complication et se résorba en produisant une légère pigmentation de l'iris. Dans un autre cas, un coup tangentiel porté latéralement sur le globe oculaire, causa des troubles circulatoires de la région iridociliaire qui persistèrent pendant trois jours. Il semble que l'importante voie d'écoulement des liquides intraoculaires ait été au moins partiellement obstruée. L'œil était dur et tendu. Un certain degré de glaucome se manifesta. La pupille était paresseuse. Des instillations d'ésérine et de pilocarpine parurent baucoup aider à la sédation des phénomènes douloureux et au *reditus ad integrum.*

Nous avons observé une fois, à la suite d'un direct sur l'œil, une *ophtalmoplégie totale.* Tous les nerfs moteurs du globe étaient paralysés. Entièrement recouvert par la paupière supérieure ptosique, l'œil se montra, après soulèvement de celle-ci, absolument immobile et figé dans l'orbite comme dans la cire. La pupille était largement dilatée, ne réagissant pas à la lumière et à la convergence, et la paralysie de l'accommodation était absolue. De plus, il y avait anesthésie complète de la cornée et de la moitié supérieure de la conjonctive bulbaire, de la paupière supérieure droite, du sourcil et de la région frontale droite.

La régression progressive des symptômes paralytiques, le retour de la sensibilité et de la motilité étaient complets dix jours après le traumatisme.

Durandy a rapporté trois cas de *diplopie* consécutifs à la boxe. H. Lagrange a étudié les traumatismes de l'iris. Jean Sedan a décrit l'*iridoplégie* des boxeurs et relaté un cas de quadruple rupture de l'iris et un autre de subluxation du cristallin.

Les cas de *cécité* ne sont pas des raretés. L'abolition de la vue n'intéresse généralement qu'un œil, l'autre demeurant indemne. Presque tous les cas de cécité signalés à la suite d'un combat de boxe ont succédé à un *décollement de la rétine.* Celui-ci débute toujours brusquement. Un nuage s'étend instantanément sur une partie du champ visuel.

Enfin, à la suite d'un assaut de boxe, il n'est pas exceptionnel de voir un boxeur présenter une *amaurose momentanée.* Elle est explicable soit par simple ébranlement du nerf optique, soit par une action réflexe de nature inconnue. La plupart du temps, ces amauroses s'effacent en quelques jours. Il est exceptionnel qu'elles aboutissent à l'atrophie du nerf optique. Cette évolution ne survient que si l'amaurose est due à un décollement de la rétine.

II. — Plaies.

Les plaies de la face produites au cours d'un assaut de boxe peuvent siéger à l'arcade sourcilière, à la région génienne, aux lèvres, à la langue et sur la base d'implantation du pavillon de l'oreille.

a) *Plaies de l'arcade sourcilière.* — Elles ne présentent en elles-mêmes aucun caractère de gravité et ne méritent aucune mention spéciale.

b) *Plaies de la région génienne.* — Elles siègent toujours sur la face interne des joues au niveau de la région intermaxillaire, en regard des arcades dentaires, au contact desquelles se rompt la muqueuse sous l'influence des traumatismes portés extérieurement sur les joues. Il n'est pas rare d'observer chez les boxeurs l'existence d'*adénomes kystiques* de faibles dimensions, développés aux dépens d'un groupe de glandes salivaires, connu sous le nom de *glandes molaires*. D'habitude, elles ne révèlent pas leur présence, mais des traumatismes répétés finissent par en provoquer l'inflammation.

c) *Plaies des lèvres.* — Reposant sur les arcades dentaires et les gencives qui forment enclume, les lèvres sont fréquemment blessées au cours d'un assaut de boxe. Comme à la région génienne, c'est presque toujours la muqueuse exclusivement qui se trouve intéressée. Exceptionnellement la division des lèvres est complète ; il s'agit presque toujours de plaies à bords irréguliers et très saignants. Pour arrêter l'hémorragie qui succède aux blessures des lèvres dans un assaut de boxe prolongé et violent, il est parfois nécessaire de suturer la ou les plaies et de comprendre, dans la suture, toute l'épaisseur de la lèvre. Autrement les vaisseaux ouverts continuent à donner du sang et forment des hématomes sous-muqueux propices à l'infection.

d) *Plaies de la langue.* — Elles sont toujours produites par les dents qui divisent plus ou moins la langue à la suite d'un coup porté sur le menton.

Si elles ne comprennent pas toute l'épaisseur de la langue elles guérissent spontanément. Si elles n'atteignent pas la face inférieure de la langue, il y a très rarement hémorragie. Si la langue a été divisée dans toute son épaisseur, on doit avoir recours à la suture simple. Dans la plupart des cas la langue est fortement contuse et l'hémorragie s'arrête spontanément ; cependant nous vîmes une fois le sang couler en abondance par suite de la division d'une des artères ranines. La simple compression du pouce et de l'index appliqués chacun sur une des faces de la langue arrêtera promptement l'hémorragie.

e) *Base d'implantation de l'oreille.* — Les plaies siégeant à ce niveau ne présentent aucun caractère spécial. Dans l'immense majorité des cas, la peau seule est intéressée et le cartilage de la conque épargné. Le sillon otomastoïdien est le lieu d'élection des plaies siégeant à ce niveau.

III. — Luxations.

Elles sont exceptionnelles et portent sur l'articulation temporo-maxillaire. Il arrive qu'un coup direct porté de haut en bas sur la pointe du menton provoque un abaissement exagéré du maxillaire inférieur. Dans ce cas le condyle déchire la partie antérieure de la capsule articulaire et passe en avant de la racine transverse du zygoma. Il y a luxation de la mâchoire. La contraction des muscles maintient le condyle dans sa nouvelle position. A ma connaissance, cet accident n'est jamais survenu depuis de longues années. Mais les médecins anglais et américains en ont signalé plusieurs cas antérieurs à l'année 1900.

Il n'est pas rare d'observer chez les boxeurs une raideur plus ou moins marquée de l'articulation temporo-maxillaire. Elle est consécutive à un certain degré de périarthrite, explicable par les contusions directes et répétées de l'articulation pendant les assauts de boxe.

IV. — Fractures des os du nez.

Les fractures des os du nez sont fréquentes chez les boxeurs professionnels. Elles sont généralement simples et présentent des directions et une étendue variables. La direction du trait de fracture est longitudinale, plus souvent transverse ou oblique. Presque toujours elles sont bornées au squelette propre du nez, mais il arrive qu'elles soient étendues jusqu'à la gouttière lacrymale ou au canal nasal. Enfin, elles peuvent, dans des cas rares, être composées, comminutives, compliquées de contusions, de plaie exterieure et de déchirure de la membrane de Schneider. L'ébranlement du coup qui a produit la fracture des os du nez se communique généralement au cerveau, et le mouvement transmis à la lame criblée par l'apophyse perpendiculaire de l'ethmoïde, peut faire éprouver à celle-ci une solution de continuité ; de là, divers accidents imputables à une réaction méningée généralement passagère.

Tandis que les fractures simples du nez se font sans déplacement, les fractures composées ou comminutives s'accompagnent toujours d'enfoncement des fragments vers les cavités nasales et de déformation extérieure de l'organe ; dans ce dernier cas, les fragments sont mobiles ; ils se déplacent facilement sous le doigt explorateur et font distinctement entendre une crépitation.

Dans le cas où la fracture s'étend jusqu'à la gouttière lacrymale, le côté interne de la base de l'orbite et des paupières est violemment ecchymosé ; des larmes sanguines lentes s'écoulent par la fosse nasale correspondante et refluent par les points lacrymaux.

La déchirure de la membrane pituitaire, très riche en tissu érectile, donne lieu à une effusion de sang plus ou moins considérable par les narines.

Le travail de consolidation des fractures du nez se fait avec une extrême

rapidité. Il ne faut jamais ajourner la réduction des fragments chaque fois qu'elle est possible et peut être maintenue.

Les boxeurs professionnels ont tous le nez plus ou moins déformé. Les déformations sont à la fois internes et externes. Elles sont localisées à une partie de la cloison, à l'articulation du vomer et du cartilage et dessinent des crêtes ou des éperons, en intéressant la cloison ostéo-cartilagineuse tout entière qui apparaît hérissée de saillies de toutes formes et de toutes dimensions. Les cornets sont aplatis et la cavité des méats peut être complètement effacée.

Les éperons et les crêtes situés dans la moitié inférieure du nez gênent beaucoup la respiration. Ceux qui sont placés plus haut opposent à l'arrivée de l'air un obstacle moindre ; par contre, ils compriment souvent les cornets et sont le point de départ de réflexes parfois fort gênants (faux asthme, coryza spasmodique), handicapant les boxeurs qui en sont atteints.

Les fractures dentaires sont beaucoup plus rares qu'on ne pourrait le supposer. Il faut, avec un gant de boxe, un coup d'une violence peu commune, pour luxer une dent et fracturer son alvéole. Ces lésions ne présentent aucun caractère spécial méritant d'être signalé.

Les autres fractures de cause directe produites soit aux dépens de l'os malaire, soit aux dépens des deux maxillaires au cours d'un assaut de boxe, sont tout à fait exceptionnelles. Lister rapporta jadis le cas d'un boxeur atteint d'un direct à la pommette et chez lequel il dut désengrener l'os malaire qui avait légèrement pénétré dans le maxillaire supérieur. Un autre chirurgien répondit à la communication de Lister en citant un cas personnel dans lequel l'arcade zygomatique avait été détachée en grande partie et entraînée par le masséter. Il s'agit de faits uniques en leur genre et qui sont rendus à peu près impossibles par la souplesse des gants de boxe actuels.

V. — Lésions nerveuses de la face.

Les parties molles et les os de la face sont traversés par de nombreux nerfs qui peuvent être lésés, à la suite des traumatismes variés produits par les coups de boxe. Un certain degré d'engourdissement de tous les muscles du visage est généralement ressenti par les combattants à la suite d'un assaut de boxe. Il s'agit, à n'en pas douter, d'une parésie dans la zone du facial.

Il n'est pas rare que les cals plus ou moins irréguliers par lesquels se réparent les os du nez fracturés, englobent les terminaisons du nasal interne, branche de l'ophtalmique de Willis, et soient la source non seulement de névralgies nasales tenaces, mais encore de troubles oculaires réflexes (amblyopie transitoire, asthénopie accommodative, etc.).

Lorsque les lésions osseuses du nez siègent dans la région de la voûte des fosses nasales, la faculté de l'odorat est très diminuée, sinon supprimée par destruction de l'appareil périphérique de réception sensorielle. Beaucoup de boxeurs professionnels présentent un degré marqué d'anosmie.

Le nerf naso-lobaire, issu du nasal interne et qui couvre de ses fines ramifications la région du lobule du nez, est souvent le siège de névralgies tenaces surtout exacerbées par le froid. J'ai connu un boxeur qui, l'hiver, ne pouvait s'exposer à un froid un peu vif sans éprouver dans la zone du naso-lobaire des douleurs atroces, si violentes qu'il en arrivait presque à l'état syncopal.

J'ai déjà parlé plus haut des névralgies siégeant dans le territoire du nerf mentonnier. J'ai aussi fait allusion, à propos du tympan, aux lésions nerveuses consécutives à la déchirure du tympan. Je n'y reviendrai pas.

Le nerf lacrymal qui jette son rameau malaire sur la peau de la pommette, le nerf maxillaire supérieur qui, sitôt franchi le trou sous-orbitaire s'épanouit en un bouquet sous-cutané et en partie anastomosé avec le facial, de façon à former un véritable plexus, peuvent être le siège de douleurs névralgiques rebelles que réveillent les traumatismes. Certains boxeurs sont très handicapés par cet état névralgique et redoutent surtout les coups à la figure qui, presque instantanément, ravivent des douleurs intolérables. Dans un cas semblable, l'arrachement chirurgical du bouquet sous-orbitaire fut suivi d'un excellent résultat.

Autres lésions dues à la boxe.

Jean Braine et André Ravina (1) ont fait une étude d'ensemble des lésions de la main chez les boxeurs. « Contrairement à ce qu'on pense habituellement, les lésions du frappeur sont plus graves, plus gênantes que celles du sujet frappé. »

Ces lésions sont des fractures ou des luxations, atteignant surtout le premier métacarpien, et tellement caractéristiques que peu de boxeurs professionnels y ont échappé ; tête et corps du métacarpien sont à peu près également touchés, et souvent plusieurs fois, comme en témoignent les radiographies, présentées dans ce travail, du squelette de la main d'un champion de France, poids lourd.

J'ai parlé au chapitre de la boxe, du mécanisme du knock-out survenant d'emblée. Il peut aussi se produire par accumulation des coups reçus et par addition latente de l'épuisement progressif. On sait, en effet, que quelques coups légers sur la bouche, le nez ou la région épigastrique permettent ensuite une efficacité beaucoup plus grande à un coup violent porté à la pointe du menton.

Les *commotions cérébrales et bulbaires répétées* ont les plus funestes conséquences au point de vue mental. Nous connaissons un professionnel de la boxe qui dut être interné à la suite d'une série d'exhibitions où il jouait le rôle du vaincu, encaissant chaque soir un certain nombre de coups à la tête.

(1) J. Braine et André Ravina. Les lésions traumatiques des boxeurs. *Presse médicale*, 20 octobre 1924.

Ce sont là des abus intolérables. La boxe est un sport excellent et recommandable, à la condition qu'on la pratique comme une escrime rapprochée et qu'on ne recherche jamais le knock-out. Celui-ci peut être suivi de mort. Trente-deux décès dus à des rencontres de boxe ont été enregistrés en une seule année, aux Etats-Unis. Le knock-out est surtout dangereux pour les novices.

Le Dr Livet (1) a rapporté un cas de *confusion mentale amnésique postcommotionnelle* qui éclaire d'un jour singulier les troubles que peut engendrer un traumatisme cranien pendant un assaut de boxe. Le voici reproduit *in extenso* : « D..., trente-six ans, sportman professionnel, dispute un match en 1921 contre un adversaire de sa catégorie. Il se présente plein de confiance, dans d'excellentes conditions, pas d'émotivité chez lui, pas d'appréhension. Dans ses antécédents, aucune maladie, mais en 1900, une chute de cheval avec contusions légères. Description du combat : aucun examen médical des adversaires en présence ne fut pratiqué. 1er round : D... prend au début un léger avantage, mais à la fin du round, sur une esquive de l'adversaire, celui-ci involontairement lui porte un coup de tête à la pointe du menton. Le coup fut violent, les téguments contusionnés mais sans écorchure. « Tu m'as donné un coup de tête, fit remarquer D... à son adversaire. » « Je sais, dit l'autre ; c'est bien involontairement, je te fais mes excuses. » Le combat continua quelques instants, puis le « time » annonça la fin du round, et les adversaires se rendirent à leurs coins respectifs. Ses soigneurs demandent à D... s'il a besoin de quelque chose, friction, aspersion d'eau froide ; il s'y refuse, se sentant très bien ; sa mémoire, jusqu'à présent, était restée nette et précise.

« Mais à partir de ce moment, le souvenir conscient disparaît brutalement et totalement. Le repos se termine ; la reprise du 2e round est sonnée, D... revient au combat, en apparence absolument normal ; puis, après quelques passes, dans un corps à corps, il tombe, à l'étonnement général, car son adversaire n'a pas porté de coups dangereux. L'arbitre compte. D... revient en partie à la conscience à 5 ou 6, il entend 7, 8, 9 et fait un mouvement pour se relever, et puis l'amnésie redevient complète. Le « time » arrive pour le repos, D..., un peu égaré, va dans le coin qui n'est pas le sien, on le ramène près de ses soigneurs. La reprise se fait en apparence normalement et le 3e round se poursuit pendant deux minutes ; D... attaque, feinte, esquive, riposte, porte des coups sérieux à son adversaire ; il en reçoit aussi, mais son comportement ne trahit pas le désarroi de son psychisme et nul ne se douterait de l'automatisme de ses réactions. Enfin sur un « punch » peu précis, D... va à terre « pour le compte ». Sa mémoire et sa conscience sont toujours abolies. On le porte à son coin, on lui retire ses gants, on l'évente, on lui met son peignoir, il descend du ring, traverse une salle d'une trentaine de mètres et gravit un escalier conduisant aux loges et au vestiaire ; enfin, il s'assied sur un tabouret.

(1) Louis Livet. *C. R. Acad. de médecine*, 12 décembre 1926.

« C'est à ce moment que l'obnubilation se dissipe ; lente, brumeuse d'abord, la mémoire se rétablit. Son adversaire est à côté de lui. D... lui demande :

— Où est-ce que je suis ?

— A Nantes.

— Pour quoi faire ?

— Pour boxer.

« Très étonné, D... regarde ses mains et les voit encore entourées de chatterton et de bandes Velpeau, il se dit alors : « Mais oui, c'est vrai. » Comme, d'autre part, la salle où il se déshabille donne dans la salle du spectacle, il entrevoit les boxeurs du combat suivant et tous ces détails accrochant sa conscience à des réalités tangibles, il peut renouer les fils de sa personnalité consciente et se rétablir dans son orientation.

« Reprenons les éléments de cette observation qui l'apparentent cliniquement aux états postcommotionnels dont elle peut figurer un saisissant raccourci.

« Le trauma fut en l'espèce un coup de tête à la pointe du menton.

« La période de latence ou d'intervalle lucide, d'observation classique dans les états confusionnels d'origine émotionnelle ou commotionnelle, quoique fort difficile à retrouver dans tous les cas, est ici d'une constatation évidente et même chronométrable. Notre sujet a conservé sa pleine conscience depuis le trauma jusqu'au milieu du repos qui suivit, c'est-à-dire environ deux minutes.

« L'amnésie, brusquement, s'installa complète. D...ne se souvient pas de la fin du repos, de la reprise du round suivant, ni du combat au cours duquel il fit preuve cependant d'une combativité redoutable, comme en témoigne son adversaire. Aucun souvenir de sa chute inexpliquée du 2e round ; le public, quand il tomba, crut à une entente préalable et se mit à crier « au chiqué » et à siffler. L'adversaire était très étonné et son manager lui avoua plus tard : « Nous avions tous cru que vous l'aviez fait exprès. » Une vague notion numérique reparaît de l'arbitre comptant 7, 8, 9, du mouvement que D... fit pour se relever et la conscience retombe sous les voiles qu'un effort avait paru vouloir soulever.

« Un peu de confusion se surajoute à l'amnésie, car, au lieu de se rendre à son coin pendant le « time », il va à celui de l'adversaire. Pourtant les réactions psychomotrices semblent maintenues dans leur apparente intégrité et le combat se poursuit près de deux minutes encore. Un intervalle de dix minutes environ sépare ce moment du réveil. Celui-ci se fait par un accrochage de la conscience aux habitudes professionnelles, c'est-à-dire à la constatation que fait D... de ses poings entourés de bandelettes et de la notion visuelle du milieu où il était.

« Les divers temps de l'évolution de cette psychose en raccourci, parfaitement délimités dans cette observation, nous disent l'intérêt des cas analogues. Ils permettent de mieux voir clair dans les symptômes souvent très complexes des confusions mentales amnésiques et postcommotionnelles. L'hy-

pothèse d'une auto-intoxication, admise par certains neurologues, ne semble pas devoir ici être retenue ; la brusquerie des accidents, leur courte durée, la rapidité du réveil sont plutôt en faveur d'une autre interprétation, celle de l'ébranlement mécanique que les cellules cérébrales reçoivent, transmis selon les théories actuelles du knock-out par la branche montante du maxillaire inférieur, le rocher et le liquide céphalo-rachidien.

« Enfin, beaucoup de chutes par knock-out ne sont pas amenées par le coup qui les a immédiatement précédées, le temps de latence trouve ici sa place, parfois même la combativité du sujet persiste alors que la lucidité normale ne soutient plus ses réactions.

« L'appréciation d'un tel état peut être fort délicate et s'ensuit la nécessité de réglementer le sport de la boxe avec la surveillance impartiale d'un médecin qui pourra donner son avis médico-sportif et peut-être aussi médico-légal. »

Nous avons assez souvent trouvé chez les boxeurs et aussi chez d'autres sportifs, particulièrement ceux qui sont exposés aux traumatismes violents (rugbymen), une *asthénie chronique posttraumatique*, bien décrite par R. Benon (1) et dont les symptômes sont souvent d'une désespérante ténacité. Elle survient après les traumatismes les plus divers, graves ou bénins en en apparence, mais, pourtant le plus souvent, à la suite de traumatismes craniens compliqués de commotion cérébrale et de perte de connaissance. Les phénomènes d'asthénie intense et immédiate, qui accompagnent tout traumatisme important, et qui durent quelques jours ou quelques semaines, s'atténuent d'abord considérablement ; le blessé se lève, va et vient, mais il ne retrouve pas son état « sthénique » antérieur : la période de début de l'asthénie chronique posttraumatique est ouverte.

Le malade se plaint de phénomènes qui traduisent la faiblesse musculaire et idéative. Il n'a pas de goût au travail, que celui-ci soit manuel ou intellectuel. Il ne cherche qu'à se reposer, à s'asseoir ; il se couche dans le jour sur son lit. Tout effort le fatigue rapidement. Le matin, il se lève avec difficulté. Il a quelques douleurs dans la tête, dans les membres. Il mange mal ; il dort cependant. Il s'inquiète peu encore ; il espère la guérison que d'ailleurs son entourage, son médecin, ne cessent de lui promettre. Il n'a pas encore de signes d'énervement. La durée de cet état est variable : elle va de quelques semaines à plusieurs mois.

Voici ce que nous disait un de ces malades :

« Auparavant, j'allais, je venais ; aujourd'hui, je ne suis bien qu'au repos, dans un fauteuil. Je me sens accablé, assommé, affaissé... moi qui autrefois étais l'activité même, moi qui étais vigoureux, vif, fort. Quand je voyais des agrès, j'allais tout de suite exécuter quelques mouvements ; aujourd'hui je n'essaie plus jamais... Je sens que mes organes ne suivent plus ma volonté, ne répondent plus à mon désir. Ça ne part pas, ça ne répond pas à ce que je veux. Ce n'est pas de la fatigue corporelle. C'est la force qui est diminuée. Je

(1) R. Benon. L'asthénie chronique posttraumatique. *Bulletin médical*, 15 février 1927.

n'ai pas de goût, pas d'envie d'agir. Quand je veux faire quelque chose, je le fais tout de même, je le fais tout d'une traite, mais après je suis fatigué, accablé... Si ma femme ne venait pas me chercher pour sortir, je resterais là dans mon fauteuil, des heures, immobile. Quand je me lève de mon siège, quand je remue, c'est un effort, une peine... »

L'asthénie idéative ou anidéation accompagne l'asthénie musculaire. Le sujet a de la difficulté à penser ; ses idées s'associent mal, il évoque avec lenteur ses souvenirs. Sa tête est « vide ». Les idées, les représentations mentales sont confuses, embrouillées. Par moments, il reste sans penser à rien. La confusion dans les idées, ou anidéation, doit être bien distinguée de la confusion dans les perceptions ou confusion mentale proprement dite.

Cet état d'asthénie physique et mentale détermine parfois, chez le malade, des troubles du caractère très intenses : il s'inquiète de sa situation, il s'en attriste et se montre d'une irritabilité extrême.

C'est, en général, peu à peu que l'asthénique vient à se préoccuper de plus en plus de son état (préoccupations hypocondriaques). Il se demande s'il guérira ; il croit par exemple que sa maladie augmente ou se complique de tuberculose, de paralysie, etc... Il s'inquiète de l'avenir qui lui apparaît de plus en plus sombre : « Je ne pourrai plus travailler. Que vais-je devenir dans cet état ? » L'agitation anxieuse reste encore légère.

D'autres malades, particulièrement disposés à la tristesse, se désolent et se lamentent sur leur sort. « Quel malheur pour moi, pour les miens ! Qu'ai-je donc fait ? Je ne méritais pas cela. »

De nombreux asthéniques traumatiques ont une tendance très marquée à l'énervement. Leur irritabilité, leur susceptibilité sont considérablement augmentées. Ils s'emportent, menacent, brisent et quelquefois frappent. Ces colères surprennent d'autant plus les parents ou amis que, d'habitude, le patient garde une immobilité à peu près complète.

Enfin, à côté de ces troubles émotionnels, on observe parfois de petits signes d'indifférence pour les proches et notamment pour les malheurs familiaux par exaltation de l'égoïsme instinctif.

La marche de la maladie est en général lente. Elle peut être rapide et fatale, lorsque le blessé est un hépatique ou un rénal, ou lorsque l'asthénie est particulièrement intense et cachectisante : les cas d'asthénie traumatique chronique terminés par la mort ne sont pas, en effet, une rareté.

La durée et la terminaison sont liées entre elles. Tantôt l'asthénie chronique traumatique, après une durée de plusieurs années, disparaît complètement (asthénie chronique traumatique curable) ; tantôt l'affection persiste définitivement (asthénie traumatique incurable) ; tantôt l'individu s'amaigrit progressivement et la mort survient sans lésion organique précise (asthénie traumatique grave) ; tantôt enfin, après une plus ou moins longue période d'asthénie, on peut voir survenir un état maniaque, et ensuite des phénomènes de dysthénie périodique, comme après toutes les autres causes d'épuisement nerveux.

On a enfin accusé la boxe d'être capable de réveiller une *tuberculose la-*

tente par les contusions thoraciques qu'elle détermine. Nous nous rappelons à ce sujet le cas d'un jeune homme de 18 ans qui reçut une violente contusion sur la région antérieure du thorax. La douleur thoracique, très intense, persista plusieurs semaines. Deux mois après la contusion, hémoptysie rouge assez abondante et poussées de fièvre à 39°, terminées en une semaine ; plus tard, survient une nouvelle hémoptysie, apparition de toux sèche qui, un mois après, commence à s'accompagner d'expectoration mucopurulente, en même temps que le malade maigrit et voit ses forces diminuer. Actuellement il existe une infiltration de toute la hauteur du poumon droit et une légère induration du sommet gauche, avec de nombreux bacilles tuberculeux dans les crachats.

La filiation des accidents est telle que le rôle déterminant de la contusion thoracique dans le réveil de la tuberculose pulmonaire chez ce malade paraît bien net.

Lésions consécutives aux courses de vitesse.

La lésion la plus fréquente est la rupture de faisceaux musculaires des muscles extenseurs de la cuisse, violemment contractés, au moment du bondissement initial. La position de départ est, on le sait, la position ramassée; le coureur est agenouillé sur un seul genou, le tronc horizontal, étayé en avant par les deux mains qui reposent sur le sol. Au coup de pistolet, il passe de cette attitude générale de flexion à une attitude en extension. C'est à ce moment que se produisent les ruptures musculaires. La douleur est immédiatement très vive, si violente parfois que le blessé se roule à terre, tenant à deux mains le membre lésé, comme s'il était le siège d'une fracture. Il n'en est rien. L'impotence est immédiatement complète. Cet accident est presque de règle chez les sujets ayant dépassé la quarantaine, qui, sans préparation préalable, prétendent prendre le départ dans une course de vitesse. La souplesse de leurs muscles prémunit davantage les jeunes hommes contre ce genre de lésions.

Après l'accident, on constate un peu de gonflement douloureux au point lésé. Ce n'est que quelques jours après que se montre une ecchymose sous-cutanée en une région souvent éloignée de celle où siège la rupture : au creux poplité, si la lésion siège aux muscles biceps de la cuisse ; aux malléoles, si elle s'est produite aux dépens des jumeaux, du soléaire ou du jambier postérieur. Les courses de vitesse surexcitent les centres nerveux respiratoires et cardiaques, mais d'une façon brève, transitoire, instantanée, en quelque sorte, puisque la course de vitesse-type, celle de 100 mètres, ne dure que onze à treize secondes. Le pouls peut passer, dans ce court instant, de 70 à 180 pulsations.

Les synovites du tendon d'Achille sont parfois observées, lorsque les athlètes s'exercent d'une manière répétée sans ménagements, à la technique du départ.

Lésions consécutives aux courses de fond.

C'est à la suite des courses de fond que l'on observe les lésions et les accidents cardiaques que nous avons décrits plus haut. Les entorses tibio-tarsiennes et le pied plat acquis douloureux sont fréquemment signalés. Les fractures des 2e et 3e métatarsiens, consécutives à l'affaissement de la voûte plantaire, ne sont pas exceptionnelles ; elles se produisent chez des sujets dont les ligaments plantaires se laissent distendre sous l'influence des chocs répétés sur le sol, à chaque foulée. Le pied devient subitement le siège d'une douleur vive, sans que, cependant, il y ait eu faux pas. Le gonflement de la région métatarsienne traduit extérieurement la lésion que révèle la radioscopie. Les courses d'obstacles et en terrain varié (cross-country) sont les plus fertiles en entorses tibio-tarsiennes ou de genou.

Les courses de grand fond (Marathon : 42 km. 700) sont des performances qui surmènent toujours le cœur, quelle que soit sa résistance.

Il arrive que des coureurs professionnels présentent l'aspect de la meilleure santé. Ils sont souples, bien en muscles, le visage ouvert et gai, et donnent l'impression d'une force prête à entrer en action et ne demandant qu'à agir. Or, si l'on examine leur formule circulatoire, on constate souvent que, chez eux, au repos, la tension maxima est abaissée, la tension minima élevée, que l'amplitude de l'ondée sanguine est diminuée et qu'enfin la contractilité du myocarde et des artères est amoindrie. Chez ces sujets, *le cœur n'est pas organiquement malade, mais il apparaît comme fonctionnellement atteint.* Il s'agit d'athlètes ou de champions qui ont abusé des sports ou de sujets qui ont abordé les pratiques athlétiques sans se maintenir dans la juste mesure.

Maintes fois nous avons vu des amateurs aborder des courses de fond, surtout des cross, sans s'y être préparés. Il en résultait un état de *surmenage aigu*, caractérisé par de la raideur musculaire localisée surtout aux jambes, ébauche de parésie générale causée sans nul doute par l'imprégnation du système nerveux central et périphérique par les toxines musculaires. A la suite de l'épreuve survenait un tremblement généralisé accompagné parfois d'une sensation d'angoisse précordiale. Les battements du cœur étaient ralentis et peu vigoureux.

L'état de parésie peut être d'assez longue durée. Il s'est prolongé jusqu'à huit jours dans certains cas. L'imprégnation du système nerveux est rapide à se faire, lente à disparaître.

Nous avons parfois constaté, à la suite de longues courses, l'éclosion de *néphrites aiguës avec syndrome cardio-vasculaire* transitoire d'hypertension artérielle et d'hypertrophie cardiaque. Ces accidents s'accompagnent d'œdèmes qui sont généralement précurseurs d'hématuries. La rétention azotée, recherchée par la constante d'Ambard, existe dans 91 % des cas ; la rétention chlorurée dans 1/4 des cas seulement, à la suite des courses de grand fond, alors que, dans les autres cas, l'élimination chlorurée est normale ou même augmentée. L'urémie nerveuse a été constatée une fois ; la rétinite s'est pro-

duite également. La fièvre fait défaut et l'évolution immédiate reste bénigne ; mais il faut compter avec l'éventualité du passage à la chronicité, des récidives ou des poussées ultérieures.

Lésions accidentelles accompagnant les sauts.

De toutes les épreuves sportives, ce sont les sauts en longueur et en hauteur avec élan qui provoquent le plus de lésions musculaires et articulaires. Elles siègent presque toujours aux membres inférieurs, parfois à la région dorso-lombaire, plus rarement aux membres supérieurs. La chute ne se fait pas, en effet, toujours en position verticale et le sauteur doit être pourvu de membres supérieurs indemnes de toute lésion articulaire pour se recevoir sans inconvénients sur le sol, dans une position quelconque, en utilisant les bras. Les pointes de hernie et les hernies peuvent survenir si les sauteurs ont des parois abdominales insuffisamment puissantes. Enfin, les ptoses viscérales sont constatées chez des sujets qui, sans préparation gymnastique, abordent d'emblée les sauts athlétiques.

Les entorses du cou-de-pied sont d'une grande fréquence ; viennent ensuite les fractures isolées qui peuvent intéresser la portion astragalienne de la malléole externe ou sa portion péronière.

Enfin les fractures indirectes supramalléolaires isolées sont très rares. Toutes ces fractures peuvent s'accompagner de diastasis tibio-péronier, mais il est, en général, très peu marqué.

Les fractures isolées de la malléole interne sont beaucoup moins fréquentes que celles de la malléole externe.

L'arrachement de la pointe, les fractures de la partie moyenne, les fractures de la base soit transversales, soit verticales, en constituent les différentes variétés. Les fractures de la base sont les plus fréquentes, la variété verticale étant le plus souvent tibio-malléolaire.

Je n'ai jamais vu de fracture bimalléolaire basse à la suite de sauts. Par contre, j'ai observé des fractures marginales postérieures du tibia.

Elles sont rarement isolées, et, dans ce cas, se montrent sous la forme de fissures sans déplacement (entorse grave). Parfois elles sont associées à une fracture de la malléole interne.

Le plus fréquemment, la fracture marginale postérieure est associée à une fracture de l'attelle péronière, et c'est cette association qui en fait la gravité.

L'entorse du genou n'est pas une lésion rare (1). On en distingue les variétés suivantes :

Les entorses sans complications méniscales avec lésions des ligaments (ligaments latéraux interne et externe, ligaments croisés) ;

Les entorses avec complications méniscales, au nombre desquelles il faut citer les fractures, les fissures, les luxations et subluxations des ménisques et les méniscites ;

(1) L'entorse du genou chez les sportifs, Dr MARCEL BERGERON. *Thèse Paris*, 1931

Les entorses avec complications d'arthrite chronique (ménisco-synovites, franges synoviales) ;

Les complications extra-articulaires de l'entorse du genou (périostites, chondrites, bursites) ;

Enfin il faut tenir compte des suites du traumatisme (épanchement de fatigue, atrophies musculaires, retards à la contraction).

La méniscite traumatique mérite une mention particulière.

Confirmée par l'observation clinique, par les constatations histologiques et anatomo-pathologiques, cette dernière affection se présente sous trois formes essentielles :

La méniscite aiguë, réalisée par le pincement du ménisque, se caractérise par un bourrelet saillant et douloureux, siégeant à l'interligne, surtout visible dans l'extension, disparaissant parfois à la flexion ;

La méniscite chronique, décrite par le Pr Roux (de Lausanne) ;

La périméniscite, décrite par le Pr Mauclaire.

Lésions accidentelles consécutives à la lutte.

La plupart des lésions observées au cours des assauts de lutte gréco-romaine affectent l'articulation de l'épaule (contusions de la région deltoïdienne, subluxations et luxations). Viennent ensuite les entorses de l'articulation acromio-claviculaire et les fractures de la clavicule. Les hernies sont rares, en raison de la puissance des muscles abdominaux chez les lutteurs. L'hypertrophie générale de la musculature, observée chez les professionnels, s'accompagne fréquemment d'hypertrophie et d'éréthisme cardiaques, accompagnés d'hypertension artérielle à un degré variable.

Lésions accidentelles consécutives à la natation.

Les méthodes modernes de nage de championnat sacrifient tout à la vitesse. Le nageur tient sa tête sous l'eau et, par intermittence, la retire pour respirer et faire provision d'air. Pendant la course il doit demeurer maître de sa respiration ; il lui est donc impossible de s'abandonner à l'automatisme bulbaire. Il y a là une cause de trouble considérable apporté au libre jeu des poumons. Les professionnels de la natation ont souvent de l'emphysème pulmonaire, de la dilatation du cœur droit et présentent des troubles circulatoires secondaires à la gêne respiratoire inhérente aux méthodes de nage que nous incriminons (over arm strock ; crawl ; trudgen). Par contre, les modes de nage qui comportent en permanence l'émergence de la tête hors de l'eau sont parmi les meilleurs des exercices et les plus toniques. Ils ont l'inconvénient de ne pouvoir être pratiqués en championnat.

Je dois ici faire une mention spéciale de *l'otite et de la conjonctivite des piscines* (1).

(1) P. Truffert. Otite des piscines. *Bulletin médical*, déc. 1929.

L'otite des nageurs « tête dans l'eau » est une otite banale évoluant progressivement vers l'otite sèche avec, dans un avenir plus ou moins éloigné, une diminution d'audition plus ou moins étendue.

L'otite des piscines se caractérise par l'intensité très marquée des symptômes initiaux suivie d'une évolution nettement régressive. L'atteinte mastoïdienne immédiate nous paraît indiscutable, ainsi qu'en témoigne la durée de la douleur apexienne ; mais elle présente une évolution spontanée vers la régression.

Pour M. Truffert, ce serait le genre de respiration propre au nageur moderne qui provoquerait *l'otite des piscines*. Voici l'explication qu'il donne de cette étiologie :

« Cette respiration nautique, comme toute inversion d'un rythme physiologique normal, n'est déjà pas sans inconvénient dans la respiration aérienne ; ces inconvénients nous paraissent accrus du fait des conditions où une telle respiration est utilisée.

« Le temps respiratoire buccal est par lui-même sans inconvénient, du moment que, la nage finie, le courant d'air inspiratoire prend à nouveau les voies normales.

« L'expiration, qui doit être complète, et distiller les bulles d'air par les fosses nasales, nous semble bien scabreuse ; en tout cas, c'est elle qui est responsable des dangers de la nage « tête sous l'eau ».

« L'air, en effet, pour sortir des fosses nasales, se heurte, au niveau du vestibule narinaire, à la pression du liquide dans lequel la tête est immergée. C'est dire que, pour être profonde, sinon complète, elle demande un effort d'abord conscient, ensuite subconscient. Si, de plus, il existe un obstacle, une obstruction nasale : déviation de cloison, hypertrophie muqueuse des cornets, etc., la résistance à l'expiration se trouve, de ce fait, accrue et la pression dans le cavum atteint un degré suffisant pour forcer l'orifice tubaire et y refouler les produits septiques que le cavum peut renfermer. Si ces liquides sont peu septiques, l'inflammation tubaire ne dépasse pas immédiatement le degré du léger catarrhe, mais la répétition même de l'incident peut entraîner à la longue une otite sèche, avec la diminution d'audition qu'elle comporte. Lorsque celle-ci atteint un degré suffisant pour attirer l'attention du malade, il est souvent au-dessus des ressources de notre art de la faire régresser, nous ne pouvons assez souvent qu'enrayer la progression. Peut-être, et il serait important de l'observer dès maintenant, l'extension de la nage moderne comporte-t-elle un danger pour l'ouïe des jeunes générations.

« Et ceci nous ramène à l'otite des piscines. Aux sécrétions cavitaires, peuvent, en effet, s'ajouter des gouttelettes du milieu aquatique, et la septicité des eaux de piscine est actuellement universellement reconnue.

« Une eau tiède dans laquelle s'immerge un nombre même limité de baigneurs est souillée et la température même de l'eau constitue une condition favorable au développement des germes. Le développement particulièrement prolifique de certains d'entre eux peut atteindre un degré nocif. Ceci explique les épidémies de piscine.

« La septicité du milieu étant admise, l'expiration nasale, temps fondamental de l'éducation respiratoire du nageur moderne, est responsable de l'entité clinique « otite des piscines ».

La *conjonctivite de piscines*, d'après M. Maurice Benoît (1), présente, au début, les symptômes habituels des inflammations conjonctivales ; sensation de gêne, larmoiement, hyperémie des conjonctives bulbaire et tarsienne, ganglion préauriculaire. Lorsqu'on retourne les paupières, on aperçoit de nombreux follicules qui peuvent siéger, tant dans le cul-de-sac supérieur que dans le cul-de-sac inférieur ; leur grosseur est variable, ils se détachent en teinte plus claire sur le fond rouge velouté de la muqueuse. L'œdème va parfois jusqu'au chémosis. S'il n'y a pas d'infection surajoutée, on ne constate qu'un exsudat fibrineux agglutinant les paupières le matin.

Terrien (2) a insisté sur la fréquence de l'unilatéralité de l'affection qui, dans trois de ses observations, siégeait à droite. Sans doute la plus grande fréquence de localisation à droite est-elle due au mode de natation généralement adopté actuellement, le « crawl » ; la tête est toujours immergée, tout au moins à droite ; dans la première moitié du temps, il y a immersion totale et, dans la seconde moitié, le sujet s'incline à droite et seule la moitié droite demeure immergée afin de permettre la respiration.

Sans doute faut-il incriminer, dans la pathogénie, à côté de l'infection, l'irritation prolongée de la muqueuse par l'eau chargée de germes à sa surface.

La seule prophylaxie efficace de la conjonctivite des piscines pour Maurice Benoît, serait la suivante :

1° D'effectuer un contrôle exact des conjonctives des baigneurs par un examen médical préalable ;

2° De désinfecter l'eau de la piscine par addition constante d'hypochlorite en quantité proportionnelle à la masse d'eau.

Le contrôle médical des conjonctives, après retournement de la paupière supérieure, nous paraît difficile à réaliser en France où cette mesure serait considérée comme purement vexatoire. Il faudrait reprendre la suggestion émise par le Dr Petitclerc dans une thèse inspirée par le Pr Tanon. Il distingue la question propreté de la question sportive. Qu'il y ait des bains-douches municipaux pour les gens qui ont besoin de se laver, rien de mieux. On ne peut assez les multiplier ; ils sont pratiques, efficaces et économiques. Les piscines seraient alors réservées aux clubs et aux sociétés sportives, pour l'entraînement à la natation. Les sportifs accepteront volontiers toute discipline qui ne peut que profiter à l'ensemble et la surveillance deviendra plus facile.

(1) Benoit. Prophylaxie de la conjonctivite folliculaire de piscine. *Annales d'hygiène*.
(2) F. Terrien. A propos des conjonctivites de piscine. *Soc. d'ophtalmologie*, 8 avril 1922 ; Bordas. Les piscines publiques. *Annales d'hygiène publique*, juin 1924 ; Morax. Conjonctivite folliculaire de piscine. *Ann. d'oculistique*, avril 1922.

Noyade au cours des bains de mer et de rivière.

Lorsque quelqu'un se noie, on fournit habituellement de cet accident des explications diverses. On invoque, sans preuves nettes, l'embolie ou la congestion, surtout si le sujet s'est mis à l'eau peu de temps après avoir mangé ou s'il avait trop chaud en y entrant. On émet l'hypothèse d'une crampe. On invoque une syncope cardiaque ou solaire. Rarement, les autopsies, lorsqu'elles ont lieu, fournissent des renseignements précis.

R. Verhoogen doute que le bain froid puisse troubler le travail de la digestion, au point de déterminer un collapsus mortel. La question est loin d'être résolue.

On se rappelle la façon humoristique dont l'écrivain André Maurois envisage le problème : « Si un Français se baigne après son repas, il est frappé de congestion et se noie, » dit l'un de ses personnages, le docteur O. Grady. « Un Anglais n'a pas de congestion. » « — Non, répond son interlocuteur français, il se noie tout de même, mais ses amis disent qu'il a eu la crampe et l'honneur britannique est sauf. »

Pour R. Verhoogen (1) qui ne se rallie pas à une pathogénie d'origine digestive, la cause réelle des accidents est une *anaphylaxie à l'égard des impressions thermiques*, et, en l'espèce, une *cryo-allergie*. On sait que l'application locale du froid peut déterminer chez certains sujets des poussées d'urticaire, un œdème de Quincke, une crise d'hémoglobinurie paroxystique.

Au VIe Congrès international de thalassothérapie (1931), Dutertre a signalé que les bains de mer occasionnaient fréquemment des éruptions cutanées de formes diverses, surtout des urticaires et des érythèmes, éruptions plus fréquentes dans les pays froids. En Allemagne, on les dénomme « badefierd ».

J. Affolter (2) admet, à la base des troubles observés, l'existence de réactions vaso-motrices anormales, en même temps qu'une altération directe des cellules de la peau par le froid.

Aufrech a constaté qu'un froid peu intense peut produire de petits caillots fibrineux dans les vaisseaux périphériques.

Lorsque l'impression du froid porte, comme dans le bain, sur toute la surface du corps, elle peut entraîner la *production d'un choc anaphylactique*, avec paralysie rapide de la vaso-motricité, chute soudaine de la tension artérielle, leucopénie brutale, insuffisance myocardique et impuissance musculaire généralisée. Au fur et à mesure que s'établit cette allergie, il suffit, pour la produire, d'un temps plus court, et d'un refroidissement moins accentué. Une immersion d'une dizaine de minutes dans de l'eau à 20° peut alors

(1) R. VERHOOGEN. La mort subite au cours des bains froids. *Bruxelles médical*, 13 août 1933.

(2) Jean AFFOLTER. Urticaire et syncope « a frigore ». *Schweizerische medizinische Wochenschrift*, 9 septembre 1933, n° 36 ; — PIGEARD DE GURBERT. A propos de la mort subite des baigneurs. *Journal des Praticiens*, 9 septembre 1933, n° 36.

suffire pour que le nageur se trouve paralysé dans ses mouvements et coule à fond avec une extrême brusquerie.

Pour Verhoogen, les accidents du choc cryo-anaphylactique sont extrêmement fréquents. Il est particulièrement difficile de ranimer de tels accidentés.

Pour les auteurs restés fidèles à la conception de l'accident déterminé par les phénomènes digestifs, il s'agirait aussi *d'un choc anaphylactique, mais d'origine digestive.*

En pleine digestion, les albumines alimentaires sont insuffisamment dédoublées pour être assimilées. « Elles restent à l'état de protéines étrangères à l'organisme et leur introduction rapide dans la circulation peut donc entraîner un choc anaphylactique brutal. Celui-ci ne se produit qu'après les quelques minutes nécessaires au passage dans les chylifères de ces albumines et à la floculation en masse du plasma sanguin. Cette conception rendrait parfaitement compte du fait que les baigneurs qui succombent subitement ne sont frappés que 4 ou 5 minutes au moins après leur immersion » (Ravina et Simone Lyon) (1).

C'est le froid du bain qui serait la cause occasionnelle des accidents en dérivant dans le système viscéral un important afflux de sang par suite de la vaso-constriction périphérique subite qu'il provoque. Ainsi, les protéines toxiques d'origine alimentaire envahiraient les chylifères.

Une autre explication des accidents brusques dus au bain froid est donnée par Frommel (2). Pour lui, « *la majorité des morts par submersion est due à l'action brusque de l'eau froide sur la muqueuse nasale* qui déclenche un triple réflexe de la branche nasale du trijumeau, avec inhibition respiratoire aboutissant à un arrêt transitoire des mouvements pulmonaires, inhibition cardiaque entraînant une bradycardie notable, enfin réflexe vasculaire caractérisé par une augmentation de la pression systolique et une chute de la pression diastolique. Ce réflexe naso-pulmonaire est capable d'empêcher momentanément l'effort musculaire nécessaire à la nage, ce qui explique la mort par submersion » (Ravina et Simone Lyon).

Cet auteur fait justement remarquer que *la mort subite des baigneurs* est une mort muette, syncopale. Le nageur disparaît dans l'eau sans jeter un cri et sans se débattre. Ce caractère silencieux a toujours frappé les témoins de ces drames et a maintes fois été signalé. Dans d'autres cas, un nageur, après avoir plongé de haut, réapparaît et s'enfonce à nouveau comme foudroyé sans faire jaillir d'eau ni produire de remous autour de lui. Il n'est pas douteux que la mort, dans de tels cas, soit causée par une inhibition musculaire beaucoup plus que par un désordre de coordination des mouvements

(1) A. Ravina et Simone Lyon. La mort subite au cours des bains froids. *Presse médicale*, 6 décembre 1933, pp. 1964 et suiv.

(2) Ed. Frommel. Les réflexes d'inhibition cardiaque et pulmonaire de la branche nasale du trijumeau. Leur importance dans la pathologie de certaines morts par submersion. *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 1932, t. **30**, n° 3, p. 613 ; — Le réflexe auriculo-cardio-pulmonaire. Le rôle de l'oreille dans la pathogénie de certaines morts au bain. *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, juin 1933, t. **31**, n° 2, p. 627.

propres à la nage. Il semble donc qu'on doive dans le cas particulier des lésions d'origine auriculaire, rechercher la cause des accidents dans un réflexe plus que dans l'apparition de troubles labyrinthiques.

En ce qui concerne la prophylaxie et le traitement de ces accidents, je ne puis mieux faire que de reproduire ici ce qui a été écrit excellemment par A. Ravina et Simone Lyon.

« Verhoogen, qui incrimine surtout la cryo-allergie, considère que la plupart des accidents pourraient être prévenus si l'on pratiquait des examens médicaux plus fréquents. On peut en tout temps *interroger la susceptibilité d'un sujet* en déposant sur la peau de la face antérieure de l'avant-bras un morceau de glace ou une compresse imbibée d'éther dont on active l'évaporation à l'aide d'une poire de thermocautère, ou en la refroidissant à l'aide d'un jet de chlorure d'éthyle. Deux minutes d'application suffisent généralement chez les idiosyncrasiques et les allergiques pour provoquer en 1/4 d'heure une éruption papuleuse ortiée dont certains éléments peuvent montrer une légère teinte hémorragique.

« *On doit interdire formellement à de tels sujets la pratique des bains froids.* Ils devraient même abandonner pendant quelque temps l'usage de l'eau froide pour la toilette afin d'éviter une accentuation de l'allergie. On peut, d'autre part, leur recommander l'emploi de l'adrénaline et du chlorure de calcium que l'on utilise habituellement contre le choc anaphylactique. Peut-être pourrait-on, d'ailleurs, arriver à un certain degré de désensibilisation.

« *Le traitement curatif qui réussit le mieux dans les accidents graves des bains froids est celui des chocs en général.* Verhoogen préconise, avant tout, l'injection intraveineuse de 1/4 de milligramme de chlorhydrate d'adrénaline. On y ajoutera les stimulants cardio-vasculaires habituels : alcool, éther, camphre, caféine, digitaline. Enfin, on réchauffera le malade par des boissons et des enveloppements chauds et on lui administrera du sérum glucosé.

« Pour Pigeard de Gurbert, le traitement préventif des accidents est simple. Il suffit de ne jamais prendre de bains froids dans les trois premières heures qui suivent l'ingestion d'aliments protéiques. Quant au traitement curatif, il consiste à relever aussi rapidement que possible la tension artérielle par des injections massives intraveineuses de sérum glucosé adrénaliné. On y adjoindra suivant les cas l'action des toni-cardiaques et des stimulants diffusibles (1). »

MÉCANISME DE LA MORT PAR SUBMERSION. — La mort peut survenir soit par *asphyxie*, soit par *inhibition*.

La première forme est la plus fréquente ; les réactions de l'organisme dans la submersion asphyxie sont les suivantes : la phase initiale, phase de résis-

(1) GRASSL. Zur Frage des Badetodes. *Münchener medizinische Wochenschrift*, 9 septembre 1933, nº 37 ; — F. BERNSTEIN. Zur Frage des Badetodes. *Münchener medizinische Wochenschrift*, 18 novembre 1932, nº 47 ; — S. J. THANNHAUSER. Zur Frage des Badetodes. *Münchener medizinische Wochenschrift*, 18 novembre 1933, nº 47.

tance, est marquée par l'arrêt volontaire de tout acte respiratoire : le sujet immobilise son thorax puis, dans une deuxième phase, il se livre à quelques forts mouvements d'inspiration, entrecoupés de courtes expirations. L'eau envahit le tube digestif et les voies aériennes dans lesquelles elle va déterminer des troubles importants : la pénétration du liquide dans les poumons amène une dilatation suraiguë des alvéoles qui commence par barrer la circulation pulmonaire ; ensuite, l'alvéole éclate, ses vaisseaux se déchirent, le liquide passe dans la circulation et dilue le sang, qui, pendant ce temps, s'est dépouillé de son oxygène.

La scène totale dure de 3 à 5 minutes. Dans cette forme, *la cyanose est la règle* ; l'aspect violacé du visage témoigne de l'asphyxie ; il s'agit d'un *noyé « bleu »*, par opposition au *noyé « blanc »* de la *submersion inhibition.*

Cette dernière s'observe plus rarement : il arrive que, sous l'influence de la basse température de l'eau, par exemple, ou de la douleur brusque provoquée par le choc du liquide sur l'abdomen, ou simplement à cause de la frayeur, de l'état de surexcitation nerveuse du sujet, il se produise immédiatement une syncope qui suspend les mouvements respiratoires et empêche la pénétration de l'eau dans les voies aériennes. Il n'existe alors aucune lésion pulmonaire et ce noyé blanc, s'il est secouru efficacement, peut être ramené à la vie, même après un séjour dans l'eau d'une dizaine de minutes.

Lésions imputables a la pratique du plongeon sportif. — Une entrée correcte dans l'eau doit s'effectuer sans éclaboussure, les pieds entrant à l'endroit où la tête a disparu.

Un plongeon manqué, par exemple un *plaquage sur l'eau*, peut entraîner un *choc abdominal de grande violence.* Une syncope n'est pas rare, dans ce cas, et, si le plongeur n'est pas immédiatement secouru, l'inhibition nerveuse et cardiaque l'empêchent de mouvoir bras et jambes et il peut couler à pic et se noyer.

Dans d'autres cas, un nageur plongeant d'assez haut peut tomber à plat sur une oreille ou bien, s'enfonçant trop profondément dans l'eau, peut subir sur les tympans une pression excessive. L'eau pénétrant avec force dans le conduit auditif externe peut déclencher un *réflexe auriculo-cardio-pulmonaire, avec inhibition cardiaque et respiratoire momentanée,* et modification de la tension artérielle, puis inhibition musculaire capable d'entraîner la mort par submersion. Ce réflexe déterminé selon les cas par la douleur, l'hyperpression dans le conduit auditif externe, l'éclatement du tympan, dépend aussi de l'impressionnabilité des branches auriculaires du trijumeau. De tels accidents sont d'ailleurs fort rares, mais leur existence ne paraît pas douteuse. Ravina a eu l'occasion d'observer, aux Jeux Olympiques, l'un des concurrents des épreuves de natation, qui, n'ayant pas réussi parfaitement un plongeon de haut vol, avait reçu un choc très violent sur la région auriculaire. Il put sortir de l'eau par ses propres moyens, mais présenta immédiatement après des phénomènes syncopaux d'allure inquiétante avec troubles respiratoires et cardiaques. Frommel rappelle toutefois qu'il faut des condi-

tions bien spéciales pour provoquer ce réflexe auriculaire et attribue surtout la mort subite des baigneurs au réflexe nasal.

Un autre accident est le *choc de la tête sur le fond du bassin*, quand le baigneur a l'imprudence de plonger en un endroit insuffisamment profond. Il en est résulté des fractures du crâne.

Pendant le plongeon, le choc de l'eau sur les tympans peut provoquer un choc vestibulaire qui amène souvent un certain degré d'état vertigineux et d'étourdissement.

Au cours de plongeons acrobatiques, effectués de hauteurs inusitées, on a signalé des *fractures de l'humérus, des dislocations articulaires* et *même des éclatements de la peau* au point d'impact de l'eau, accompagnés de vastes ecchymoses.

Lésions accidentelles imputables au football association et au rugby.

Le football association ne s'accompagne guère que de contusions aux jambes et d'entorses qui ne présentent aucun caractère spécial.

Le jeu de rugby nécessite un terrain approprié constitué par une pelouse à herbe dense. Vouloir pratiquer ce jeu rude sur un sol dur, c'est s'exposer à tous les accidents : contusions et ruptures musculaires, contusions articulaires, entorses du genou, contusions osseuses, fractures de clavicule et fractures de jambe. Il importe que les chutes soient amorties par un moelleux tapis d'herbe. A cette condition, on n'aura pas à redouter les accidents précédents. Nous nous élevons contre la prétention de faire jouer le rugby sur des terrains quelconques. Les meilleures équipes, les plus habiles, les plus vigoureuses y sont décimées par les accidents.

La brutalité de certains joueurs de rugby a causé de graves accidents (rupture de la colonne cervicale, péritonite par contusion violente de l'abdomen, fractures de jambe, etc.).

Il y a lieu de signaler une lésion observée à plusieurs reprises à la suite de match de rugby et dont la difficulté de diagnostic est parfois grande. Je veux parler de *la rupture de la rate*. Ces ruptures ne sont pas toujours immédiatement mortelles. Suspendue à ses mésos, protégée par l'estomac, l'épiploon, le côlon et le rempart costal, la rate fuit habituellement sous les chocs et les pressions. Mais elle peut être projetée violemment contre la colonne vertébrale, enclume rigide, et s'écraser contre elle. Cet accident s'accompagne toujours d'un épanchement de sang. Celui-ci peut se limiter temporairement à la loge splénique. Dans ce cas, la marche des accidents et leur longue durée est caractéristique. Plus souvent, il est vrai, la mort est presque immédiate ou suit l'accident de quelques heures au plus.

Lésions accidentelles consécutives à l'aviron.

On a rendu l'aviron responsable d'un certain surmenage du cœur. Des recherches ont été poursuivies sur ce point tant en Angleterre qu'en Amérique. Les auteurs se sont notamment attachés à rechercher les causes du décès de nombreux champions du rowing. Les enquêtes ont porté sur une période de quatre-vingts années ; elles ont démontré que les professionnels de l'aviron qui auraient de bonnes raisons d'être surmenés au point de vue cardiaque, si vraiment le rowing était un sport surmenant pour le cœur, ne succombaient pas aux atteintes des maladies de cœur dans une proportion plus élevée que la moyenne des autres hommes. La statistique de T. H. Morgan, la plus complète, porte sur les concurrents des courses de bateaux interuniversitaires entre Oxford et Cambridge de 1829 à 1889. A cette dernière date, on comptait encore 255 survivants de 1829 et 39 décédés ; sur ces derniers 10 étaient morts d'affections fébriles aiguës de nature infectieuse, 10 de tuberculose, 6 d'accidents divers, 3 de maladies de cœur, 1 du mal de Bright et 9 de diverses maladies sans rapport avec l'athlétisme. En comparant avec les « tables de vie anglaises », cet auteur constate que la longévité moyenne des rameurs universitaires était supérieure à la longévité moyenne des autres Anglais.

Lésions accidentelles consécutives aux lancements.

Les lancements, pratiqués sans ménagements ou trop fréquemment répétés, causent parfois de la *névrite du nerf cubital* avec point névralgique à la gouttière épitrochléenne et irradiations douloureuses dans le territoire du plexus brachial.

Cette névrite est généralement tenace. Elle impose la cessation des mouvements de lancement. La douleur est vive tout le long du bras, elle a son maximum à la gouttière de l'épitrochlée. Elle est d'abord continue avec des exacerbations surtout nocturnes. Sa fixité est caractéristique de l'origine traumatique des lésions. Peu à peu, elle fait place à un simple engourdissement accompagné de fourmillements désagréables dans les muscles de l'avant-bras. A l'inspection du coude atteint, on ne note aucune modification objective. Il n'y a ni gonflement articulaire ou périarticulaire et pas davantage d'atrophie musculaire.

Erkes a observé *une déchirure partielle du grand oblique de l'abdomen chez un lanceur de disque* (1). Cette lésion, des plus exceptionnelles — le cas d'Erkes est le cinquième cas connu — a été observée chez un homme de 32 ans qui, 3 mois auparavant, en lançant le disque, avait éprouvé brusquement une vive douleur dans le côté gauche du ventre et qui, depuis, continuait à souffrir au point de ne pouvoir reprendre ses occupations. La palpation de

(1) *Zentralblatt für chirurgie*, n° 43, 25 oct. 1924.

l'abdomen, en dehors d'une douleur diffuse, ne révélait absolument rien d'anormal. Les traitements médicaux les plus divers s'étant montrés inefficaces, cet homme accepta de se soumettre à une intervention chirurgicale. Une large incision courbe fit découvrir au bord du muscle grand droit du côté gauche, un peu au-dessous de l'ombilic, un arrachement des muscles obliques et transverses ainsi que de l'aponévrose du grand oblique, occasionnant une déhiscence de la paroi un peu plus large qu'une pièce de 1 franc. Cette brèche fut suturée et la guérison se fit très simplement.

Lésions accidentelles imputables au tir à l'arc.

Ce sport qui jouit, de nos jours, d'une certaine faveur dans quelques régions, a donné lieu à l'observation de troubles singuliers, véritable paralysie psycho-motrice — la « maladie de l'arc » — que le Dr P. Vachet a décrite dans les termes suivants (1) :

Le tireur se trouve au moment du tir dans la position suivante : bras gauche très allongé maintenant l'arc et main droite emboîtant le menton retenant la flèche et la corde fortement tendue. Le tireur vise en faisant fil à plomb avec le centre de la cible, mais en ramenant l'arc de la périphérie de la cible vers le centre par un mouvement de haut en bas ou de bas en haut, variable suivant chaque tireur. C'est dans ce mouvement de descente ou de montée que se produit cette paralysie, qui empêche la main de remonter jusqu'au point utile et détermine une décoche hâtive, un tir défectueux.

Cette paralysie survient après un temps plus ou moins long et frappe les meilleurs tireurs qui voient rapidement décliner leur adresse et leur précision.

Elle est due simplement à la suggestion de l'entourage. En effet, dès qu'un débutant arrive dans un de ces groupes atteints de la « maladie », tous les anciens s'étendent à chaque réunion avec beaucoup de complaisance et force détails sur les effets que ne tardera pas à ressentir le néophyte. Et bientôt, sous l'influence de ces suggestions réitérées, après avoir accompli des tirs extrêmement réguliers et précis, le nouveau tireur voit décliner ses qualités, son tir devenir chaque jour de plus en plus défectueux.

Plus cet infortuné archer fera d'efforts, plus il s'appliquera à rectifier son tir, plus ce dernier deviendra mauvais. Il est donc curieux de voir, en ce cas, un des effets tout-puissants de l'imagination, triomphant facilement de la volonté avec laquelle elle entre en conflit.

Contre une pareille « maladie », la suggestion hypnotique combattant efficacement la suggestion mauvaise, amène une guérison rapide et définitive.

(1) *La psychologie appliquée*, octobre 1921.

Lésions accidentelles consécutives à l'escrime.

Je cite pour mémoire la déformation de l'épaule constatée chez les vieux escrimeurs qui ne se sont pas surveillés et ne se sont pas astreints à manier l'épée ou le fleuret alternativement d'une main et de l'autre.

Les vrais accidents de l'escrime sont ceux qui sont causés par une rupture de lame. F. Heckel en a fait une étude générale excellente.

La genèse de ces accidents est presque toujours l'imprudence des escrimeurs. Les vêtements d'escrime doivent être d'une solidité à toute épreuve. La veste tout entière, face et dos, manche et col, doit être faite d'un épais tissu de coton treillis dont les deux faces soient tissées en sens inverse. Le col de la veste doit être très montant. Le masque doit être solide et sans fissures. Enfin les armes doivent être l'objet de soins constants pour les protéger de la rouille. « Il faut bien reconnaître, écrit F. Heckel, que les armes — épées, sabres et fleurets — ne sont pas construites avec le souci de leur donner toute la résistance nécessaire. On continue à fabriquer les lames de ces différentes armes suivant les formules anciennes, alors que la métallurgie s'est complètement rénovée depuis quinze ans et qu'il serait absolument facile aux ingénieurs métallurgistes de réaliser des lames complètement incassables. Il suffirait, affirment les techniciens, d'ajouter quelques traces de nickel aux aciers employés pour les rendre à la fois souples et résistants, mais non pas cassants comme du verre, ainsi qu'ils le sont trop souvent. Les progrès de la fabrication des métaux sont tels aujourd'hui que l'on peut réaliser comme on le désire toute espèce de type de fer ou d'acier, ainsi que le montrent, non seulement la pratique, mais encore le contrôle et l'étude microscopique des coupes d'acier. C'est là un point particulièrement important de la question et sur lequel je me permets d'attirer l'attention des escrimeurs. Il ne serait pas impossible que leurs groupements sollicitent des ingénieurs des principales fabriques d'armes la mise à l'étude d'un type d'acier approprié à la fabrication des lames ; je suis convaincu qu'on verrait ainsi se réduire considérablement les risques d'accidents. »

F. Heckel a vu un coup d'épée brisée blesser le mollet et entraîner une phlébite et une embolie. Il a vu un fleuret fraîchement boutonné traverser la joue et la glande parotide d'un amateur, à la suite d'un brusque déplacement du masque mal adapté aux dimensions de la tête du tireur.

En cas *de plaie d'un membre* (aisselle, bras, avant-bras, main), la gravité est d'autant plus grande que la blessure se rapproche davantage du creux de l'aisselle. Là peuvent être lésés : la grosse artère humérale, l'énorme artère axillaire dont la blessure est presque toujours mortelle, et tous les troncs nerveux du plexus brachial dont l'atteinte peut entraîner plus tard des complications redoutables (paralysie, atrophie et contracture du bras).

Les *blessures de la face* sont généralement légères, sauf quand elles atteignent l'œil.

Les *blessures du cou* sont souvent mortelles en quelques instants par l'hémorragie qu'elles provoquent.

Les blessures de la *poitrine et du ventre*, si elles sont pénétrantes, impliquent l'immobilisation du blessé. Il faudra se garder de l'asseoir, de le faire se lever, marcher, de le transporter tout de suite, de lui donner à boire ou à manger. Le porter horizontalement sur un lit et attendre le chirurgien.

Palpitations réflexes des sujets ptosiques, non entraînés à l'exercice.

Il faut être éclairé sur les symptômes cardiaques constatés chez certaines personnes indemnes de toute lésion du cœur, et qui se livrent à l'exercice pour la première fois. On constate, chez elles, de véritables crises de palpitations. Il s'agit dans ce cas d'une accélération du cœur, d'origine nerveuse. Les viscères abdominaux, chez de tels sujets, sont mal suspendus dans l'abdomen dont les parois flasques ne remplissent pas leur rôle de sangle sustentatrice. Ces viscères sont en état de ptose. Or, ils sont littéralement enserrés dans un riche réseau nerveux à la constitution duquel prennent part les rameaux du sympathique efférents du plexus solaire et les rameaux du pneumogastrique issus des branches abdominales des pneumogastriques droit et gauche. Les deux systèmes intriqués d'une façon étroite, subissent également l'excitation mécanique entraînée par la distension atonique et la chute passive de la poche stomacale à laquelle ils sont intimement attachés. Ces deux groupes nerveux réagissent inégalement ; s'il en était autrement, leur action réciproque s'annulerait et l'accélération n'aurait pas lieu. Le sympathique étant accélérateur du cœur et le pneumogastrique modérateur, il reste à penser que l'accélération orthostatique se rencontre chez les sujets déséquilibrés de l'estomac à réaction sympathicotonique.

D'après Arthus, il est à noter que les phénomènes de fatigue sont plus précoces pour les nerfs modérateurs que pour les accélérateurs. Quoi qu'il en soit, on peut dire, sous une autre forme, que l'accélération cardiaque orthostatique est un réflexe accélérateur du cœur causé par l'excitation mécanique du plexus solaire dans les conditions anormales de la statique abdominale.

On comprendra que, chez de tels sujets, il ne faut pas se laisser impressionner par les palpitations que l'on constate, pour déconseiller l'exercice. Au contraire, en développant et en fortifiant les muscles abdominaux, on donnera aux viscères un solide point d'appui, et, les tiraillements du plexus solaire qui causaient des palpitations ne se produisant plus, les palpitations cesseront.

Prével, qui a étudié le « réflexe abdomino-cardiaque », préconise, pour atteindre ce but, la reconstitution physiologique de la paroi abdominale. « Les moyens actifs, dit-il, présentés par le massage et surtout la gymnastique spéciale, doivent retenir toute l'énergie du malade ; ils tendent à réagir contre l'inaction presque constante de la paroi précocement envahie par l'infiltration graisseuse et, de ce fait, devenue un soutien d'une lamentable inefficacité. La gymnastique est prescrite en séances biquotidiennes,

courtes mais bien enseignées et bien appliquées (mouvements de la paroi, mouvements des membres inférieurs sur le bassin en position couchée, passage de la position couchée à la position assise, les bras croisés, etc.). Elle est complétée par des exercices de marche, l'abdomen en rétraction forcée; ce dernier moyen est très efficace en ce qu'il constitue un exercice considérable pour les muscles et en ce qu'il donne au sujet conscience de sa paroi abdominale, qu'il avait oubliée. Avec le temps, il fera passer cet acte conscient dans l'inconscient de la vie végétative habituelle (1). »

Syncopes.

Dans une foule de circonstances, le sportif est exposé, par suite de chocs, d'accidents de toute espèce, de surmenage aigu, aux manifestations de la syncope. Le meilleur moyen de ramener à la vie consciente tout sujet en état de syncope respiratoire isolée ou de mort apparente est la méthode des inhalations simultanées d'oxygène et de gaz carbonique. L'inhalation d'oxygène seul peut être dangereuse. Les risques qu'elle fait courir au syncopé sont réels, surtout si la syncope dépasse une durée supérieure à trois ou quatre minutes.

Il y a avantage à ne pas donner le gaz carbonique seul, bien qu'il soit l'excitant électif des centres nerveux respiratoires. Il y a toujours intérêt à lui associer l'oxygène, car son action excitatrice normale sur les centres respiratoires est liée à une oxygénation convenable des cellules nerveuses et des centres bulbaires en particulier (2).

D'une manière générale, dans la réanimation des syncopés, il importe de recourir à une thérapeutique combinée où l'oxygéno-carbo-thérapie, la respiration artificielle, les excitations réflexes, le massage du cœur, le traitement médicamenteux sont judicieusement associés, et, dans la mesure du possible, dosés.

(1) Le lecteur désireux d'avoir des notions détaillées sur les lésions et les traumatismes sportifs les trouvera dans l'ouvrage suivant : *Lésions et traumatismes sportifs*, 1 vol., 1938, Masson, édit., Paris.

(2) Michel S. André. Le traitement de la syncope par l'oxygène et le gaz carbonique. *Presse médicale*, 7 déc. 1946.

CHAPITRE XIV

LES MÉDICATIONS PAR L'EXERCICE

EFFETS DE L'EXERCICE CONSIDÉRÉ COMME AGENT THÉRAPEUTIQUE. — L'exercice physique, médicalement prescrit et surveillé est, sans doute, le plus puissant modificateur de la nutrition que nous possédons. Il produit sur l'organisme deux effets inverses : d'une part il accélère le mouvement d'assimilation grâce auquel la masse de nos tissus s'accroît ; d'autre part, il précipite le mouvement de désassimilation qui a pour résultat de détruire certains matériaux et d'activer l'élimination des déchets.

Suivant les modalités de son application qui doivent beaucoup varier selon l'âge, le sexe, le mode habituel de vie, les réactions personnelles, on peut donner la prédominance à l'une ou à l'autre de ces actions, c'est-à-dire faire, par exemple, maigrir un obèse ou, au contraire, fortifier et engraisser un sujet asthénié et amaigri.

Nous avons, à l'heure actuelle, réuni quelques milliers d'observations de sujets d'âges très divers, dont la santé a été heureusement influencée par une participation régulière aux exercices physiques, médicalement prescrits, surveillés et dosés. Nos observations ont surtout porté sur des personnes atteintes d'affections médicales, dont l'évolution avait antérieurement nécessité, assez souvent sans résultat décisif, un ou plusieurs séjours, soit dans une station hydrominérale ou climatique, soit dans un lieu de convalescence.

Dans la plupart des cas, la cure d'exercice a confirmé et transformé en guérison définitive des améliorations obtenues par les moyens précédents.

INFLUENCE DE L'EXERCICE SUR LE MÉTABOLISME CELLULAIRE. — APPLICATIONS THÉRAPEUTIQUES. — Les échanges intracellulaires sont accrus par l'exercice. Des travaux récents, spécialement ceux de Warburg, ont apporté quelques clartés sur le mécanisme encore mal connu de cet accroissement.

L'organisme ne possède aucune réserve d'oxygène. En toute circonstance, il est tenu de se le procurer sur-le-champ et d'en proportionner l'apport à l'importance de ses besoins. L'exercice accroît-il ces derniers, la quantité d'oxygène absorbé augmente en conséquence.

De même, l'élimination de l'acide carbonique a lieu sans délai au fur et à mesure de sa production. En fin de compte, les échanges cellulaires croissent avec le travail. Leur mesure représente le moyen détourné le plus exact que

nous ayons d'apprécier les mutations contemporaines de l'activité musculaire.

D'autre part, l'apport de l'oxygène à la cellule est étroitement lié à l'activité circulatoire. Les travaux de Krogh ont révélé l'existence d'un mécanisme automatique d'ouverture et de fermeture des capillaires sanguins commandé par l'alternance d'excès ou de défaut des déchets du métabolisme cellulaire.

Apport actif de l'oxygène à la cellule et accroissement de la respiration intracellulaire : tels sont, en résumé, les effets de l'exercice sur les parenchymes.

Sous cette double influence, ce sont les organes glandulaires qui réagissent les premiers. Les reins, le foie, la nappe glandulaire intestinale et le vaste émonctoire cutané sont le plus vivement sollicités. L'envie d'uriner et de déféquer, ainsi que la moiteur de la peau, suivent de près le début de tout exercice.

C'est dans l'excitation générale des fonctions cellulaires qu'il faut chercher la cause profonde des modifications de la nutrition engendrées et entretenues par le mouvement. Dans nombre de cas cliniques, l'association de la cure d'exercice à la cure médicamenteuse est une nécessité imposée par la nature même des indications thérapeutiques. La première apparaît comme le moyen par excellence de régulariser l'activité cellulaire et d'entretenir une stabilité des milieux organiques, propice à la bonne marche d'une nutrition normale. Elle favorise et accélère le double mouvement d'assimilation et de désassimilation qui caractérise des échanges nutritifs réguliers.

Au point de vue de la digestion, les métamorphoses dont le tube digestif est le théâtre s'y passent plus promptement. La transformation des hydrates de carbone en sucres assimilables, des graisses en savons absorbables, des protéiques en acides aminés cristallisables, se fait plus complètement.

Sous l'influence de l'exercice, la durée de l'épreuve classique de la glycosurie alimentaire est abrégée d'un tiers ou d'un quart. L'élimination provoquée des substances étrangères par les reins est accélérée.

La capacité de digestion, d'absorption et d'élimination du sujet qui s'y adonne régulièrement est accrue. L'exercice introduit en surabondance dans l'économie un excitant chimique : l'oxygène. Sous son influence, toutes les mutations se poursuivent avec un redoublement d'intensité.

Au point de vue du métabolisme de l'eau, l'exercice a pour effet d'accélérer l'élimination de l'eau par l'organisme. L'eau pulmonaire passe de 450 à 700 grammes et davantage en vingt-quatre heures. La quantité de sueur de 550 grammes à 2 litres et davantage. Par contre, la quantité d'eau qui sort des reins (1.100 à 1.600 gr. en moyenne, par vingt-quatre heures) n'est pas sensiblement influencée.

Lorsque l'exercice est suffisamment prolongé, il se fait une désassimilation des tissus qui libère de l'eau endogène. Or, nous savons que cette eau de source endogène provient surtout de la désassimilation des hydrates de carbone et des graisses. L'exercice diminue donc les réserves en dissociant les substances ternaires (glycogène et graisses), et en les libérant sous forme d'eau et d'acide carbonique qui apparaît en excès dans l'air expiré.

Par contre, toute cellule à laquelle l'oxygène arrive mal, se remplit de gouttelettes de graisse. La dégénérescence ou la surcharge graisseuse d'une cellule est l'indice d'une mauvaise oxygénation. Si celle-ci s'améliore, la graisse s'en va, à moins que la cellule, trop dégénérée, ne meure et ne disparaisse. La surcharge graisseuse d'un organe est le plus généralement causée par un apport insuffisant d'oxygène. L'exemple le plus typique est la dégénérescence graisseuse du foie observée chez les tuberculeux à la période terminale.

La lipolyse normale qui se fait dans le sang pendant la traversée du poumon est d'autant plus intense que les échanges respiratoires sont plus actifs. Or, rien n'accélère davantage ces échanges que l'exercice qui apparaît, en définitive, comme le moyen par excellence d'oxygéner les graisses, c'est-à-dire de les transformer en eau et en acide carbonique.

C'est surtout dans le traitement des maladies de la nutrition caractérisées par la rétention puis la précipitation dans certains tissus ou dans certaines cavités naturelles de substances qui devraient rester normalement dissoutes, que la cure d'exercice a des effets remarquables.

Sous son influence l'acide urique et les urates sont éliminés non seulement par les reins mais par les glandes sudoripares dont le fonctionnement seconde puissamment celui des reins. Il ne se passe pas de jours que l'examen des vêtements d'exercice, imprégnés de sueur, dont nos goutteux se revêtent pour s'exercer, ne nous permette de constater, après siccité, qu'ils crissent sous les doigts. L'analyse chimique et microscopique révèle que ce sont les cristaux d'acide urique et d'urate de soude dont leur trame est littéralement farcie qui donnent cette sensation au toucher ; d'autre part, l'élimination biliaire de la cholestérine et des pigments est fortement accrue ; l'examen du sang et des fèces le démontre. Enfin les oxalates et les sels de chaux sont l'objet d'une évacuation massive par les urines.

L'accumulation de ces substances dans les tissus, dans le sang ou dans les cavités où elles se précipitent étant le substratum des maladies de la nutrition, leur élimination plus prompte et plus plénière sous l'influence d'un exercice approprié et dosé, est souhaitable.

L'exercice n'est pas un simple adjuvant thérapeutique, un moyen banal de traitement ainsi qu'on a coutume de le considérer ; c'est le modificateur par excellence du métabolisme cellulaire. Il en redresse les déviations et tend sans cesse à en ramener l'activité à la normale.

Mais son emploi comporte des règles et des précautions, faute desquelles on connaîtra des déboires, on verra survenir des accidents qui ralentiront la confiance encore timide des médecins et finiront par compromettre les résultats déjà acquis.

Cette branche quelque peu délaissée de la thérapeutique touche à des problèmes capitaux de la biologie. La méthode expérimentale, introduite dans ce domaine, apparaît comme seule capable de nous permettre de substituer des données positives à un empirisme capricieux et quelquefois dangereux.

Il faut bien connaître les effets de l'exercice pour en déduire les formes et

les doses sous lesquelles il convient de le prescrire en tenant compte de l'âge et de l'état des malades qui y sont soumis.

Le médecin est le guide et le conseiller indispensable de tout traitement de ce genre. Il met en garde contre les excès, signale les erreurs et déduit de ses observations les meilleures méthodes à employer. Il laisse le moins possible au hasard et à l'inspiration du moment. Il convient de soumettre l'exercice, comme tous les autres agents thérapeutiques, au contrôle physiologique. Sur certaines vérifications expérimentales, on peut greffer des applications importantes qui intéressent directement la thérapeutique. Un détail, en apparence négligeable, peut avoir une grande importance pratique.

Lorsque la cure d'exercice sera contrôlée par le médecin, elle s'imposera d'une façon durable et n'effraiera plus les malades craintifs ni les médecins insuffisamment informés.

INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS THÉRAPEUTIQUES DE L'EXERCICE. — La cure d'exercice se montre surtout efficace chez les personnes ayant atteint ou dépassé la quarantaine, indemnes d'affections aiguës, et dont la maturité porte déjà, en elle, les signes avant-coureurs d'une déchéance physiologique plus ou moins prochaine.

C'est entre 40 et 50 ans, en moyenne, que ses effets sont le plus tangibles dans le sens d'un véritable rajeunissement.

L'homme replet maigrit, l'homme grêle engraisse. Le congestif perd peu à peu le teint violacé qui annonce la pléthore des vaisseaux et la gêne circulatoire ; le sujet pâle gagne, au contraire, des couleurs plus vives. Toutes les ptoses viscérales sont améliorées. L'asthénique voit ses forces renaître. Les exercices tendent à imprimer à ceux qui s'y adonnent un aspect de santé et d'équilibre physiologique qui frappe et convainc de leur efficacité thérapeutique tout observateur impartial.

Le mouvement réglé et dosé apparaît en définitive, chez l'homme fait, comme le meilleur régulateur de la nutrition, en même temps que l'agent de désintoxication le plus actif.

Les indications de la cure d'exercice sont plus nombreuses et plus diverses qu'on n'a coutume de l'admettre. Il existe un véritable formulaire des exercices méthodiques qui comprend, non seulement le travail des différents segments corporels, pratiqué séparément, mais aussi des formes de travail empruntées aux actes naturels, aux travaux professionnels, aux jeux libres et aux sports.

A. *Indications.* — Les états organiques déficients, particulièrement améliorés par la cure d'exercice, sont les suivants :

1° Lorsque, par suite d'une existence sédentaire, les échanges sont, dans leur ensemble, inférieurs à ceux qui caractérisent un métabolisme normal.

2° Lorsque les acquisitions, par suite d'un régime alimentaire trop riche, sont supérieures aux dépenses et entraînent un accroissement insolite des réserves. C'est le cas de l'obésité.

3° Lorsqu'il est nécessaire de solliciter l'activité des glandes, en général,

et notamment des glandes endocrines. Nous savons qu'il n'est pas de moyen plus fidèle de susciter une sécrétion glandulaire que d'irriguer la glande qui la produit par un sang très oxygéné. On peut même affirmer qu'à l'état normal, l'activité sécrétrice d'une glande est proportionnelle à la teneur du sang en oxygène.

Or, des analyses chimiques du sang et des évaluations eudiométriques des échanges respiratoires faites avant, pendant et après l'exercice, attestent que le mouvement musculaire actif demeure, pour l'organisme, le moyen le plus certain de faire provision d'oxygène. L'exercice apparaît donc comme un traitement de choix lorsque l'on voudra agir sur des troubles imputables à une carence glandulaire, notamment à une carence endocrinienne.

L'exercice est donc également indiqué chaque fois qu'il sera nécessaire de solliciter l'activité des glandes digestives, dans le cas de dyspepsie gastro-intestinale d'origine glandulaire, et dans les cas si répandus d'insuffisance hépatique et pancréatique de la cinquantaine.

4° En quatrième lieu, l'exercice physique accélère la vitesse d'absorption et d'élimination des eaux ingérées. Les résultats les plus favorables sont obtenus lorsque l'on prend soin de fractionner les doses d'eau ingérée et d'administrer l'exercice après et non avant l'ingestion.

5° Enfin, l'exercice concourt, dans une très large mesure, à la désintoxication de l'organisme en accélérant l'élimination des déchets par voie sudorale. En faisant prendre aux malades un exercice modéré médicalement dosé et surveillé, poursuivi jusqu'à légère sudation, on suscite une élimination massive de produits toxiques retenus dans l'organisme et dont l'excrétion, au repos, ne serait assurée par les reins seuls que d'une manière moins complète.

6° Troubles digestifs consécutifs à l'atonie et à la ptose gastro-intestinale, congestion hépatique et engorgement du système de la veine porte, sans lésions viscérales, gastro-névroses et dyspepsies, constipation essentielle par parésie gastro-intestinale, telles sont les affections qui se trouvent le plus heureusement modifiées par l'exercice.

Il n'est pas d'atonie gastrique avec ptose et dilatation qui ne cède à une cure d'exercice bien conduite et convenablement surveillée.

7° Atonie musculaire générale et affections traumatiques anciennes des articulations et des muscles. Les déviations essentielles de la taille, non imputables à une lésion inflammatoire aiguë ou chronique du squelette, sont combattues avec succès quand on fortifie par l'exercice les muscles des gouttières vertébrales et ceux du thorax.

8° Etats de dépression nerveuse, non accompagnés de troubles mentaux. L'asthénie générale, les paralysies fonctionnelles sans lésion anatomique, la chorée, l'insomnie, les névroses urinaires n'ont pas de meilleur agent curatif que l'exercice.

9° Séquelles d'affections broncho-pulmonaires avec hypostases. Dans ce cas, l'exercice rend à la respiration une ampleur plus grande et rétablit la perméabilité des lobules pulmonaires. L'emphysème, la congestion pulmonaire chronique et l'asthme sont justiciables au premier chef de la cure.

10° Cardiopathies latentes sans hyposystolie. Mieux vaut, pour les cardiaques latents, la privation absolue de tout exercice que la pratique d'exercices mal dirigés. Ici, le dosage par un médecin compétent et la prescription formulée de l'exercice sont indispensables. Alors que l'exercice pratiqué sans mesure et sans règles rationnelles ne peut donner, dans les affections de l'appareil circulatoire, que des résultats désastreux, il est, au contraire, couronné des succès les plus certains et les plus durables quand il est médicalement surveillé et dosé.

L'exercice peut conserver d'abord et augmenter ensuite l'énergie du muscle cardiaque, sans le surmener. Pour cela, deux conditions doivent être remplies. La première consiste à appliquer une forme d'exercice qui n'exige pas d'effort ; la seconde doit tendre à doser méthodiquement le travail, de façon à ne pas imposer au myocarde une dépense supérieure à ses possibilités, ni aux poumons une activité fonctionnelle exagérée. Les cœurs gras sont ceux qui bénéficient le plus de la cure d'exercice.

Pour rétablir des sujets entrant dans le cadre précédent, la cure d'exercice nous est apparue comme un merveilleux agent thérapeutique, plus efficace et plus durable que beaucoup de médications de la pharmacopée.

En résumé, la cure d'exercice apparaît, à l'heure actuelle, comme un complément indispensable du traitement de la plupart des maladies de la nutrition et des maladies chroniques. Enfin, elle est indispensable à tous ceux que leur tendance naturelle à l'inertie ou que la nature même de leurs occupations réduisent à la sédentarité et exposent aux accidents qui en sont la conséquence ordinaire.

Il ne s'agit point de se livrer à une gymnastique acrobatique athlétique ou sportive, mais de faire la somme des mouvements simples nécessaires pour régulariser lentement le mouvement des échanges et, pour tout dire, le métabolisme, dans chaque cas particulier.

B. *Contre-indications.* — Il existe des contre-indications à l'usage thérapeutique du mouvement.

Chez les diabétiques, tant qu'ils ont du sucre, et les azotémiques sédentaires, l'exercice musculaire administré sans précaution provoque le brusque passage dans le sang de produits provenant de la destruction des tissus qui accompagne toujours l'exercice. Ce passage brutal peut produire un véritable choc hémoclasique et un état d'acidose aiguë avec acétonémie, dyspnée toxique permanente et même coma.

Chez les chlorurémiques dont les variations de poids, parfois considérables, sont subordonnées à l'accroissement momentané de la réserve flottante, il arrive que la néphrite hydropigène provoque un afflux permanent d'eau dans le sang pour diluer le chlorure et le ramener au taux normal. La masse du sang est accrue en permanence et la tension artérielle élevée est une contre-indication à l'emploi thérapeutique du mouvement.

D'une manière générale, il se produit toujours, au cours d'une séance d'exercice, une certaine quantité d'urée. Elle quitte rapidement les tissus où

elle a été formée pour passer dans le plasma sanguin et parvenir de là au rein qui est à peu près sa seule voie d'excrétion. Pour peu que le rein soit barré par des lésions de néphrite chronique, il se produit une crise de rétention azotée. Nous avons vu un exercice de trois quarts d'heure, plusieurs fois répété, provoquer chez un azotémique peu avancé de véritables désastres comme il en a été observé chez cette même catégorie de malades à la suite de l'anesthésie chloroformique. Il importe de doser l'urée du sang chaque fois que l'on prescrit la cure d'exercice à un sujet chez lequel on soupçonne l'existence d'une lésion rénale.

Nécessité de doser l'exercice employé thérapeutiquement. — L'emploi de l'exercice, considéré comme agent thérapeutique, impose des précautions. Lorsque l'on prescrit l'usage du mouvement, on oublie trop souvent de préciser de quel genre de mouvement il s'agit, de sorte que l'on voit couramment des malades d'âges très divers, d'aptitude physique très différente, accomplir les mêmes exercices et de la même manière, ce qui est proprement un non-sens thérapeutique et un danger.

Il m'a été donné d'être le témoin d'accidents imputables, de toute évidence, à des pratiques gymnastiques mal ordonnées, sinon contre-indiquées.

L'un de ces cas est celui d'un homme de cinquante-sept ans, pléthorique abdominal et hypertendu, qui mourut subitement, à la fin de l'une des séances d'exercice en chambre qu'il faisait chaque matin à son lever, étendu sur sa descente de lit. L'aspect cyanosé du visage incita l'autorité à rechercher les causes de la mort. L'autopsie révéla une congestion intense des gros vaisseaux de la base du cerveau et une hémorragie siégeant au niveau du 3e ventricule gauche.

Il est évident que prescrire des exercices dans le décubitus dorsal à un pléthorique hypertendu de cinquante-sept ans, était, pour le moins, imprudent. La seule élévation des jambes, dans cette position, provoque un véritable coup de bélier sur les vaisseaux intracérébraux. Pour peu que leurs parois présentent des points faibles, on peut voir brusquement survenir des accidents redoutables.

Un autre cas est celui d'un homme de cinquante-neuf ans, d'apparence bien portant et de taille svelte, auquel un masseur ignorant avait conseillé de parcourir, chaque matin, dans une prairie, quelques centaines de mètres au pas gymnastique, « pour conserver », disait-il, l'allure juvénile et la souplesse des mouvements. Au cours d'une séance de ce genre, notre sujet éprouva tout à coup une sensation d'étouffement, fut contraint de s'arrêter, regagna péniblement sa maison, située à quelque distance, s'étendit sur son lit, et, presque aussitôt, mourut en se plaignant d'une douleur atroce siégeant à la région rétro-sternale et précordiale. L'autopsie ne fut pas faite, mais le médecin du défunt m'apprit que celui-ci était atteint d'insuffisance aortique syphilitique, jusqu'alors parfaitement tolérée.

Il est superflu de dire qu'ordonner un exercice de course à un malade atteint d'aortite syphilitique, c'est l'exposer aux pires accidents.

Un autre cas est celui d'un homme de quarante-neuf ans, légèrement pléthorique et hypertendu, habitué jusqu'alors à la pratique quotidienne du tub à l'eau froide. Je lui avais conseillé, à son âge, de recourir de préférence à l'eau tiède. Il y consentit mais, en été, il prit, malgré ma défense, des bains de mer quotidiens avec ses enfants. Au cours du troisième bain, il éprouva une céphalée intense et subite, regagna non sans peine sa cabine, et les jours suivants présenta les symptômes d'une hémiplégie droite, ébauchée, à la vérité, mais cependant indiscutable.

La constriction vasculaire énergique, causée par le froid de l'eau, au moment de l'immersion, provoque une phase momentanée d'hypertension surtout dangereuse chez les sujets touchant à la soixantaine et déjà hypertendus. C'était le cas du malade auquel je fais allusion.

L'exercice, comme les autres remèdes, a ses indications et ses contre-indications. Il a aussi ses modalités adaptées à chaque cas particulier. Je me suis, depuis longtemps, décidé à proscrire les exercices pratiqués dans la position couchée, chaque fois que se montrent des symptômes d'hypertension, si légers soient-ils. Tous les hypertendus à un titre quelconque, et, en général, tous les sujets ayant dépassé la cinquantaine, doivent s'exercer debout, dans l'attitude normale de veille et de travail musculaire.

Les exercices qui leur conviennent le mieux, je l'ai déjà dit, sont :

a) Le ballon médical, sphère de cuir lourde de 1, 2, 3, 4 ou même 5 kilogrammes, suivant la force du sujet, et que ce dernier, placé debout, à 2, 3, 4 mètres ou davantage du moniteur, lance à ce dernier en faisant varier de mille manières le geste du lancement.

b) La mobilisation d'un exerciseur à contre-poids, préférable à un exerciseur à brins de caoutchouc, car sa résistance est constante et le travail peut être gradué exactement et à volonté.

c) La manipulation de la machine à godiller qui est l'exerciseur de choix de tous les pléthoriques abdominaux et de tous les hommes de cabinet retenus au logis par leurs occupations. Le sujet étant en station verticale, bien campé sur ses jambes légèrement écartées, mobilise un aviron fixé à une rotule à frottement dur réglable à volonté, dans un bloc d'acier évidé. Il fait décrire au manche de l'appareil les mouvements alternatifs d'oscillation vers la droite et vers la gauche, en forme de huit, comparables à ceux qu'exécute un matelot maniant une godille à l'arrière d'un bateau.

C'est là l'exercice de choix pour les obèses et pour toute personne ayant tendance à grossir, de même pour les constipés. Il provoque un massage profond des viscères abdominaux et contribue beaucoup à maintenir la sveltesse de la taille.

Installé dans un cabinet de travail, une chambre à coucher, une salle de bain, il permet aux sédentaires, aux malades et aux personnes d'âge mûr de s'exercer en toute sécurité (1).

d) L'exercice de la machine à ramer, bon lui aussi, mais exigeant une cer-

(1) Bardou, constructeur, 12, boulevard Sébastopol, Paris.

taine surveillance, par suite de l'essoufflement et de l'accélération notable du pouls qu'il provoque et qui n'est pas sans inconvénient chez les hypertendus.

e) L'exercice du ballon de boxe, modérément pratiqué.

f) Le travail de terrassement, qui exerce doucement l'ensemble de la musculature et masse énergiquement les organes profonds par l'intermédiaire des parois abdominales en perpétuelle contraction.

g) Enfin, la marche à pied qui, malheureusement, exige des loisirs et beaucoup de temps, pour agir efficacement.

Tous ces exercices sont pratiqués dans une position telle que la tête est toujours dominante par rapport au reste du corps.

C'est une erreur par omission de prescrire l'exercice sans indiquer en même temps ses modalités et son dosage. Sédentaires hypertendus, pléthoriques, quinquagénaires et sexagénaires, cardiopathes latents ou compensés sont, pour la plupart, justiciables de cet agent thérapeutique. Il n'est personne à qui l'exercice soit plus salutaire. Mais il doit être bien ordonné et adapté à leurs faibles forces, pour que les intéressés n'en retirent que des bénéfices et ne s'exposent à aucun de ses dangers.

Pas de position congestionnante pour le cerveau et pas d'exercices de vitesse. Voilà deux indications dont le médecin doit être pénétré en présence des hypertendus ou même de sujets apparemment indemnes, mais ayant doublé le cap de la cinquantaine.

Traitement des atrophies musculaires et des attitudes vicieuses. — Sous l'influence du travail, le tissu musculaire augmente de volume et, en même temps, change de structure. Il perd la graisse qui infiltre ses fibres tandis que ses éléments propres, dont la densité est plus grande que celle des autres tissus, donne à toute la région qui travaille une fermeté caractéristique. La graisse sous-cutanée est brûlée au cours des oxydations que l'exercice suractive, en même temps que celle qui infiltrait le muscle lui-même. La peau et le tissu cellulaire s'appliquent alors directement sur les masses musculaires dont les formes apparaissent en relief.

Les muscles utilisent d'abord, pour leur combustion, les matériaux placés à leur portée. C'est pour cette raison que les graisses qui les entourent disparaissent les premières.

L'accroissement de leur volume s'explique, d'autre part, aisément. La contraction y attire une plus grande quantité de sang. Cet afflux est cause d'une nutrition plus intense, par suite de l'abondance des matériaux qui baignent la fibre musculaire et mettent à sa portée plus d'éléments nutritifs. Ainsi, l'exercice, outre qu'il produit sur la nutrition générale des effets utiles que nous connaissons, commence par modifier localement la structure de la région qui est la plus exercée. De là, l'importance, au point de vue esthétique, de faire travailler toutes les parties du corps, si l'on veut éviter de produire dans les formes extérieures des inégalités choquantes.

La fibre musculaire acquiert, par l'exercice, une augmentation de sa propriété contractile et répond plus vigoureusement aux ordres de la volonté. A volume égal, un muscle habitué à se contracter est plus fort qu'un muscle demeuré longtemps inactif. L'augmentation de la force générale est l'un des changements matériels les plus tangibles survenus dans le corps humain, à la suite d'un travail assidu.

Enfin, l'exercice, en éduquant les muscles, produit une économie de force dans tous les mouvements. Toute contraction musculaire, chez un homme bien exercé, a un effet utile. Chez l'homme inhabile, beaucoup de muscles sont paralysés par l'intervention maladroite des muscles antagonistes. Un tel sujet tâtonne souvent pour réaliser le geste voulu. L'exercice perfectionne le mouvement en confiant l'exécution aux groupes musculaires les plus aptes à l'exécuter.

L'exercice physique perfectionne aussi l'attitude générale du corps. De tout temps, les médecins l'ont utilisé, au point de vue orthopédique, pour redresser les déviations de la taille.

Il faut prendre garde que les exercices ne provoquent aucune déformation du corps. Ceux qui déterminent le fonctionnement prédominant des muscles d'un seul côté, l'escrime par exemple, engendrent fréquemment des scolioses, car les vertèbres sont peu attirées du côté où les muscles ont acquis un plus grand développement. Si les muscles fléchisseurs du tronc agissent plus que les extenseurs, ils tendent à se raccourcir et la colonne vertébrale s'infléchit en avant, provoquant une voussure disgracieuse du dos. Les déformations de la colonne vertébrale sont l'écueil de la gymnastique. Autant les exercices du corps sont utiles pour redresser les déviations de la taille quand ils sont utilisés avec discernement, autant ils sont capables de les créer quand on les applique sans méthode.

Les exercices qui exigent l'action parfaitement harmonique des muscles extenseurs et fléchisseurs des vertèbres donnent toujours à la taille une rectitude parfaite. Ceux qui demandent de l'équilibre et tendent sans cesse à mettre la colonne vertébrale dans une position de rectitude donnent, au plus haut point, la grâce de la tournure. Les danseurs de corde, les jongleurs équilibristes, les hommes caoutchouc ont généralement une taille aux proportions harmonieuses.

Au cours de l'année scolaire 1919-1920, 22.234 enfants ont été examinés (10.659 garçons et 11.575 filles) dans l'agglomération parisienne par les médecins chargés de l'inspection médicale des écoles.

Il a été constaté qu'une attitude vicieuse, chez les écoliers réduits à une sédentarité forcée de quelques heures chaque jour, est extrêmement fréquente. D'après le rapport que M. Joly, conseiller municipal de Paris, a présenté à ses collègues sur le fonctionnement général de l'Inspection médicale scolaire dans la capitale, on enregistra 51 % des filles et 45 % des garçons qui présentaient des attitudes vicieuses. Il s'agissait, le plus souvent, d'un abaissement de l'épaule droite, explicable, en partie, par la mauvaise position adoptée pendant les exercices d'écriture.

La table de travail scolaire, presque toujours trop basse, au dire des médecins, et, en tout cas, non adaptée spécialement à la conformation et à la taille de chaque élève, contribue beaucoup à causer des déformations de la taille. Les évaluations précédentes ne comprennent pas 616 garçons et 454 filles présentant des symptômes de rachitisme. Elles ne portent que sur des enfants dont l'attitude vicieuse est bien liée à l'insuffisance musculaire. Ce sont eux seuls que nous avons en vue ici.

L'excès d'immobilité et l'insuffisance musculaire qui en est la conséquence ont pour corollaires des déformations de la colonne vertébrale. Les vertèbres étant mobiles les unes sur les autres, ne peuvent former un tout et acquérir la résistance d'une tige homogène et rigide qu'à la condition d'être fortement pressées les unes contre les autres et maintenues en contact intime par la tonicité et la contraction des masses musculaires dorso-lombaires qui les entourent. Lorsque ces muscles sont trop faibles, le poids de la tête et des épaules fait glisser les uns sur les autres les os vertébraux et les entraîne dans la direction où la pesanteur tend à porter le corps, c'est-à-dire tantôt en avant, tantôt latéralement. L'attitude penchée, le dos voûté sont dus à l'affaiblissement des muscles vertébraux.

Ces attitudes s'accompagnent toujours du retrait de la poitrine, pour deux raisons : la première est que l'inaction musculaire entraîne la diminution de l'élasticité et de l'amplitude des mouvements thoraciques ; la seconde est que, dans le profil du corps, la convexité du dos, lorsqu'elle est très prononcée, tend, par comparaison, à faire paraître plate et même concave la ligne du sternum. Ce vice de l'attitude est caractéristique dans tous les cas où de jeunes sujets, soumis à un régime de vie sédentaire, sont privés d'air et de mouvement.

En vue de lutter contre les attitudes vicieuses, qui ont pour cause l'insuffisance musculaire, la suspension par les membres supérieurs ou par des liens passant sous les aisselles est sans aucune efficacité. Elle redresse, sans nul doute, la colonne vertébrale, pendant le temps de la suspension, mais ces déviations se reproduisent dès que la suspension cesse. Ce sont les muscles des gouttières vertébrales qu'il faut fortifier.

Dans ce but il n'est pas de meilleur exercice orthopédique que le port en équilibre, sur la tête, de fardeaux. Quel en doit être le poids ? Pour être efficace, un tel exercice doit être pratiqué avec un fardeau qui soit, au début, environ le cinquième du poids du sujet à traiter. Un enfant de 20 kilogrammes commencera par porter un fardeau de 4 kilogrammes. Au bout de trois semaines, le poids du fardeau doit atteindre le quart du poids du corps ; à la fin du deuxième mois, on a recours à des fardeaux qui représentent le tiers du poids du corps du porteur. Il n'est pas utile d'accroître davantage la charge. J'utilise, en pratique, des sacs de sable, ou des récipients (seaux à confiture) que j'emplis d'eau à volonté et qui sont placés sur la tête nue, en équilibre, avec interposition d'un tortillon d'étoffe analogue à celui qu'emploient les femmes qui vont encore, à la fontaine, puiser l'eau dans des vases rapportés sur la tête.

La durée de l'exercice n'excède pas, au début, 20 minutes par jour en deux reprises de dix minutes chacune, le matin et le soir.

Plus tard, on le porte à trente, quarante, cinquante minutes. L'exercice doit avoir lieu à toutes les allures, au pas lent, au pas rapide, et, plus tard, quand l'enfant a fait assez de progrès, au pas gymnastique.

Le trajet suivi par le porteur doit être varié, semé de petits obstacles, coupé d'arrêts, de demi-tours, afin de solliciter constamment, d'une manière symétrique, l'activité des masses musculaires dorso-lombaires.

Par la suite, la rectitude de la colonne vertébrale sera maintenue et la perfection de l'attitude générale du corps sera atteinte par des exercices généraux, par des jeux, faisant fonctionner symétriquement toutes les parties du corps et sollicitant l'ensemble de la musculature.

Effets de l'exercice sur les maladies du tube digestif. — Maintes fois, j'ai constaté que le fait, pour les hommes d'âge mûr, d'avoir exécuté pendant deux ou trois mois, très prudemment d'abord, de plus en plus énergiquement ensuite, les exercices les plus variés avait eu pour résultat de les guérir et d'améliorer beaucoup l'état de leurs fonctions digestives.

Effets des exercices généraux sur les dyspeptiques. — On sait que le défaut d'exercice ou la vie trop sédentaire engendrent des troubles digestifs fort communément observés. On conçoit que les troubles qui relèvent de cette cause peuvent cesser quand disparaît la faute d'hygiène qui leur a donné naissance et qu'en pareil cas l'exercice est le remède par excellence. Ce que l'on sait moins, c'est que l'amélioration obtenue peut être tout à fait indépendante des méthodes de gymnastique employées. Ce qui importe, c'est que l'exercice ait une intensité suffisante. L'indication du médecin doit moins porter sur la forme de l'exercice que sur la dose de travail musculaire à effectuer.

C'est comme modificateur de la nutrition que l'exercice agit. En augmentant le mouvement de la désassimilation si ralenti chez les sédentaires, il suractive du même coup la fonction d'assimilation. L'exercice est le régulateur indispensable du double mouvement de l'assimilation et de la désassimilation.

L'homme qui, après chaque repas, consent à faire une promenade de quelques kilomètres, digère autant avec ses jambes qu'avec son estomac.

Quand on fait le bilan de la nutrition chez la plupart des dyspeptiques, on constate que, chez eux, l'oxydation des matières organiques demeure incomplète. En activant la respiration le travail musculaire accroît la quantité d'oxygène qui, dans le sang, est mis en présence soit des produits à transformer, soit des produits de désassimilation à éliminer. La combustion ou l'oxydation de ces produits est assurée d'une manière plus complète. En somme, l'emploi de l'exercice chez ces sujets augmente l'apport de l'oxygène. Que se passe-t-il dans un organisme irrigué par un sang très oxygéné ? Il y a longtemps que les physiologistes nous ont informés sur ce point. Les expé-

riences célèbres de Cl. Bernard et de Brown-Séquard, répétées depuis, avec des résultats toujours concordants, quels que soient les expérimentateurs, ont démontré que le sang oxygéné avait, notamment, pour résultat d'activer les sécrétions glandulaires et de tonifier les muscles. L'exercice traduira donc ses effets chez les dyspeptiques : par une régularisation de la sécrétion des glandes gastriques, une tonicité progressive de la musculature des parois gastriques et intestinales qui participent à l'action tonique de l'oxygène, au même titre que les autres muscles de l'économie, enfin par une hypersécrétion des émonctoires (glandes sudoripares, reins, foie).

Toutefois, il faut compter que quatre à cinq semaines sont nécessaires pour obtenir des résultats tangibles dans le traitement des troubles dyspeptiques par l'exercice.

On le voit, c'est par une stimulation générale de l'activité de toutes les fonctions, aussi bien des fonctions glandulaires que des fonctions motrices, que l'exercice améliore les troubles dyspeptiques. C'est indirectement que l'exercice des muscles agit sur l'estomac, par l'intermédiaire de l'oxygène fixé en surabondance dans le sang. Sous son influence les glandes du tube digestif sécrètent des sucs plus actifs, et les fibres des tuniques musculaires retrouvent leur contractilité perdue. Ainsi s'améliorent à la fois les actes mécaniques et les actes chimiques de la digestion sans qu'on puisse dire que l'agent modificateur ait porté spécialement son action sur l'appareil digestif. Un modificateur général : l'oxygène, emmagasiné dans l'organisme à la suite de l'exercice physique, arrive à produire des effets locaux sur les organes digestifs.

C'est ainsi que la marche en terrain accidenté, les jeux divers : l'escrime, le tennis, l'aviron, etc., agissent dans les cas de dilatation de l'estomac et dans ceux de dyspepsie d'origine glandulaire.

Effets des exercices locaux chez des dyspeptiques. — Gymnastique abdominale. — Il arrive parfois que les troubles constatés ne sont pas nettement améliorés par les exercices à effets généraux dont je viens de parler. Dans ce cas, il faut ajouter, à ces derniers, des exercices locaux d'une forme plus méthodique, portant surtout sur la région abdominale.

De toutes parts, la cavité abdominale est limitée par des muscles, même au niveau de la région lombaire où le pilier osseux de la colonne vertébrale est recouvert et comme capitonné par les faisceaux épais du psoas iliaque. Son toit est un muscle, son plancher est contractile et constitué par les muscles du périnée.

Tout l'appareil digestif est donc enfermé dans une sorte de poche musculaire qui joue un rôle des plus importants sur la fonction digestive elle-même. Sans doute le cheminement des matières alimentaires est assuré par les contractions péristaltiques de l'estomac, de l'intestin grêle, du gros intestin. Mais chaque fois que les parois abdominales entrent en action, elles exercent sur l'ensemble des masses intestinales des pressions diverses qui aident beaucoup à la progression des matières dans le tractus gastro-intestinal.

Toute une gymnastique spéciale consiste précisément à régler les déplacements et les changements d'attitude du tronc, en vue de communiquer aux viscères abdominaux certains mouvements utiles. Chez beaucoup de personnes, les digestions sont lentes et se font mal si ces mouvements n'interviennent pas, à un moment donné de la journée. La flexion, l'extension et la rotation du tronc sont des mouvements utiles et même nécessaires pour faciliter le cours des matières après chaque repas, les brasser, les pétrir en quelque sorte.

Chez les sédentaires qui prétendent s'affranchir de toute espèce de travail musculaire, les tuniques musculaires de l'intestin ne suffisent pas toujours à leur tâche. Elles accomplissent imparfaitement les actes mécaniques sans lesquels la progression des matières et leur évacuation sont mal assurées. Les résidus alimentaires deviennent, dans ce cas, une source d'intoxication rapide.

Certains exercices tels que la marche ne suffisent pas toujours à aider la fonction digestive. On voit des sujets menant une vie relativement active être atteints de troubles digestifs. En réalité, l'exercice qu'ils prennent ne leur donne pas l'occasion de se courber, de se baisser, de se retourner sur eux-mêmes, en un mot de mettre en jeu les parois musculaires de leur abdomen. L'insuccès thérapeutique vient de ce qu'ils n'emploient pas les mouvements convenables. On conçoit sans peine que, dans ce cas, ce soient les mouvements artificiels méthodiques qui puissent suppléer, chez les dyspeptiques, à l'insuffisance des mouvements naturels, et qu'il faille appliquer à ces derniers une forme de gymnastique qui mette en action, d'une manière élective, les muscles des parois abdominales.

Autres effets de la gymnastique abdominale. — Cette gymnastique localisée n'a pas seulement des effets utiles sur les cas d'atonie gastrique et de paresse de l'intestin, elle ne se borne pas à aider au brassage du bol alimentaire et au déplacement des matières. Elle a, comme autre résultat important, l'accélération du cours du sang dans tout le système de la veine porte. Les gros canaux veineux abdominaux subissent directement l'action des pressions exercées sur eux par les mouvements, que ceux-ci soient actifs comme ceux de la gymnastique, ou passifs comme ceux du massage abdominal. Tous les gros ventres ne relèvent pas d'une adiposité excessive. Souvent le volume exagéré de l'abdomen est dû à des troubles circulatoires et notamment à l'accumulation du sang veineux dans les veines intestinales. Cette stase se combine parfois à la stagnation des gaz dans le tractus intestinal, pour provoquer le développement exagéré de l'abdomen. Dans ce cas, la gymnastique et le massage, en facilitant le déplacement du sang et la circulation gazeuse, peuvent assurer assez rapidement une notable diminution du tour de taille sans que la masse adipeuse et, conséquemment, le poids du sujet aient diminué.

Un témoin des effets heureux de la gymnastique et du massage sur la circulation abdominale est la réduction des veines hémorroïdaires. Leur gon-

flement traduit la stase sanguine dans les viscères abdominaux ; au contraire, leur diminution et même leur disparition sont des symptômes très significatifs de la déplétion veineuse sous l'influence du mouvement. Les vaisseaux reviennent sur eux-mêmes et recouvrent, au moins pour un temps, l'énergie contractile qu'ils avaient momentanément perdue par un excès de distension prolongée.

C'est surtout chez les hépatiques, les obèses et les cardiaques, malades chez lesquels on observe des troubles des fonctions digestives par stase sanguine des vaisseaux abdominaux, que se présente l'indication d'activer la circulation de la veine porte à l'aide de mouvements abdominaux. Toutefois il convient de noter que chez les cardiaques existent des contre-indications formelles à l'égard de l'effort musculaire et de tous les mouvements capables de produire de l'hypertension dans les vaisseaux. Chez eux, l'indication thérapeutique se réduit à l'emploi du massage abdominal et des mouvements passifs.

Un autre résultat de la gymnastique appliquée aux muscles des parois de l'abdomen est de lutter contre les accidents de l'entéroptose. Les malaises locaux produits par le ballottement continuel des viscères, depuis la simple accélération du cœur des ptosiques, bien étudiée par Prével, qui a mis en évidence le rôle du réflexe abdomino-cardiaque, jusqu'à la neurasthénie la plus caractérisée, tous les symptômes sont améliorés lorsque, par la gymnastique, on donne aux malades une sangle musculaire abdominale résistante. Les troubles s'apaisent, dès que les viscères, mieux soutenus, retrouvent les conditions mécaniques de leur fonctionnement normal. Pour obtenir ce résultat, des exercices méthodiques et patiemment prolongés des muscles antérieurs et latéraux de l'abdomen sont indispensables. Dans ce cas, la récupération et la conservation de l'énergie musculaire perdue réclament un temps prolongé pour être obtenues.

Contre-indications de la gymnastique abdominale. — Une inflammation aiguë siégeant en un point quelconque de l'appareil digestif contre-indique formellement l'exercice et le mouvement. De même, les lésions hémorragipares, telles que l'ulcère et le cancer de l'estomac. Certaines affections douloureuses de l'estomac ou de l'intestin, telles que les coliques hépatiques, les douleurs gastriques de l'hyperchlorhydrie, ne s'accommodent pas davantage du mouvement des parois abdominales. D'ailleurs, les malades qui en sont atteints ne peuvent généralement faire aucun effort musculaire, même localisé, sans éveiller dans la région abdominale des douleurs intolérables. Nous savons, en effet, que le moindre acte musculaire, — le fait de serrer fortement le poing, par exemple, — par suite de la loi de synergie des efforts, provoque une contraction concomitante des muscles du tronc et, notamment, des muscles abdominaux. Il en résulte une certaine compression des viscères qui éveille de la douleur au siège même du mal, de la même manière que si l'on exerçait une pression directe sur ce point.

Cependant la douleur n'est pas une contre-indication au massage, au

contraire. Elle en est une aux exercices de sport et de gymnastique générale, mais elle peut être atténuée, au contraire, par certaines manœuvres locales, notamment par les manœuvres prolongées d'effleurage.

Il est aussi un groupe de maladies de l'estomac ayant leur origine dans un état fonctionnel défectueux du système nerveux, les troubles gastriques neurasthéniques sont de ce nombre, qui ne s'accommodent pas de l'emploi des exercices généraux de gymnastique. Ceux-ci, en raison de l'impressionnabilité du système nerveux et de l'exagération des réflexes, ne manqueraient pas de causer des réactions excessives, un essoufflement désordonné, des palpitations inquiétantes, des sueurs profuses, une fatigue consécutive vraiment exagérée. En les employant, on risquerait d'aggraver les accidents qu'on veut combattre.

Forme de la gymnastique abdominale. — Si l'on voulait énumérer tous les actes naturels qui provoquent l'entrée en jeu des muscles des parois abdominales, la liste en serait fort étendue. Je me contenterai de rappeler que j'accorde la préférence à la manipulation de la machine à godiller qui est l'exercice de choix pour les obèses et les dyspeptiques de toute catégorie.

On y joindra les exercices que j'ai indiqués au chapitre de l'*Exercice pendant l'âge mûr*, et dans le paragraphe qui se réfère à la *Nécessité de doser l'emploi thérapeutique de l'exercice*.

Exercice et cardiopathies. — Nombreux sont les médecins qui considèrent encore aujourd'hui comme inacceptable l'idée de recourir à des exercices physiques pour améliorer le fonctionnement d'un cœur lésé. Ils pensent que les obstacles pathologiques provoquant l'hypertrophie compensatrice du myocarde suffisent à entretenir dans cet organe la tonicité souhaitable. Ils estiment enfin que tout exercice qui provoque secondairement la surexcitation d'un cœur malade ne peut avoir d'autre effet que de le surmener et de l'affaiblir.

Ce raisonnement un peu simpliste serait sans réplique si le cœur était tout dans la fonction circulatoire. Mais il n'en est que l'organe principal dont le fonctionnement est conditionné lui-même par d'autres organes importants : les muscles et les poumons.

Que se passe-t-il quand on prend de l'exercice ? La circulation périphérique s'accélère. Les muscles, en activité, sont irrigués par une quantité de sang quatre ou cinq fois plus grande qu'au repos. Les artères se dilatent, admettant, de ce fait, une plus grande quantité de liquide, et facilitant la tâche du myocarde. Les veines, de leur côté, se vident plus aisément. Au cours des mouvements, la masse liquide veineuse subit des pressions qui, en raison de la présence des valvules, aboutissent à faire progresser le sang vers l'oreillette droite.

Pour peu que l'exercice mette en jeu un assez grand nombre de muscles, la vaso-dilatation qu'il provoque sur les voies de retour du sang peut s'étendre à de vastes territoires sanguins. La masse sanguine est dérivée des

viscères vers la musculature. Par ce mécanisme, l'activité musculaire aboutit à un triple résultat : elle accélère le courant du sang ; elle favorise la circulation périphérique et elle facilite la circulation viscérale.

Ce n'est pas tout : l'exercice amplifie la respiration. C'est même là l'un de ses effets les plus constants. L'afflux du sang dans l'oreillette droite et la circulation pulmonaire en sont beaucoup facilités. D'autre part, la résistance dans le domaine aortique est diminuée et le ventricule gauche se vide plus facilement.

De tels changements intervenus dans la circulation périphérique, comme dans la circulation pulmonaire, facilitent le travail effectif du cœur. Celui-ci accomplit sa tâche avec plus d'aisance, car, d'une part, la résistance qu'il éprouve dans le domaine artériel périphérique est diminuée et, d'autre part, la stase veineuse est atténuée.

Nous concevrons donc aisément que, dans les maladies du cœur où la stagnation veineuse accroît le travail de la pompe cardiaque, l'aide fonctionnelle des muscles et de la ventilation pulmonaire est urgente. Et c'est précisément dans ce cas que de nombreux médecins la suppriment parce qu'ils redoutent que le cœur soit débordé par un travail supplémentaire. En réalité, ce travail supplémentaire qu'on aura soin de réduire à peu de chose, aplanit les obstacles qui s'opposent au libre fonctionnement du cœur. *L'exercice que les médecins traditionalistes tolèrent pour un cœur sain doit être considéré comme indispensable pour un cœur malade, en raison de l'aide et des facilités qu'il donne en allégeant la tâche de l'organe central.*

Un bon exemple de l'allégement que l'exercice procure au cœur, est celui qui nous est offert par ces pléthoriques abdominaux dont le cœur est en état permanent d'hyposystolie. Chez ces sujets, le volume exagéré de l'abdomen est dû à des troubles circulatoires caractérisés par la stagnation veineuse dans les gros troncs mésentériques et dans tout le territoire de la veine porte. Il suffit de soumettre ces malades à certains exercices portant en particulier sur les muscles de la paroi abdominale ; il suffit de brasser le contenu de l'abdomen en mobilisant ses parois, pour réduire la stase du sang veineux, en faciliter le cours dans le territoire de la veine porte et, du même coup, pour alléger le travail du cœur. Ces malades sans cesse essoufflés, pourvus d'un cœur souvent volumineux, et qu'une marche un peu rapide rend anhélants, voient leur dyspnée disparaître et le volume de leur abdomen et de leur cœur se réduire après une cure d'exercice bien faite.

Que sera cette cure d'exercice ?

Il ne saurait être question, bien entendu, de soumettre les cardiaques aux pratiques d'une gymnastique acrobatique ou sportive qui, dans l'immense majorité des cas, irait à l'encontre du but poursuivi. Il faut leur faire faire la somme des mouvements simples nécessaires pour améliorer lentement l'état de santé dans chaque cas particulier, rien de moins, mais aussi, rien de plus, afin d'éviter le surmenage.

A tous les cardiaques, j'impose, dès l'abord, une double prohibition : celle des exercices pratiqués dans la position couchée pour les raisons que j'ai

données au chapitre de l'*Exercice pendant l'âge mûr* et qui sont, ici, particulièrement valables, et celle des exercices qui comportent l'abaissement répété de la tête au-dessous du niveau de la ceinture, notamment les mouvements répétés de flexion et d'extension du tronc.

La *mécanisation passive* par les machines que la mécanothépapie a imaginées est ici tout à fait indiquée.

Parmi les *exercices actifs*, on choisira le « *médecine-ball* » fait avec un ballon léger, la *machine à godiller* et, surtout, le *fauteuil-exerciseur à siège pivotant*, que j'ai spécialement fait construire pour les cardiaques (1). Pour eux, pour les hyposystoliques et même les asystoliques, pour les grands obèses et les infirmes, je préconise l'usage de ce fauteuil d'exercice dans lequel les personnes à exercer sont assises et soutenues de toutes parts. Généralement, l'essoufflement et les palpitations survenant au moindre mouvement un peu intense ou un peu prolongé empêchent les cardiaques, les obèses et les personnes des catégories précédentes de faire de l'exercice. Il n'est cependant personne à qui l'exercice soit plus utile, mais il n'est personne à qui il soit plus difficile de se mouvoir sans fatigue.

Cet appareil leur permet de mobiliser leurs membres, leurs muscles, et surtout leur sangle abdominale, sans fatigue, sans palpitations et sans essoufflement.

Soutenus de toutes parts, appuyés aux bras de ce fauteuil et supportés par lui, ils peuvent faire fonctionner par un effort très léger leurs muscles abdominaux rotateurs du tronc et ceux des membres.

Les plus grands obèses et les cardiaques ne supportent aucun autre exercice.

Pratiquée pendant quelques minutes, chaque jour, la mobilisation des parois abdominales sur le fauteuil d'exercice aboutit, chez les obèses, à une diminution du poids par combustion des graisses abdominales et, chez les cardiaques, à une décongestion de la circulation abdominale et à un allègement du travail du cœur.

L'essoufflement et les palpitations disparaissent peu à peu et les malades impotents recouvrent l'usage de la marche et sont réellement métamorphosés.

Tous les grands obèses dont le cœur est en état permanent d'hyposystolie, ont des troubles circulatoires caractérisés par la stagnation du sang dans les grosses veines mésentériques et dans tout le territoire de la veine porte. Il suffit souvent de soumettre ces malades à certains exercices de rotation portant, en particulier, sur les muscles de la paroi abdominale, il suffit de brasser le contenu de l'abdomen, en mobilisant ses parois, pour réduire la stase du sang veineux, en faciliter le cours et, du même coup, alléger le travail du cœur. Le fauteuil d'exercice, à siège pivotant, permet d'obtenir de tels résultats.

Enfin, la *marche à pied* demeure, chaque fois que les loisirs du malade le

(1) Bardou, constructeur, 12, boulevard Sébastopol, Paris.

permettent, l'exercice complémentaire qui fait agir doucement, modérément, physiologiquement, pourrait-on dire, les muscles des membres inférieurs et du bassin.

Lorsque je formule une prescription de marche, je fractionne toujours la dose. Plus le malade est affaibli, et plus les temps de repos seront multipliés.

L'usage des terrains à pentes variées augmente beaucoup le travail du cœur. Passé 45 ans, je n'en suis pas partisan. Oertel avait fait, jadis, de la marche graduée, accomplie en terrain accidenté, la base d'un traitement des maladies du cœur. Outre que le principe d'une telle méthode est quelque peu paradoxal, c'est jouer la difficulté que de l'adopter. Au demeurant, les choses se sont passées comme il arrive en pareil cas : très bons résultats quand Oertel faisait office de médecin traitant et résultats désastreux quand d'autres que lui dirigeaient la cure. Je l'ai personnellement appliquée avec la plus grande circonspection et, le dirai-je, avec la prudence la plus attentive. Le moins que je puisse dire, c'est que je n'ai jamais obtenu de résultats durables. La marche en terrain accidenté n'est pas l'exercice qui convient aux cardiopathes même compensés. La marche en terrain plat est préférable ; mais il est d'autres exercices meilleurs, et moins lassants, pour réveiller la tonicité du cœur. Au premier rang, je citerai l'usage modéré de la machine à godiller, du ballon médical et du fauteuil pivotant.

Il va sans dire que l'indication de l'exercice, chez les cardiaques, ne se pose que si le cœur a conservé une force de réserve indispensable.

Certaines maladies du cœur contre-indiquent nettement l'exercice, sous toutes les formes. Ce sont les altérations profondes du myocarde ou des vaisseaux du cœur, les lésions profondes de l'aorte (aortites graves et anévrisme), enfin les rétrécissements serrés des orifices.

J'ajoute que mieux vaudra s'abstenir de tout exercice que de le faire effectuer sans surveillance médicale. Le médecin seul est en état de juger de la conduite à tenir dans chaque cas particulier. Il importe qu'il dose la prescription d'exercice comme il dose celle de caféine, de spartéine ou de strophantus.

Il le réglera, cet exercice, sur l'énergie actuelle ou quotidiennement variable du malade. Pour cela l'auscultation du cœur et la détermination de la pression sanguine devront être fréquemment répétées. Il saura que la thérapeutique par l'exercice comporte un sens clinique averti. Pour avoir fait un jour, et sans fatigue, un exercice donné, il n'est pas certain que le malade puisse le répéter, le lendemain, sans inconvénient. Une digestion médiocre, une nuit d'insomnie, une émotion morale déprimante font varier d'un jour à l'autre les conditions de résistance à l'exercice prescrit. De même les phénomènes atmosphériques, la chaleur, le vent, le froid, la pluie, jouent aussi leur rôle pour trouver le travail projeté. Il faut tenir compte non seulement de l'état du malade, mais des influences extérieures qu'il subit. Il n'est pas d'états pathologiques plus que les cardiopathies qui imposent une précision parfaite dans la mesure de l'effort demandé au cœur. Il n'est pas de maladies

plus que celles-là qui soient plus améliorées par l'exercice et le mouvement bien dosés.

Traitement de l'obésité par l'exercice. — L'obésité reconnaît pour causes principales :

Les excès d'alimentation ;

L'insuffisance d'exercice et la sédentarité ;

Une déviation de fonctionnement des glandes endocrines, d'origine héréditaire ou acquise (infections, intoxications).

On sait que l'obésité est commune dans les milieux où le travail corporel est depuis longtemps abandonné et où l'alimentation est trop riche. Elle est, au contraire, exceptionnelle, ou même absente, dans les classes de la société où la vie se passe dans une fatigue musculaire constante et une frugalité forcée. Chaque fois que l'exercice n'est pas en proportion de l'alimentation, il y a tendance naturelle de l'économie à emmagasiner les subtances de réserve (graisses et sucres).

D'ailleurs, les constatations faites dans l'élevage des animaux confirment les observations que l'on fait couramment sur l'homme. Elles nous montrent, en quelque sorte, expérimentalement, la part considérable que prennent dans les déviations de la nutrition ces deux vices hygiéniques si caractéristiques de vie aisée : le défaut d'exercice et l'excès d'alimentation.

En augmentant la nourriture et en faisant cesser le travail, on provoque infailliblement l'engraissement du bœuf. En gavant les oies et les canards et en les tenant dans une immobilité absolue, on parvient à hypertrophier leur foie dans des proportions vraiment monstrueuses.

Pour que la nutrition se fasse régulièrement, il faut que la dose d'aliments ingérés soit proportionnelle au travail effectué par les muscles. Un budget nutritif bien établi ne doit se solder ni par un excédent de recettes, ni par des dépenses excessives.

L'alimentation ne peut cependant être réduite, chez certains sujets, en proportion d'une inaction complète. Il en résulterait un état de débilitation extrême qui amoindrirait la force et la résistance de ces sujets. Il faut chaque jour à l'homme un minimum de travail et un minimum de nourriture au-dessous desquels la nutrition souffre.

Il est des cas où l'obésité ne paraît pouvoir être rattachée ni à un excès d'alimentation ni à la sédentarité. Elle semble relever alors de troubles glandulaires endocriniens. On sait aujourd'hui que les troubles hypophysaires, thyroïdiens, surrénaux et génitaux sont des facteurs directs d'obésité. Chaque jour il apparaît plus légitime de faire jouer aux déviations glandulaires d'origine endocrinienne un rôle dans l'hérédité adipeuse.

A l'origine de ces déviations, il faut placer en premier lieu la syphilis et cette forme de tuberculose latente que nos devanciers avaient qualifiée de floride. Pour Maurel, qui a bien décrit les générations d'arthritiques, l'obésité marquerait la période de déchéance dans la lignée arthritique. Voici, d'ailleurs, d'après cet auteur, la succession des cycles :

Première génération : un sujet suralimenté présente, vers la quarantaine, un peu d'adipose généralisée. Mais il parcourt sa vie sans accident pathologique notable.

Deuxième génération : ses enfants, suralimentés comme leur père, ont de l'obésité précoce et deviennent goutteux ou diabétiques.

Troisième génération : on constate de l'obésité infantile. Le développement organique se fait mal. Des malformations peuvent survenir ou des accidents névropathiques divers soulignent la descendance arthritique.

En réalité, « l'obésité n'est qu'un syndrome relevant de causes multiples et très diverses. Il n'existe pas une obésité, mais des obésités ; il n'y a pas un traitement exclusif de l'obésité, véritable panacée, mais des traitements et des cures souvent très différentes les unes des autres ». (Rathery.)

Il en résulte que tout traitement de l'obésité est complexe. Il faudra viser en même temps plusieurs buts que l'on atteindra successivement ou simultanément, suivant les cas, par la réduction des aliments, l'exercice, l'opothérapie, et, s'il est nécessaire, un régime adéquat à la chimie intérieure du malade.

Nous laisserons délibérément de côté ici les questions de régime et d'opothérapie pour ne considérer que la part du traitement qui revient à l'exercice.

Degrés de l'obésité. — L'obésité atteint des degrés très divers. Comme l'a remarquablement saisi Heckel, « un homme peut être gras sans le paraître, si sa graisse est diffuse, en couverture mince, et non pas localisée en amas apparents. Dans cette forme si fréquente d'adiposité, la graisse s'infiltre dans le pannicule sous-cutané et persille les muscles, l'épiploon, le mésentère, etc... Or, 5 mm. de graisse dans le pannicule, quantité peu apparente et qui n'efface pas les reliefs musculaires, donnent à un homme de 1 m. 70 et de 18.000 cmq. de surface, un excès de poids de 4 kg. 500, la densité de la graisse humaine étant prise à 0,95. Si, dans le même cas, le pannicule atteint 1 cm. d'épaisseur, dans les régions ombilicales, lombaires, fessières, crurales, etc., ce qui est banal et apprécié aisément avec le compas-vernier de P. Richer, alors, l'excès du poids atteint 10 kilos. »

Dans d'autres cas, enfin, des accumulations énormes de graisse se font çà et là, déformant le buste, les membres, le cou et entravant même le fonctionnement des organes internes. Le cœur, les vaisseaux sanguins, les poumons, l'appareil digestif, sont gênés et comprimés par les tissus parasites qui les englobent de toutes parts. Il n'y a, au début, que juxtaposition de la graisse aux organes ; ce n'est que plus tard que la graisse infiltre les tissus propres, altère leur structure et produit leur dégénérescence.

Gêne mécanique causée par l'obésité. — Les troubles de la mécanique circulatoire peuvent être considérables chez l'obèse. Le cœur, d'une part, est gêné, dans son fonctionnement, par des masses parfois énormes de tissu graisseux accumulées autour de lui, et par une infiltration parenchymateuse de graisse qui aboutit à la dégénérescence des fibres myocardiques.

D'autre part, la circulation périphérique est entravée par les masses graisseuses dans lesquelles les vaisseaux sont comme noyés et qui, les comprimant, tendent à effacer leur calibre.

Le cœur gras, déjà affaibli dans sa force propre et gêné dans ses mouvements, est donc, par surcroît, aux prises avec une résistance périphérique qui accroît encore son travail. En temps ordinaire, l'organe central de la circulation est à peine à hauteur, sinon au-dessous de sa tâche. Le moindre accroissement de travail peut le mettre en état de défaillance et même d'asystolie.

Du côté de l'appareil respiratoire, les constatations ne sont pas moins alarmantes. La petite circulation, notoirement insuffisante, n'assure qu'une régénération précaire du sang veineux. Gênés dans leurs mouvements d'expansion par les masses graisseuses qui doublent les parois thoraciques et font relief sous la plèvre, ainsi que par les masses adipeuses abdominales qui gênent le libre jeu du diaphragme, les poumons se mobilisent difficilement. La circulation et la respiration de l'obèse sont également insuffisantes. La veinosité du sang est extrême, chez lui ; il en résulte un essoufflement chronique que le moindre exercice musculaire exagère encore et rend très pénible.

Un sujet obèse se trouve dans l'obligation, pour exécuter le moindre mouvement, de faire un travail complémentaire considérable. Alors que la graisse, noyant les muscles et enrobant les articulations, enraye partiellement l'effort de l'appareil locomoteur, le supplément de poids qu'elle représente, à chaque déplacement du corps, accroît encore le travail. Tel obèse porte jusqu'à cinquante kilos de poids mort. C'est un lourd fardeau inutile qui transforme le moindre mouvement en un pénible travail. Certains exercices, simples pour des sujets normaux, exigent de la part de l'obèse des efforts athlétiques. C'est ainsi que pour juger du travail qu'il accomplit en gravissant un escalier, il faut comparer ce travail à celui d'un homme de corpulence moyenne, faisant la même ascension, en portant sur ses épaules un fardeau égal à la différence des deux masses, c'est-à-dire un poids qui peut atteindre 40 à 50 kilogrammes.

Forme de l'exercice chez l'obèse. — Diverses méthodes ont été proposées pour régler la progression du travail musculaire dans le traitement de l'obésité. Celle que nous préconisons ici nous a toujours donné d'excellents résultats, chez les malades auxquels nous l'avons appliquée.

a) *Mouvements passifs.* — Ils sont imprimés au patient par un aide. Ce sont, à proprement parler, des mouvements « communiqués » et c'est par eux qu'il faut entreprendre toute cure de l'obésité. Pendant une heure consécutive, et chaque jour pendant une ou deux semaines, on mettra successivement en jeu toutes les articulations des membres. Avec beaucoup de lenteur d'abord et plus vivement à la fin de chaque séance, on imprimera aux bras, aux jambes, au cou et au tronc des mouvements de flexion, d'extension, d'abduction, d'adduction et surtout de circumduction.

L'effet de ces mouvements est de beaucoup aider la circulation sanguine

et d'assouplir les articulations dont les mouvements ont perdu toute amplitude.

b) *Mouvements actifs.* — Ils seront d'abord locaux, le malade étant assis ou même couché. L'obèse se contentera de déplacer méthodiquement, en tout sens, ses membres supérieurs et ses membres inférieurs, de fléchir son tronc, de le redresser, de lui imprimer des mouvements de torsion. C'est ici que la gymnastique analytique a toutes ses indications. Par une série de mouvements successifs, le malade sollicitera les divers groupes musculaires à entrer en action, isolément et l'un après l'autre. Il fera travailler les muscles à part, les régions du dos et de l'abdomen à part, la respiration même à part. Ainsi, il obtiendra des effets de détail sans doute, mais qui prépareront de plus grands résultats.

c) *Mouvements actifs avec oppositions.* — A un moment donné, pour augmenter l'effort, on fera intervenir, soit l'usage de poids ou d'haltères gradués qui s'opposeront aux mouvements libres faits jusqu'alors. Si on le peut, on emploiera un aide qui aura pour rôle d'opposer à chaque mouvement une certaine résistance. C'est ici que peuvent très efficacement intervenir les machines employées en mécanothérapie et basées, les unes sur l'emploi de contrepoids, les autres sur l'usage de liens élastiques de résistance progressivement croissante. Ce qu'il faut rechercher, dans cette phase du traitement, ce sont toutes les combinaisons qui peuvent avoir pour effet d'augmenter l'effort des jambes, des bras, des muscles, du tronc, sans aller toutefois jusqu'à une dépense de force égale à celle que nécessiteraient le soutien du corps et l'exercice de la marche.

Généralement, à cette phase du traitement, l'obèse a déjà acquis un certain degré de résistance à l'essoufflement. On a régularisé le cours du sang et notablement soulagé le cœur.

d) *Exercices de marche en terrain plat.* — La marche en plaine, en ayant soin de graduer l'exercice par la durée et non par l'accélération du mouvement, succédera à la série des mouvements actifs avec oppositions. Pendant plusieurs jours de suite, et pendant un temps strictement déterminé, chaque jour, selon l'état du malade, ce dernier effectuera un travail déterminé. Il convient que l'augmentation progressive de l'effort soit contrôlée par le médecin. Rien ne doit être laissé à l'improvisation ou à l'inspiration du malade. Il s'agit d'un valétudinaire dont l'état peut se trouver fort aggravé par un exercice mal réglé ou, au contraire, amélioré d'une matière surprenante. Aucun exercice n'est plus simple, plus rationnel et, en même temps, mieux adapté aux faibles forces de l'obèse. Mais, je le répète, il faut réglementer méticuleusement la durée de la promenade, la vitesse et l'allure ainsi que le choix des chemins.

La durée de la promenade sera essentiellement variable. Pour fixer les idées on admettra qu'elle peut se prolonger durant une demi-heure pendant les premiers jours et pendant trois et même quatre heures, à la fin du traite-

ment. La promenade devra être coupée de repos espacés de dix en dix minutes pendant les premières sorties. Quand elle sera répartie sur plusieurs heures, elle pourra être effectuée en deux ou trois séances : une dans la matinée et une ou deux dans l'après-midi.

e) *Exercice de marche en terrain varié ou cure de terrain.* — Cette phase du traitement comporte une marche quotidienne pendant un temps de plus en plus long sur un terrain de plus en plus montueux. La marche ascendante sollicite au plus haut degré le fonctionnement du cœur et des poumons ; les chemins sur lesquels cette marche sera effectuée doivent être connus et repérés à l'avance. L'indication des distances, du temps que doit mettre le malade à parcourir chacune des étapes qui lui sont fixées, du degré des pentes, doit être donnée à chaque sujet qui s'exerce. Il en est de la cure de terrain comme de tous les autres moyens de thérapeutique : un dosage rigoureux est nécessaire dans son emploi.

Tous les organes et toutes les fonctions sont influencés par la marche en terrain accidenté. Sans doute, ses effets n'ont rien de spécial, ils sont communs à toutes sortes d'exercices, notamment à ceux qui, comme l'aviron ou le sciage du bois, imposent seulement à l'ensemble du corps une forte dose de travail musculaire, sans localiser plus spécialement ce travail dans un groupe de muscles restreint. Toutefois, la marche se prête à un dosage rigoureux et s'exécute dans des conditions hygiéniques d'aération et d'attitude particulièrement favorables.

Le corps s'échauffe d'abord, et d'autant plus que le terrain est plus montueux. Cette augmentation de chaleur a pour corollaire la combustion plus active des tissus gras. La transpiration cutanée et l'exhalation pulmonaire sont également accrues : ce sont deux causes non négligeables de déperdition aqueuse. Il en résulte un certain degré de déplétion des canaux sanguins ; l'eau éliminée est prise sur la partie aqueuse du sang et, au total, la masse du liquide contenu dans les artères et les veines se trouve diminuée comme elle le serait à la suite d'une évacuation sanguine par saignée, mais sans la débilitation inévitable qui suit cette dernière.

L'allégement du travail du cœur est le premier résultat de la sudation et de l'exhalation d'eau par les poumons.

De plus, la marche en terrain montueux et accidenté est un puissant moyen diurétique. Au début, au moins, c'est-à-dire pendant les premiers jours de la cure de terrain, ce résultat n'apparaît pas, l'eau qui a continué de passer dans les urines étant, en quelque sorte, drainée vers la peau pour former la sueur en surabondance, mais vers le sixième ou le huitième jour, tout le système vasculaire, autrefois exagérément distendu et congestionné, est revenu en état de tonicité qui se traduit par une abondante diurèse ; c'est même là le signe auquel on reconnaît que le cœur a été réellement fortifié par l'exercice. Peu à peu le fonctionnement plus actif que lui a imposé la marche en montagne a fait disparaître de ses fibres les éléments adipeux qui tendaient à se substituer aux éléments contractiles. Ceux-ci augmentent

de volume et le tissu propre du cœur acquiert plus de vigueur. Ils deviennent capables de triompher d'obstacles qui entravaient auparavant le cours de l'ondée sanguine.

f) *Sudation par l'étuve et le travail.* — Il importe que les obèses se livrent périodiquement aux pratiques de *la sudation artificielle* dans les étuves. Les déperditions de sueur allègent rapidement le poids du corps et diminuent d'autant les efforts exigés par les mouvements de translation.

Une abondante sécrétion de sueur *provoquée par l'exercice* doit également être recherchée. De ces deux manières de transpirer, la seconde est, sans conteste, la plus efficace au point de vue de l'obésité.

La sueur, en effet, n'est pas seulement le moyen de déshydrater les tissus infiltrés, ni de réfrigérer un organisme obligé de lutter contre la chaleur de l'étude ou contre l'élévation de la température produite au sein des muscles par un travail intense. La sueur est aussi un produit toxique ; les animaux de laboratoire succombent quand on la leur injecte sous la peau. Mais tandis que la sueur artificiellement obtenue par le moyen de l'étuve et au repos permet la survie du chien à la dose de 62 centimètres cubes par kilogramme de poids vif, elle tue un animal de même espèce à la dose de 10 à 12 centimètres cubes, seulement, lorsqu'elle a été sécrétée pendant un exercice mouvementé : course à pied, à bicyclette, etc. ; celle-ci est plus toxique, plus chargée de poisons que celle-là. Il est donc manifeste que l'exercice libère l'organisme d'une plus grande quantité de produits nuisibles, par la sueur, que ne le fait, au repos, et artificiellement, l'étuve.

Pour tout dire, l'obèse qui se rend à son étuve périodiquement ne fait guère que se déshydrater, tandis que l'homme de sport qui transpire copieusement par l'effet de l'exercice et du mouvement se désintoxique.

g) *La gymnastique et les sports.* — En ce point du traitement la cure de l'obésité peut se continuer par les pratiques, modérées dans leur application, de la gymnastique et des sports. Les exercices d'Hébert, la marche, la course, le saut, le lancer, le grimper, la natation combinée à dose prudente aux exercices sportifs, peuvent beaucoup pour achever de rendre à l'obèse ses aptitudes fonctionnelles perdues.

Sans doute cette classe d'exercices ne sera recommandée qu'aux sujets vigoureux, à musculature développée, à myocarde très amélioré. On ne l'appliquera ni aux obèses à tares circulatoires définitives, ni à ceux qui présentent des lésions rénales. Il convient en effet de ne point verser dans l'erreur consistant à intoxiquer un organisme qu'on veut améliorer.

« Le mouvement, a dit Heckel, est un agent thérapeutique qui est aussi actif, mais qui peut devenir aussi redoutable que l'acide prussique ou l'aconitine. »

Quoi qu'il en soit, l'exercice musculaire sportif est, au plus haut point, capable de réduire les réserves adipeuses de l'obèse, mais cela à trois conditions, nettement mises en lumière par P. Mathieu (de Brides) : « 1° L'exercice doit être assez rapide et prolongé pour que les besoins des muscles en travail

dépassent les disponibilités en glycogène circulant et de réserve ; 2° l'organisme du sujet doit être en mesure de transformer la graisse en glycose, c'est-à-dire la cellule hépatique doit avoir un fonctionnement suffisant ; 3° l'alimentation doit être assez pauvre en hydrates de carbone pour ne pas compenser tout de suite le glycogène consommé par les muscles.

L'action destructive des réserves graisseuses par l'exercice musculaire s'interprète encore par un autre mécanisme. Les travaux de H. Roger et L. Binet ont établi la fonction lipolytique du parenchyme pulmonaire ; le poumon oxyde et détruit localement une quantité considérable de graisse circulante, quantité d'autant plus élevée que la circulation pulmonaire est plus active. Or, pendant le travail, le muscle produit trente-cinq fois plus d'acide carbonique qu'au repos ; cet acide carbonique entraîné par le sang veineux vient exciter le centre respiratoire bulbaire et provoque ainsi une accélération de la respiration. Si l'on admet que les réserves graisseuses de l'économie servent de régulateur à la teneur du sang en matières grasses, on doit conclure que la suractivité respiratoire provoquée par l'exercice physique libère et oxyde une partie de ces réserves graisseuses.

Quoi qu'il en soit, la cure de l'obésité par l'exercice doit tendre moins à ramener le malade au poids moyen que sa taille semble comporter, qu'à obtenir la régularité et l'accroissement de la circulation. Ce serait une faute de s'obstiner à rechercher des effets esthétiques complets. Il faut se contenter d'améliorer les aptitudes fonctionnelles de l'obèse ; on y parvient avec de la patience, de la méthode et en suivant une sage progression. Mais il faut que l'on sache bien que le retour de la graisse momentanément disparue est l'écueil du traitement chez beaucoup de sujets. Les résultats ne seront maintenus que si le malade ne cesse jamais d'exercer dans une limite convenable les facultés qu'il a regagnées.

Telles sont, schématiquement exprimées, les notions relatives au traitement de l'obésité par l'exercice physique ; elles ne représentent qu'une des modalités de ce traitement complexe qui comprend, en outre, des moyens médicaux, l'usage des ressources opothérapiques, et presque toutes les formes d'application des agents physiques : massage, électrothérapie, thermothérapie, hydrothérapie, cures minérales, etc. ; il ne faut pas demander à l'exercice physique seul de guérir l'obésité, mais il faut obligatoirement le faire coopérer à sa guérison.

Influence de l'exercice sur le rétablissement des convalescents. — On édicte à l'égard des convalescents une série de prescriptions qui ont pour but de favoriser leur rétablissement. Parmi elles, il en est une qui est d'usage constant : c'est le repos obligatoire. L'espèce de stabulation à laquelle sont soumis la plupart des sujets relevant de maladie est considérée comme utile et rendue nécessaire par l'état de faiblesse relative des convalescents. Cette façon de conduire le régime n'est pas toujours justifiée par les faits.

Si l'on prend soin de peser régulièrement les convalescents, de mesurer

à l'aide du dynamomètre l'accroissement de leurs forces, d'évaluer le degré de précision de leurs réactions neuromotrices et, surtout, de considérer l'allure de leurs échanges respiratoires, on constate que ceux d'entre eux qui ont été sédentaires pendant toute la durée de leur convalescence se rétablissent plus lentement que ceux qui ont pris un exercice modéré, proportionné à leurs forces et à leurs possibilités physiologiques.

J'ai réuni sur ce problème d'hygiène pratique une documentation aujourd'hui assez importante pour être utilement rapportée.

I. — *Influence bienfaisante de l'exercice sur la récupération du poids pendant la convalescence.*

Soixante-deux hommes, âgés de vingt à trente-deux ans, convalescents de pyrexies diverses (rougeole, scarlatine, oreillons, diphtérie, angines aiguës, grippes), ont été observés au point de vue de l'évolution de leur poids pendant les jours qui ont suivi le moment où ils ont été autorisés à quitter le lit.

Trente-sept d'entre eux n'ont fait aucun exercice régulier. Ils se sont bornés à effectuer, chaque jour, quelques pas à une allure très lente, dans l'hôpital même ou dans la cour, quand le temps était beau. Leur poids moyen était de 55 kg. 850, au moment où ils se sont levés. Un mois plus tard, ils pesaient une moyenne de 57 kg. 150. Dans ce laps de temps, l'accroissement moyen des sujets de ce groupe était donc de 1.300 grammes.

D'autre part, vingt-cinq sujets, provenant de la même catégorie de convalescents, ont été invités, pendant leur convalescence, à effectuer d'abord de courtes promenades, puis des exercices et des jeux de plein air variés, de durée brève (quatre à dix minutes), mais répétés à plusieurs reprises, chaque jour. Dans ce dernier lot de malades, le poids moyen est passé, en un mois, de 55 kg. 600 à 58 kg. 200. Ces chiffres correspondent à un accroissement de poids mensuel de 2 kg. 600.

Un exercice modéré favorise donc, chez le convalescent, la récupération du poids corporel normal.

II. — *Influence de l'exercice sur la récupération de la force musculaire chez les convalescents.*

Quarante-huit sujets, âgés de vingt à vingt-neuf ans, convalescents, comme les précédents, de pyrexies diverses et qui ne prenaient aucun exercice pendant leur convalescence, ont vu leur force musculaire augmenter dans les proportions suivantes :

	A la sortie du lit	*Après un mois de convalescence*
Force moyenne des muscles fléchisseurs de l'avant-bras droit.....	29 kg. 400	34 kg. 600
Force moyenne des muscles extenseurs du tronc.....	86 kg. 700	87 kg. 200

Dix-neuf autres convalescents, qui, chaque jour, se livraient à des travaux divers (jardinage, petits jeux de plein air, promenades), ont vu leur force musculaire augmenter dans les proportions suivantes :

	Lors de la sortie du lit	*Après un mois de convalescence*
Force moyenne des muscles fléchisseurs de l'avant-bras droit.....	28 kg. 900	37 kg. 900
Force moyenne des muscles extenseurs du tronc.....	86 kg. 150	101 kg. 200

Ces évaluations démontrent que la récupération des forces est beaucoup plus rapide et, aussi, plus importante, chaque fois que les convalescents pratiquent des exercices modérés.

III. — *Allure de la ventilation pulmonaire et des échanges respiratoires, d'une part, chez les convalescents sédentaires et, d'autre part, chez les convalescents exercés.*

Soixante et onze convalescents, de vingt à vingt-quatre ans, examinés à ce point de vue, nous ont permis de faire les constatations suivantes :

Vingt-trois d'entre eux, maintenus dans un état de stabulation à peu près permanent pendant un mois :

1° Avaient une ventilation pulmonaire moyenne de 4 l. 8 par minute, au repos ;

2° Consommaient en moyenne 0 l. 240 d'oxygène par minute, au repos.

Quarante-huit autres sujets, régulièrement soumis aux formes les plus simples du mouvement, pendant toute la durée de leur convalescence :

1° Avaient une ventilation pulmonaire moyenne de 7 l. 30 par minute, au repos ;

2° Consommaient 0 l. 344 d'oxygène par minute, au repos.

Les variations de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau exhalés par les poumons ont, dans tous les cas, suivi parallèlement celles de l'oxygène.

Les tissus et le sang des convalescents, soumis à un léger exercice, chaque jour, sont plus oxygénés que ceux des sujets de même catégorie maintenus dans la sédentarité. Sous cette influence toutes les fonctions sont suractivées. Cette suractivité fonctionnelle générale favorise beaucoup le rétablissement de la santé.

IV. — *Influence de l'exercice sur les réactions neuromotrices chez les convalescents.*

L'examen du sens musculaire par l'exploration de la notion de la résistance, pratiqué en série chez un grand nombre de convalescents, nous a démontré que ces sujets récupèrent l'exactitude d'appréciation motrice d'autant plus vite qu'ils ont régulièrement pratiqué, pendant leur convalescence, l'exercice et les petits jeux de plein air.

Conclusion. — Pour hâter le rétablissement *ad integrum* des convalescents, il importe de ne point les laisser dans l'inaction musculaire. Dans cet état, l'irrigation générale de l'organisme par le sang chargé d'y répartir l'oxygène et les matières nutritives est peu copieuse.

De plus, le convalescent, réduit à une vie sédentaire, respire superficiellement. Le volume d'air, conséquemment d'oxygène, introduit dans la poitrine, à chaque respiration, est faible. Langueur de l'irrigation sanguine et insuffisance de l'hématose : tels sont, chez le convalescent, les effets de la stabulation.

Dans ces conditions, le rétablissement des fonctions dans leur intégrité est retardé. L'inaction forcée crée un état de nutrition peu favorable à la guérison.

Tous les convalescents pâtissent de l'absence d'exercice, mais d'autant plus qu'ils sont plus jeunes.

Les exercices qu'il convient de préconiser seront toujours très modérés, très courts et, dans ce dernier cas, fréquemment répétés pendant la journée. Toutes les modalités du mouvement peuvent être mises en usage : petits jeux de plein air, assouplissements divers, exercices aux appareils, mais en proportionnant leur usage aux forces mêmes de chaque sujet et en dosant, autant que possible, l'exercice accompli.

Des espaces libres devraient être aménagés aux abords immédiats des hôpitaux. Les convalescents devraient y pratiquer la cure d'exercice médicalement dosée et surveillée. Celle-ci apparaît de plus en plus comme le complément indispensable du traitement. Elle abrège beaucoup la durée de la convalescence et favorise le retour à la pleine santé.

Rôle thérapeutique de la sudation. — En recourant systématiquement à la sudation provoquée par le mouvement, on obtient, dans le traitement des maladies de la nutrition, des résultats décisifs. L'importance des fonctions de la peau dans le maintien et le rétablissement de la santé est primordiale. Bien plus, ces fonctions sont dans des rapports tellement étroits avec celles de tous les autres organes, qu'on ne peut concevoir un état de nutrition vraiment en équilibre sans la participation incessante de la fonction sudorale.

J'ai entrepris depuis longtemps des recherches qualitatives sur la composition de la sueur, en particulier chez les malades atteints de goutte et d'insuffisance hépatique ou rénale soumis conjointement à la cure de boisson par les eaux minérales et à l'exercice. Dans ce but, je plaçais sous les aisselles de mes malades, avant les séances d'exercice, des bourdonnets de coton hydrophile qui s'imprégnaient de sueur et me permettaient de recueillir ainsi les composants divers de la sueur.

Chez onze lithiasiques urinaires âgés de cinquante à cinquante-cinq ans, tous plus ou moins légèrement azotémiques et soumis à un exercice modéré, l'urée sudorale était si abondante et dans un tel état de concentration qu'elle

cristallisait à la surface de la peau des régions axillaire et inguinale et dans les mailles des bourdonnets de coton placés sous l'aisselle.

L'exercice auquel ces malades étaient soumis était proportionné à leurs forces, et dirigé de telle manière, qu'à la perspiration cutanée qui est insensible à l'état de repos, succédait une moiteur générale des téguments et une transpiration vraie localisée surtout à la paume des mains, à la plante des pieds, à la poitrine, aux avant-bras, aux régions inguinale et axillaire et à la face.

Chez eux le taux de l'urée sanguine atteignait, au repos, 0,42 à 0,61. Mais lors de chaque crise sudorale ainsi provoquée par l'exercice, survenait un accroissement transitoire du taux de l'urée sanguine (0,68 à 0,72) s'élevant même jusqu'à 0,81 pendant une trentaine de minutes environ, chez deux d'entre eux, pour retomber, une heure après la cessation de l'exercice, entre 0,50 et 0,54, c'est-à-dire à un taux inférieur à celui qui était habituellement observé au repos chez ces malades.

Chez 5 diabétiques, ayant de 21 à 110 grammes de sucre par litre d'urine, nous avons vu, chez tous, le glucose éliminé en nature par la sueur à la suite de séances répétées d'exercice modéré ou de marche à pied. Eu égard à la faible quantité de sueur émise, la proportion relative de sucre éliminé par la sueur était considérable, et sous un taux de concentration relatif bien plus grand que dans les urines.

Chez 8 goutteux, l'acide urique cristallisé parsemait les bourdonnets de coton hydrophile imprégnés de sueur axillaire.

Deux cystinuriques me remirent, après 6 séances d'exercice, des chandails de coton où l'on découvrit, épars, au niveau des emmanchures, quantité de cristaux de cystine.

Chez les jeunes gens, j'avais constaté, autrefois, sous l'influence de l'exercice, une importante élimination d'acide lactique. Des recherches plus récentes m'ont permis d'observer que, dans les exercices de courte durée, cet acide lactique passait dans les urines. Mais lorsque l'exercice se prolonge, l'acide lactique passe surtout dans la sueur qui devient alors le grand émonctoire des poisons musculaires.

Au point de vue de la teneur de la sueur en chlore, j'ai constaté de très grandes variations. Alors que, dans la sueur de repos, le chlore se trouve dans la proportion moyenne de 1,45 %, il atteint et peut dépasser 3,37 % dans la sueur produite au cours de l'exercice.

Acide au tournesol au début de la sécrétion, la sueur change peu à peu de réaction ; elle devient neutre au bout de quelques instants, puis alcaline quand la sudation se prolonge. Elle s'alcalinise très rapidement par ingestion des eaux alcalines (Grande Grille, Célestins), en servant de voie d'élimination au sel de Vichy.

D'une manière générale, mais avec des variations importantes, la sueur des goutteux contient une quantité élevée d'ammoniaque, de phosphates et d'urée. Les sels ammoniacaux proviennent sans doute de la décomposition de l'urée éliminée en abondance.

Nombreux sont les goutteux, les diabétiques, les rhumatisants chroniques, les malades relevant de troubles nutritifs imputables à l'insuffisance hépato-rénale, qui sont journellement améliorés par la sudation provoquée.

Des quinquagénaires torturés de névralgies tenaces que les médications ne calmaient plus, des congestifs hypertendus souffrant de céphalées migraineuses constantes, des sédentaires réduits à une impotence musculaire relative par une quasi-immobilité longtemps prolongée, ont vu leurs accidents s'atténuer et finir par disparaître par le seul fait de sudations provoquées régulièrement chaque jour.

Souhaitons que les médecins recourent davantage à ce moyen thérapeutique élémentaire que la nature a mis à leur portée. Il est parmi les plus simples et les plus efficaces qui soient.

CHAPITRE XV

L'ENTRAINEMENT (1)

DÉFINITION. — Dans le langage sportif, le mot *entraînement* a la signification de développement d'une énergie déterminée. Elle assure à celui qui l'a acquise une supériorité dans l'exécution des mouvements spéciaux d'un exercice.

Dans le langage physiologique, le mot entraînement a un sens plus large. Il signifie la propriété générale d'un organisme de résister à la fatigue. Un sujet entraîné est celui qui :

1° Résiste mieux aux intoxications de la fatigue par une neutralisation plus parfaite et une élimination plus complète des toxines produites par l'exercice ;

2° Sa nutrition générale bien équilibrée, son hématose et sa circulation plus actives assurent un entretien parfait du muscle considéré comme transformateur d'énergie ;

3° Sa masse musculaire est accrue ;

4° Il possède une coordination fonctionnelle, c'est-à-dire une *synergie* plus grande, grâce à la perfection des ordres émanés de ses centres nerveux.

Ainsi compris, l'entraînement exprime le complet épanouissement de l'organisme dans l'ordre physiologique et anatomique.

Cet état de perfection et d'harmonie, chez un sujet entraîné, est la *condition*. Elle se traduit par la constance du poids du corps et de la force musculaire, l'agilité et la souplesse. C'est, en somme, un état de la nutrition aussi voisin que possible de la perfection.

La *forme athlétique* est autre chose. Elle exprime l'apogée de la force d'un sujet dans un sport déterminé. On a coutume d'amener les athlètes à ce maximum de force par une série d'efforts graduellement croissants. Mais il faut que l'on sache bien qu'un homme n'arrive que *par hasard* à cette extrême limite de l'entraînement. Pour un qui réussit à se maintenir en possession de son énergie maxima, cent restent en deçà de la « forme » désirée et cent autres tombent dans le surentraînement, qui est une sorte de surmenage.

Pas plus que l'animal, l'homme ne peut rester longtemps à l'apogée de sa

(1) Le lecteur désireux d'avoir des notions détaillées sur l'entraînement aux différents sports les trouvera dans l'ouvrage suivant : *L'Entraînement. Bases physiologiques. Technique. Résultats*, 1 vol., 1942, Masson, édit.

« forme ». En ce point, qui est comme la manifestation parfaite de son énergie et qui marque la limite de ses forces, il semble que sa nutrition soit en équilibre instable et qu'il ne puisse séjourner sur ce haut sommet.

Il s'agit là d'un état passager qu'on ne peut maintenir au delà d'un temps très court. La moindre variation de régime, le plus petit changement dans les habitudes, suffisent pour faire perdre à l'athlète entraîné une notable partie de ses moyens.

Au surplus, la « forme athlétique », qui porte un homme au summum de sa force et de sa résistance, n'est pas un critérium de santé. Tandis que la « condition » se traduit toujours par la stabilité des actes nutritifs, quelles que soient les variations du milieu, la « forme » s'accompagne d'un équilibre physiologique instable que vient déranger le moindre incident.

Il est bon, légitime et désirable de demander à l'exercice physique la santé qui nous rend indépendants à l'égard des agents de toute espèce, dont nous subissons l'influence. Mais on ne peut soutenir pareillement la légitimité de la préparation sévère de l'athlète s'élevant au maximum de résistance organique et atteignant ces dangereuses limites autour desquelles l'organisme s'use et s'épuise.

Comme on le verra dans les pages qui suivent, la mise en condition s'acquiert assez facilement. Les premiers effets de l'entraînement se font sentir sur le système musculaire et sont rapidement obtenus. En un mois d'exercice quotidien, Aducco doubla sa puissance. Scheffer augmenta sa force de 60 % en deux mois d'entraînement musculaire, et Manca, avec deux haltères, passa, en neuf semaines, de vingt-huit à quatre-vingt-quinze soulèvements rythmés.

L'étude objective de l'entraînement musculaire ou dynamométrique a été réalisée par Warren Lombard (1), Mosso (2), et surtout par Charles Henry (3). Avec des haltères de 5 kilogrammes, auxquelles on pouvait ajouter successivement vingt-quatre petites masses additionnelles, Ch. Henry a obtenu une loi mathématique de l'entraînement musculaire le plus rapide.

Modifications de la nutrition générale dues a l'entrainement. — L'entraînement provoque toujours : 1° des modifications de la nutrition générale ; 2° des changements dans les rapports qui existent entre les différents tissus de nos organes. Il ne se produit pas, comme on l'a écrit, des modifications de structure qui se gagneraient très vite et se perdraient de même, mais seulement des changements dans la quantité et dans la qualité des tissus existants. La nature de ces tissus ne varie pas ; ce qui est modifié, ce sont les proportions entre leurs parties constitutives.

Voici un boxeur qui pesait 85 kilogrammes avant l'entraînement. Après l'entraînement son poids est de 88 kilogrammes ; ce sujet paraît être, ce-

(1) *Journal of physiology*, 1893.
(2) *La fatigue intellectuelle et physique* (Paris, 1894) et Les lois de la fatigue étudiées dans les muscles de l'homme (*Arch. ital. de biol.*, 1890).
(3) Recherches expérimentales sur l'entraînement musculaire (*Acad. des Sc.*, 1891).

pendant, devenu plus anguleux et comme desséché. En vérité, le régime auquel il a été soumis a eu pour conséquence de faire disparaître presque entièrement sa graisse, qui a été remplacée par des muscles, et, malgré son apparence, l'athlète pèse un peu plus après qu'avant l'entraînement.

Ce que recherche l'homme qui s'entraîne, ce sont : d'une part, l'*accroissement du volume et de la force des muscles par le travail*, d'autre part, *la diminution de la masse des tissus mous* (graisses, tissu cellulaire, eau interposée), à l'aide d'évacuations de toute espèce.

Un entraînement rationnellement conduit comporte la provocation artificielle de sueurs profuses, un accroissement concomitant de la diurèse et quelques évacuations intestinales causées par des purgatifs salins. Cet ensemble de procédés spolie l'organisme d'une partie de son eau d'infiltration. Le besoin de réparer ces pertes aqueuses se traduit, du moins au début de l'entraînement, par une soif assez vive. Nos tissus se livrent alors à un travail osmotique considérable. Toute l'eau qui se trouve à leur portée (liquides épanchés dans les cavités naturelles ou infiltrés dans le tissu cellulaire et non encore éliminés) est résorbée par les cellules vivantes constitutives de ces tissus. Les articulations perdent leurs formes arrondies elles deviennent « sèches » par disparition du surplus du liquide synovial qui baigne les surfaces articulaires. Celles-ci sont lubrifiées avec le minimum de synovie. S'il existe quelque part un liquide pathologique, dans la plèvre, il tend à disparaître, résorbé, lui aussi, par l'aspiration osmotique qui se fait de toutes parts vers les cellules vivantes avides d'eau.

Ce travail de résorption ne se limite pas aux liquides. Il intéresse également certains tissus mous peu stables, tels que la graisse. Les transpirations paraissent débarrasser les sujets mis à l'entraînement, non seulement de l'eau qui infiltre le tissu cellulaire, mais aussi d'une partie des matières grasses. Ces dernières, en brûlant, donnent naissance à de l'acide carbonique que les poumons éliminent et à de l'eau que les tissus résorbent.

Le premier effet de l'entraînement est donc la diminution de poids par perte d'eau et d'une très faible partie de la graisse. Tous les moyens sont employés pour le produire : bains chauds alternant avec la douche d'eau froide, frictions sèches et massages vigoureux allant jusqu'au pétrissage, enveloppements ouatés à l'aide de coton doublé de lames caoutchoutées, bains de vapeur, étuves sèches, vêtements de laine.

Ces procédés divers ont pour autre résultat de beaucoup alléger le travail du cœur en raréfiant les liquides interstitiels et, conséquemment, en diminuant les résistances que doit vaincre la circulation dans les territoires des vaisseaux capillaires.

Cette déshydratation énergique ne doit pas dépasser cependant une certaine limite, variable suivant les personnes. Poussée trop loin, elle s'accompagne de troubles qui traduisent l'intoxication générale du sujet soumis à l'entraînement. Il dort mal, il perd l'appétit, ses urines se raréfient et sont plus foncées ; quelquefois même, elles contiennent des traces d'albumine. L'organisme n'a plus à sa disposition la quantité d'eau nécessaire pour solu-

biliser les déchets qui doivent être entraînés à l'extérieur. Ils ne sont plus éliminés en totalité. Une partie est retenue dans le foie, dans les reins, dans le sang.

Il faut donc ne spolier l'organisme que de l'excès, du seul excès d'eau qu'il contient. L'urine de l'athlète entraîné devra être l'objet d'un examen quotidien qui révélera si les différents corps chimiques qui entrent dans sa composition s'y trouvent en proportion convenable.

Il faudra juger, non d'après la quantité d'urine émise, mais d'après la quantité des déchets qui doivent être quotidiennement éliminés par un homme normal, compte tenu du poids du sujet soumis à l'entraînement et du travail qu'il fournit chaque jour.

Cet ensemble de pratiques suppose que l'on s'est préalablement assuré que les organes chargés d'éliminer les résidus du travail musculaire et du fonctionnement normal de l'économie, sont, chez un tel sujet, parfaitement indemnes de toute espèce de tare pathologique ancienne ou actuelle. Le foie, les reins, la peau et l'intestin auront donc été l'objet d'un examen préalable, et l'athlète ne sera mis à l'entraînement que s'il est avéré que ces quatre émonctoires fonctionnent normalement.

La peau doit être l'objet d'une attention particulière parce qu'elle élimine, par la sueur, des produits éminemment toxiques, notamment ceux qui proviennent de l'usure des muscles.

Nous savons combien l'intoxication du sang par les déchets de cette catégorie conduit vite à la fatigue. Pour retarder l'apparition de celle-ci, l'un des moyens les plus efficaces consistera à entretenir les téguments dans un parfait état de propreté.

Action régulatrice des reins, de la peau, du foie. — Avant d'aller plus avant dans l'étude de l'entraînement, il convient de s'arrêter quelques instants à l'action régulatrice des reins, de la peau et du foie. Ces organes maintiennent l'équilibre physique et chimique du milieu organique. Les sécrétions rénale, hépatique et sudorale varient en effet considérablement, selon les circonstances, et assurent à la constitution du sang une remarquable fixité. Elles se chargent des substances étrangères et nocives qui doivent être éliminées.

Nous avons connu un coureur qui, quoique convalescent d'une scarlatine, d'ailleurs guérie depuis quatre mois, tenta d'établir un record, malgré notre défense. Ses reins avaient été touchés par la scarlatine, fait très commun pendant le décours de cette maladie. Cette complication ne paraissait pas avoir laissé de traces. Ce coureur n'en ressentait aucune espèce d'inconvénient dans la vie ordinaire. Il courut donc. Le soir, nous fûmes appelé à son chevet. Il était haletant ; ses pupilles étaient dilatées au maximum et des vomissements survenaient à chaque instant, signant en quelque sorte le diagnostic d'urémie suraiguë. L'infortuné était victime d'un véritable empoisonnement causé par la fermeture des reins. Les matières vomies avaient une odeur ammoniacale caractéristique. L'urée s'éliminait chez lui, par la salive, l'estomac et l'intestin, où elle était transformée en carbonate d'am-

moniaque. Peu à peu, sous l'influence du repos absolu, et d'un traitement approprié, le calme se rétablit, mais ce sujet fut mis définitivement dans l'impossibilité de se livrer à son sport favori.

La toxicité de l'*urine* a été étudiée par Feltz et Ritter (1881), Bocci (1882), Schiffer (1883), mais surtout par Bouchard et ses nombreux élèves. Les substances toxiques qu'elle contient sont : des sels minéraux et surtout de la potasse, des éléments organiques provenant de la désassimilation des tissus, tels que : alcaloïdes, corps amidés, pigments, etc... Les uns dérivent des aliments ; les autres, de fermentations dont le tube digestif est le siège ; la plupart, de la désassimilation des tissus.

On a recherché les modifications que le travail et l'entraînement peuvent apporter à la composition des urines. Les observations aboutissent à des résultats différents et parfois contradictoires. Les divergences s'expliquent par les conditions alimentaires qui varient d'un athlète à l'autre, par la forme et la durée du travail accompli, par les conditions physiologiques individuelles, par un état antérieur, etc.

La *sueur* est un autre produit toxique ; elle n'est pas seulement un simple moyen de réfrigération pour l'organisme. Arloing, Charrin et Mavrojannis l'ont démontré en expérimentant sur des animaux. 10 à 15 centimètres cubes de sueur sécrétée pendant le travail musculaire tuent 1 kilogramme de substance vivante. D'après Arloing, si la sueur était retenue dans l'organisme, la quantité sécrétée en vingt-quatre heures serait capable d'empoisonner un homme du poids moyen de 65 kilogrammes.

La sueur provoquée par le travail musculaire est plus toxique que celle que font apparaître artificiellement les bains de vapeur ou les douches d'air chaud. De plus, la toxicité de la sueur augmente avec l'intensité du travail. Nous ne revenons pas ici sur ces faits qui ont été exposés au chapitre traitant de l'influence de l'exercice sur la chaleur animale et sur les fonctions d'excrétion. Nous y renvoyons le lecteur.

Une autre cause de variation de la toxicité de la sueur, au point de vue expérimental, réside dans les conditions qui président à sa récolte. La sueur prélevée directement à la surface de la peau et comprenant la partie adhérente au tégument est plus toxique que la partie vaporisée et condensée sur d'autres surfaces où on la recueille.

La *bile* elle-même, produit d'excrétion du foie et dont la présence est si nécessaire dans l'intérieur du tube digestif, devient toxique lorsqu'elle est déversée dans les vaisseaux sanguins. Ce phénomène se produit chaque fois que le foie se congestionne ou qu'un obstacle mécanique (calcul) ferme les voies biliaires. La bile sécrétée par les cellules hépatiques est alors résorbée ; elle passe dans le sang ; les téguments jaunissent et les signes d'intoxication apparaissent.

La bile est surtout toxique par sa matière colorante, la bilirubine. Décolorée, elle perd une partie de sa toxicité. Les acides et les sels biliaires provoquent, en outre, le ralentissement du cœur par paralysie du système accélérateur cardiaque.

Dans un foie qui fonctionne mal, la résorption de la bile n'est pas le seul danger. La glande hépatique a un rôle protecteur de première importance. Elle neutralise, en particulier, les produits de putréfaction qui prennent naissance dans l'intestin, les ptomaïnes formées en grande abondance au sein des muscles qui travaillent, les poisons microbiens nés dans l'organisme, enfin les alcaloïdes végétaux (nicotine). On comprendra sans peine qu'une lésion de cet organe annulera plus ou moins son rôle protecteur.

Mais nous en avons assez dit pour montrer *la nécessité pour l'athlète de n'aborder les pratiques de l'entraînement qu'après avoir acquis l'assurance qu'il n'est atteint d'aucune tare hépatique ou rénale et que sa peau fonctionne parfaitement.*

DIMINUTION DES RÉSERVES GRAISSEUSES ET ACCROISSEMENT DU VOLUME ET DE LA FORCE DES MUSCLES. — La diminution de la masse des tissus mous n'est que la partie la moins importante des effets produits par l'entraînement. *L'accroissement du volume et de la force des muscles en est l'aboutissant essentiel.* Ce résultat est obtenu par le *travail* qui provoque par surcroît *la diminution des réserves graisseuses.*

Pendant les périodes de vie ordinaire, le glycogène est fourni aux muscles par les hydrates de carbone, qui suffisent à son approvisionnement. En période d'entraînement, la réserve adipeuse est, à son tour, mise à contribution ; elle se transforme en glycogène : cela n'est pas douteux. Mais nous ne connaissons point de réaction chimique qui nous fasse assister à la naissance du glycose d'abord, du glycogène ensuite, aux dépens d'une graisse. Une telle transformation nécessite préalablement la fixation d'une quantité donnée d'oxygène sur le corps gras pour en faire d'abord un hydrate de carbone.

Ceci étant posé, il n'est pas justifié d'écrire comme on l'a fait que le muscle « brûle directement les graisses en les utilisant pour alimenter la contraction musculaire ». Le muscle ne brûle pas de la graisse, mais du glycogène. Les graisses se transforment en glycogène quand les hydrates de carbone deviennent insuffisants, mais nous ne connaissons pas la série des états intermédiaires par lesquels elles passent pour aboutir au sucre musculaire, aliment primordial de la contraction.

Quoi qu'il en soit, elles y aboutissent dans le cas d'un travail intense. Sous l'influence de l'entraînement se produiront donc simultanément : *l'augmentation du volume et de la force des muscles et la diminution des réserves graisseuses.* C'est la répétition fréquente et prolongée de la contraction musculaire qui produira ces deux résultats.

La diminution des tissus graisseux, sous l'influence du travail, nous explique pourquoi l'entraînement *diminue la tendance de l'homme à s'essouffler.* L'homme entraîné n'a plus à sa disposition les graisses capables de produire en surabondance l'acide carbonique, cause principale de l'essoufflement. Nous savons, en effet, que les aboutissants normaux de la combustion intra-organique des graisses sont l'acide carbonique et l'eau.

Le travail modifie directement le muscle à deux points de vue :

1° Il en fait grossir et en fortifie les fibres ;

2° Il en élimine les éléments azotés capables de donner naissance à des déchets de combustion surabondants qui engendrent l'auto-intoxication générale et la fatigue. Ces éléments azotés jouent, dans la production de la courbature musculaire et de la fatigue, le rôle dévolu aux graisses dans la production de l'essoufflement. Tandis que les graisses engendrent de l'acide carbonique, de l'eau et quelques autres corps riches en carbone et en hydrogène, le tissu musculaire produit, en fonctionnant énergiquement, une série de composés riches en azote, dont l'acide urique et les diverses substances extractives sont les types. L'exercice journalier fait peu à peu disparaître ces composés azotés. Un sujet qui s'entraîne régulièrement acquiert donc une véritable immunité, aussi bien à l'égard de la courbature musculaire que de la fatigue générale.

En résumé, pendant un entraînement bien conduit :

1° D'une part, le travail et le mouvement, en usant les réserves azotées du muscle et les graisses, immunisent contre la fatigue et l'essoufflement ;

2° D'autre part, la sudation et les déperditions artificielles d'eau abaissent le poids, allègent le travail du cœur et contribuent aussi, partiellement, à diminuer la tendance à l'essoufflement.

Le travail et le mouvement pourraient suffire, à eux seuls, à produire tous les effets de l'entraînement. Mais, pour provoquer la déperdition aqueuse qu'on réalise si facilement par la sudation et par quelques autres moyens, il faudrait, en utilisant le travail seul, dépenser une activité musculaire considérable. Chez des sujets qui ne seraient pas d'une constitution exceptionnellement robuste, une telle pratique ne tarderait pas à altérer la santé par le mécanisme du surmenage. D'ailleurs, le but serait beaucoup moins rapidement atteint. On a donc avantage à recourir, dans l'entraînement, à la fois au travail musculaire et aux moyens artificiels de déperdition.

Alimentation pendant l'entrainement. — Voici quelques notions importantes concernant l'alimentation pendant l'entraînement. Nous ne rapporterons ici que trois d'entre elles :

1° On écartera de la consommation ce qui peut favoriser la reproduction de l'eau interstitielle. Les boissons aqueuses seront donc réduites au strict nécessaire. La ration en est variable chez chaque sujet. Elle ne doit pas, au début tout au moins, dépasser 1.500 grammes. En remplaçant trop vite les pertes faites par la sueur, on diminuerait la tendance à la résorption des liquides interstitiels par les tissus avides d'eau. L'abaissement du poids ne se produirait pas, et le travail du cœur ne serait pas facilité par l'asséchement des tissus infiltrés.

2° On évitera également, dans l'alimentation, tout ce qui peut reproduire promptement la graisse perdue. Cependant, il ne faut pas aller trop loin dans cet ordre d'idées. Nous avons vu que la graisse est capable de suppléer aux hydrates de carbone lorsqu'ils deviennent insuffisants et de donner au

muscle le glycogène qui lui est nécessaire. Une certaine quantité de graisse sera donc permise. Pour en apprécier la quantité, on se reportera au tableau de la ration alimentaire de travail.

3° Il ne faudra jamais perdre de vue que les caractéristiques de l'homme entraîné sont :

a) L'augmentation des muscles ;

b) La diminution et parfois la disparition complète des tissus de réserve, qui ont pour rôle d'alimenter les combustions.

A l'issue d'une période d'entraînement, l'homme est comparable à une machine dont les rouages sont très consolidés, mais qui ne porte avec elle qu'une provision de combustible insuffisante. C'est donc aux aliments presque seuls que l'athlète et l'homme de sport devront demander les matériaux nécessaires à l'entretien du travail.

S'il est vrai qu'un sujet entraîné soit devenu très résistant à la fatigue, par contre il est dans l'impossibilité de supporter longtemps la privation d'aliments. Il est apte à fournir un travail intense et prolongé, mais il supporte mal le manque de nourriture. N'ayant plus ou presque plus de réserves, il s'épuisera promptement si les aliments lui font défaut ou lui sont parcimonieusement mesurés. Les athlètes entraînés sont de grands mangeurs parce qu'ils vivent et travaillent presque exclusivement à l'aide de leur ration alimentaire. Je suis d'avis que, pendant une épreuve de fond, les sujets doivent absorber des hydrates de carbone (sirop de sucre, féculents pulvérisés) et des aliments azotés promptement assimilables (lait, œufs), qui se transforment rapidement, les premiers surtout, en glycogène. Mon avis n'est pas partagé par certains entraîneurs, mais il est étayé sur des raisons physiologiques.

L'absorption de 500 centimètres cubes d'eau dans laquelle sont dissous 100 grammes de sucre provoque, au bout de dix minutes, un accroissement de la force dynamométrique. Cet accroissement cesse, en moyenne, au bout de quarante minutes.

Vaughan Harley a démontré que l'addition de sucre au régime ordinaire d'un athlète augmentait de 9 à 21 % son pouvoir musculaire et retardait très notablement l'apparition de la fatigue. Absorbé tard dans la soirée, vers minuit, le sucre peut faire disparaître la chute diurne du pouvoir musculaire qui est enregistrée aux environs de huit ou neuf heures du matin. Il accroît toujours le maximum de la force musculaire qui se manifeste habituellement vers trois ou quatre heures de l'après-midi.

On trouvera au chapitre de l'*Alimentation* des développements qu'il est inutile de reproduire ici, à propos des diverses rations alimentaires, de la répartition et de la composition des repas, de l'usage du sucre pendant une période d'entraînement.

Tempérament particulier de l'homme entrainé. — Le durée d'une période d'entraînement, en vue d'un exercice déterminé, est variable. On ne peut établir de règle absolue. En général, six semaines sont nécessaires

pour acquérir la « condition corporelle », qu'il ne faut pas confondre avec la science sportive, laquelle ne s'acquiert qu'après de bien plus longs délais. Au bout de six semaines, les urines ont changé de caractère ; les liquides interstitiels en excès peuvent avoir disparu ; les muscles ont visiblement accru leurs dimensions, et leur force, mesurée au dynamomètre, peut être augmentée du quart ou du tiers. L'immunité contre la fatigue et la courbature est acquise. Ce dernier résultat est obtenu parce que les combustions, n'ayant plus pour aliments des tissus d'une désassimilation facile, produisent moins de déchets. Nous savons qu'abondance des déchets, intoxication du corps par ceux-ci et fatigue sont toujours associées.

La mesure de l'acide carbonique expiré nous a montré qu'à travail égal les poumons d'un homme entraîné rejettent moins d'acide carbonique que ceux d'un sujet sans entraînement. La peau n'exhale plus les acides gras volatils dont l'odeur est souvent pénible et caractérise la vie sédentaire. D'ailleurs, on a observé depuis longtemps que les exhalaisons du corps humain ont une odeur différente suivant qu'elles émanent d'un homme qui pratique habituellement l'exercice ou d'un sujet confiné dans la stabulation.

La *stabilisation de la respiration et celle du pouls*, nous avons eu l'occasion d'en parler à plusieurs reprises, sont deux critères de l'entraînement. Pour un même nombre de kilogrammètres effectués, en un temps donné, on comptera, par exemple, chez l'homme entraîné : 20 respirations et 80 pulsations à la minute, tandis que le sujet sans entraînement présentera, dans le même laps de temps, 35 ou 40 respirations et 120 pulsations.

La graisse et l'eau interstitielle, chez ce dernier, augmentent son poids mort. Sa graisse sous-tégumentaire, plus spécialement, s'oppose, dans une certaine mesure, au rayonnement du calorique et, conséquemment, à la réfrigération de son corps pendant le travail ; elle augmente enfin, par la combustion de ses éléments carbonés, la production de l'acide carbonique et cause l'essoufflement.

Chez l'homme entraîné, et chez le sédentaire, les tissus de remplissage et les muscles se trouvent dans des rapports bien différents.

La masse musculaire est proportionnellement plus développée chez le premier. Les tissus mous ont presque disparu. Il en résulte que, pour un exercice donné, son travail réparti sur un système moteur aux rouages plus puissants, sera accompli avec un moindre effort. De plus, étant dépourvu d'un excès de graisse, il n'éprouvera pas les souffrances et la gêne dues à l'échauffement excessif du corps et s'essoufflera peu.

Un homme entraîné s'est donc fait momentanément un tempérament particulier. Sans changer de nature, il a acquis des aptitudes spéciales et modifié quelque peu son chimisme intérieur. Mais, s'il retombe dans le genre de vie d'où l'entraînement l'avait fait sortir, il perd assez rapidement les avantages qu'il avait acquis. On ne se conserve *en condition* qu'en persistant dans les pratiques qui ont provoqué la fonte des tissus de remplissage et le développement musculaire.

Les pratiques de l'entraînement sportif sont superflues chez les sujets qui exercent des professions manuelles exigeant une grande dépense de force. L'accoutumance au travail suffit à mettre un organisme en *condition* parfaite. Dans ce cas, la résistance à la fatigue est un état habituel.

La comparaison entre les animaux sauvages et ceux que nous avons domestiqués fait bien apparaître la différence qui existe entre des constitutions habituées au travail et d'autres confinées dans la vie sédentaire. Il y a loin de la musculature du loup, de ses poumons résistants, de son cœur solide, à la musculature, aux poumons et au cœur du chien de chasse, même le mieux entraîné.

Ce qui est remarquable, c'est que les hommes et les animaux, soumis depuis des années à une vie continuelle de travail musculaire, ne perdent que très lentement la conformation que leur ont donnée de telles habitudes. S'il advient que ces sujets soient tout à coup mis au régime de repos et de sédentarité, leurs muscles gardent longtemps leur fermeté et leur force. Au contraire, les individus qui ont suivi une méthode d'entraînement *rapide* et qui ont promptement acquis les qualités physiques recherchées en vue d'un exercice, perdent avec la plus grande facilité ces qualités acquises. Elles n'ont aucun caractère de stabilité.

Perfectionnement des facultés intellectuelles et morales. — L'entraînement ne permet pas seulement au sujet qui s'y soumet de faire un effort musculaire plus grand, d'être moins essoufflé par l'exercice et d'accroître la capacité fonctionnelle de son cœur. Celles de ses facultés intellectuelles et morales que l'exercice met en jeu, la volonté et le don de coordination, sont développées et perfectionnées par l'entraînement corporel. « Tout effort musculaire se doublant d'un effort de volonté, a écrit de Grandmaison, celle-ci subit, par cela même, un entraînement parallèle à celui du muscle. » Elle se fortifie chaque fois que l'entraînement lui procure l'occasion d'ordonner des mouvements énergiques.

Dans la vie ordinaire, l'homme ne met que bien rarement en jeu l'excitation volontaire maxima. Il ne va jusqu'à l'extrême limite de ses forces que si une émotion, une excitation de colère ou de peur agissent sur lui comme le coup de fouet sur le cheval. Alors, ce sentiment violent galvanise ses muscles ; le pouvoir excito-moteur de sa volonté est soudain décuplé. Tel homme s'était arrêté ; il s'était déclaré incapable de marcher, se considérant à bout de forces ; mais, subitement, sous l'influece d'une cause imprévue : terreur, émotion, joie, etc., il a retrouvé toutes celles que ses muscles avaient en réserve.

Un sujet entraîné n'a pas besoin de ces excitants fortuits pour imposer à ses membres l'accomplissement de tout l'effort dont ils sont capables. Sa volonté suffit ; elle est devenue plus vigoureuse en même temps que sa sensibilité s'est émoussée par l'accoutumance. Il résulte de ce double mécanisme que la sensation de fatigue a presque complètement perdu son empire sur lui.

L'entraînement ne fortifie pas seulement la volonté, il perfectionne la faculté de coordination des mouvements et, par là, fait rendre aux muscles une plus grande somme de travail sans leur demander plus d'efforts. Il n'est pas un de nos gestes qui ne suppose un travail de coordination. C'est par lui que nos mouvements sont précis et que le rendement de la machine humaine est aussi parfait.

L'homme entraîné a le sentiment de l'augmentation de ses forces. Il y puise une confiance en soi qui excite. Par une auto-suggestion constamment renouvelée, les résultats matériels obtenus par l'entraînement sont sans cesse renforcés. C'est ce qui explique qu'il suffit à un athlète d'établir une seule fois un record pour que le souvenir de cet effort, couronné de succès, lui fasse accomplir, dans la suite, une performance semblable. Mais il faut se garder d'épuiser les forces d'un tel sujet, par la répétition fréquente de l'effort maximum. Il suffit qu'il se soit prouvé à lui-même qu'il peut faire telle prouesse pour qu'il acquière le pouvoir de la renouveler à l'occasion.

Chez l'homme bien portant, cette confiance en soi-même donne la hardiesse et favorise l'expansion de la force musculaire jusqu'à ses dernières limites.

Chez l'homme souffrant, le *sentiment du retour des forces,* basé sur un exercice modéré et bien réglé, peut avoir une portée incalculable et devenir le point de départ d'une guérison que les remèdes sont impuissants à produire. Les malades chez lesquels un entraînement, conduit avec toute la prudence et les précautions voulues, a créé l'auto-suggestion optimiste et le réconfort général qui en dérive, sont de plus en plus nombreux.

Enfin, les effets de l'entraînement peuvent se faire sentir d'une façon heureuse sur les enfants arriérés. L'exercice physique, pourvu qu'il soit attrayant et bien réglé, agit sur eux comme une sorte d'entrée en matière. L'apprentissage des mouvements éducatifs est très souvent, pour eux, une sorte de préambule qui les prépare aux matières des études classiques.

Quant aux enfants intelligents, mais de caractère faible, ils trouveront, « dans l'accoutumance à faire effort, dans l'habitude de supporter la fatigue, un moyen de développer la volonté, tout en atténuant la sensibilité qui vient si souvent lui faire échec » (Lagrange et de Grandmaison) (1).

Psychisme des athlètes. — Le succès de l'entraînement ne tient pas seulement à l'excellence de la méthode employée et au bon état organique d'un sujet, il est également subordonné au psychisme de ce dernier. Nous avons connu des sujets vigoureux, charpentés en athlètes, que l'entraîneur ne pouvait amener à la *condition* voulue. Nous en avons rencontré d'autres infiniment moins bien doués, musculairement et organiquement, qui, très promptement, dépassaient les espérances qu'on pouvait concevoir sur eux. De telles différences dans les résultats de l'entraînement s'expliquent par le psychisme différent des individus.

(1) *La fatigue et le repos.*

Beaucoup d'hommes sont passifs et le demeurent toute leur vie. Il leur faut toujours obéir, sans s'en douter, à la suggestion de quelqu'un. Quand ils s'adonnent aux sports, l'entraîneur ou le moniteur doit les commander pour les faire agir. Ils n'obéissent volontiers qu'aux suggestions impératives. Dès qu'elles cessent, ils retombent dans leur état ordinaire et ne travaillent plus.

D'autres sujets sont *dubitatifs*. Ils doutent de l'efficacité de l'entraînement, de la méthode employée, de leur puissance, de leurs progrès, mais ils se laissent convaincre par le professeur et s'adonnent avec ardeur à l'exercice,

Enfin certains sont *volontaires* et abordent avec confiance les pratiques de l'entraînement. Ils s'y livrent avec passion. On est obligé de modérer leur ardeur; leur volonté s'accroît en raison des difficultés. Ils se fatiguent et se surmènent.

Les véritables champions se recrutent dans la troisième catégorie. Elle comprend les hommes sûrs d'eux-mêmes, endurants et courageux. Ils sont doués du plus puissant des agents dynamogènes : la volonté.

Nous plaçant à un autre point de vue, nous dirons que certaines conditions psychologiques indépendantes des précédentes sont nécessaires. C'est ainsi que les entraîneurs attachent une très grande importance à la tranquillité d'esprit d'un sujet. Lorsqu'un champion est *en condition*, il est important de le tenir à l'écart de toute préoccupation et de toute émotion dépressive. Les soucis et les peines morales déterminent un état psychique peu favorable au progrès de l'entraînement. Les sensations trop vives sont interdites à l'athlète. La culture physique et l'entraînement doivent être une école de continence et de chasteté. Le mariage a toujours été le signal de la décadence des champions et, plus encore, la vie désordonnée.

Les pouvoirs publics seraient bien inspirés s'ils s'efforçaient de donner à la jeunesse le goût de l'entraînement en plein air. Une légère fatigue quotidienne, due aux exercices physiques, détournerait les adolescents au tempérament nerveux, toujours en quête d'excitations, de rechercher ces dernières. Il y aurait déplacement d'activité dans les jeunes organismes, au bénéfice de la musculature et de la santé générale.

PORTRAIT DU SUJET ENTRAÎNÉ. — On reconnaît à première vue un sujet entraîné. Son regard est clair ; son visage respire le bien-être physique ; son teint a une couleur uniforme ; ses joues sont un peu creuses et rosées ; sa tête est droite, bien en équilibre sur les épaules. Il plaît par sa bonne humeur et sa gaîté, témoins d'une discipline librement acceptée ; il ne récrimine ni ne critique.

Au repos, ses formes sont arrondies ; la peau adhère directement, sans interposition de graisse, aux muscles qui se dessinent à chaque mouvement. Dans l'effort, leurs reliefs peuvent être considérables. L'abdomen est effacé et légèrement rentré. Les muscles des membres sont apparents ; le couturier et le biceps, notamment, dessinent avec précision leurs contours.

S'il nous fallait apprécier le degré d'entraînement d'un sujet, nous nous arrêterions aux épreuves suivantes :

Une course de vitesse de 100 mètres ;

Une course de fond de 3 kilomètres ;

Trois sauts en hauteur ;

Trois sauts en longueur ;

Le lancer du poids (pratiqué à trois reprises) ;

Le grimper à l'aide des membres supérieurs ;

Le lever de la gueuse ;

La natation sur 100 mètres.

Un exercice d'audace (par exemple, un saut en profondeur).

Il est nécessaire de juger d'après un barème établi, en tenant compte des meilleures performances que l'homme a fournies. On ne manquera pas de tenir compte du temps mis par lui pour effectuer toute la série des épreuves.

CHAPITRE XVI

LA FATIGUE ET LE SURMENAGE

FATIGUE LOCALE EXPÉRIMENTALE. — Lorsque, sur l'animal endormi par un anesthésique, on procède à l'excitation électrique d'un muscle isolé et mis à nu, on en provoque la contraction. Si l'on adapte un poids à l'une des extrémités tendineuses de cet organe, pendant qu'il est ainsi actionné, on fait produire au muscle un travail mécanique déterminé : il soulève le poids au moment où chaque excitation qui lui est communiquée provoque sa contraction et son raccourcissement.

Cependant, peu à peu, il répond moins énergiquement à l'excitation qui lui est donnée, et un moment arrive où il cesse de se contracter et de soulever le poids.

Cette expérience de laboratoire réalise un phénomène de *fatigue locale* Elle représente assez exactement l'image de mouvements normaux déterminés par l'excitation motrice volontaire, lorsqu'ils sont répétés jusqu'à épuisement.

Sous cet aspect, la fatigue a pu être définie : *la perte passagère de l'excitabilité du muscle.*

Mais ce n'est là qu'un aspect du phénomène de fatigue.

Lorsque, agissant sur des muscles fatigués qui ne répondent plus aux excitations électriques ordinaires, à la suite d'une longue série de contractions répétées, nous augmentons l'intensité du courant électrique, c'est-à-dire de l'excitant, nous voyons ces muscles fatigués se contracter à nouveau et se remettre au travail. Il faut, pour obtenir ce résultat, provoquer des excitations beaucoup plus vives, employer une énergie électrique double, triple, quadruple même, pour obtenir des effets comparables à ceux qui s'étaient montrés au début de l'expérience.

ORIGINE DE LA FATIGUE MUSCULAIRE. — Que se passe-t-il dans le muscle fatigué qui ne se contracte plus ? Comment expliquer son arrêt, puisque l'excitant électrique continue à l'atteindre ?

Les conditions que réalise l'expérience à laquelle nous venons de faire allusion sont les suivantes : le muscle est disséqué et isolé du membre auquel il appartient. La circulation du sang, dans sa masse, est, en fait, supprimée. *Il cesse de se contracter lorsque sa provision en combustible, c'est-à-dire en glycogène, est épuisée.* Sur le vivant, la contraction des muscles régulièrement ravitaillés en glycogène se poursuit, même au cours du travail musculaire le

plus violent. Mais ce ravitaillement est promptement insuffisant et la sensation de fatigue survient.

Nous connaissons la série de transformations chimiques dont les muscles sont le théâtre aussi bien à l'état de repos que pendant l'exercice. Ils incorporent l'oxygène et le glycose que leur apporte le sang qui baigne leurs fibres. « L'oxygène et le glycose qui quittent le sang pour le muscle n'y entrent point directement et immédiatement en conflit, mais forment l'un et l'autre deux provisions séparées du corps comburant (oxygène) et du corps combustible (glycose), qui réagissent seulement au moment voulu et sous la sollicitation du système nerveux. Le glycose du sang perd, dans le muscle, une molécule d'eau pour devenir du glycogène. » (MORAT.)

$$\underset{\text{(Glycose)}}{C^6H^{12}O^6} - \underset{\text{(Eau)}}{H^2O} = \underset{\text{(Glycogène)}}{C^6H^{10}O^5}$$

Quant à l'oxygène, il quitte les globules rouges du sang, se fixe sur le pigment musculaire et oxyde sur place le glycogène, en donnant naissance à de l'acide carbonique et à de l'eau. Finalement, la réaction chimique intramusculaire qui libère l'énergie et permet au muscle de se contracter aussi longtemps qu'elle se produit est la suivante :

$$\underset{\text{(Glycogène)}}{C^6H^{10}O^5} + \underset{\text{(Oxyg.)}}{6O^2} = \underset{\text{(Ac. carb.)}}{6CO^2} + \underset{\text{(Eau)}}{5H^2O}$$

Le muscle, séparé d'un membre et que le sang n'irrigue plus, se contractera tant que sa *provision intrinsèque* de glycogène ne sera pas épuisée. Lorsqu'il ne renfermera plus de glycogène, les excitations normales resteront sur lui sans effet. *Il aura atteint un état d'inexcitabilité qui répond à la fatigue absolue.*

Le muscle en place sur le vivant et irrigué par le sang se contractera de même tant que sa provision de glycogène pourra fournir au travail demandé, mais, si ce travail dépasse une certaine limite, le taux du glycogène intramusculaire baissera et la fatigue apparaîtra. Dans ce cas, elle joue le rôle d'*avertisseur*, que la nature nous a donné pour nous signaler qu'un temps de repos est devenu nécessaire en vue du ravitaillement du muscle en combustible, c'est-à-dire en glycogène source de son énergie contractile. Sur le vivant, on n'observe jamais la fatigue absolue. Le muscle s'arrête bien avant d'être totalement spolié de son glycogène. Mais, pour qu'il se contracte à nouveau il faut qu'il ait complété son approvisionnement en combustible. Cette recharge n'est possible que si la substance même du muscle n'est pas altérée par la mise en liberté de ses propres toxines ou de ses déchets, — ce qui arrive dans des cas exceptionnels, — chez l'animal forcé à la course, par exemple.

Ces conditions doivent-elles nous inciter à absorber beaucoup de sucre pour obtenir une plus grande énergie musculaire ? On serait tenté de le faire en songeant qu'ainsi le sang en serait mieux approvisionné par les voies diges-

tives et mettrait plus de glycose (ou sucre du sang) à la disposition de nos muscles. Il n'en est rien. Le taux du glycose dans le sang est constant. Il oscille aux environs de 1 gr. 50 par litre ; notre sang est comparable à un sirop, un peu clair, en vérité, mais dont la teneur en matière sucrée est immuable chez un sujet bien portant dont la régulation hépatique se fait bien, quelle que soit son alimentation, pourvu, toutefois, qu'elle soit suffisante.

Cependant, lors d'une grande dépense d'énergie prochaine, il est bon de mettre à la disposition des athlètes des sirops de sucre, chauds autant que possible, parce qu'ils s'assimilent bien plus vite que ceux qui sont absorbés froids.

Mais, en dehors de ce cas spécial, dans les conditions ordinaires de la vie, un excès de sucre alimentaire ne doit pas être conseillé aux personnes suffisamment nourries, surtout si elles mènent une vie sédentaire. L'absorption de cet aliment, pris en quantité trop grande, peut aboutir à un surmenage du foie et à la dyspepsie. Son emploi doit être extrêmement réservé chez les sujets tuberculeux ou en imminence de tuberculose.

Guinard a constaté que les animaux inoculés à l'aide de virus tuberculeux et nourris avec du sucre, succombaient plus vite que les animaux témoins, même mal nourris. Ce résultat cadre bien avec la remarque intéressante faite par Tourtalis-Bey qui attribue, en partie, l'extension de la tuberculose et sa gravité particulière, chez les Egyptiens, à la grande quantité de sucre consommée par eux.

Les deux seules indications d'une alimentation sucrée intensive sont le cas de maladie et de fièvre et le cas d'un effort musculaire longtemps prolongé et violent.

Ragot a montré que 100 grammes de sucre régulièrement administrés à un fébricitant abrégeaient la durée de la maladie. D'autre part, Drouineau, Steinitzer et Grandeau ont apporté des démonstrations diverses et concordantes de l'utilité du sucre pour les hommes de sport et les soldats. La ration quotidienne d'entraînement doit être de 50 grammes de sucre supplémentaire pas davantage.

GÉNÉRALISATON DE LA FATIGUE MUSCULAIRE ; SES CAUSES. — Le phénomène de fatigue n'est pas aussi simple que pourrait le laisser supposer l'expérience à laquelle je viens de faire allusion. Il ne saurait être isolé et réduit aux proportions d'un accident physiologique local. Tous les organes, toutes les fonctions et toutes les facultés de l'esprit sont atteints à des degrés divers, lorsque la fatigue se produit avec quelque intensité en un point donné de l'organisme.

Des sensations *subjectives* sont perçues par le sujet fatigué. Il a conscience de la diminution générale de ses forces : il a, en un mot, la *sensation de fatigue*. Dès ce moment, il éprouve une souffrance vraie, un malaise très spécial qui retentit sur toutes les fonctions de son économie, même sur des fonctions éloignées de celles qui ont été directement associées à l'effort.

Nous savons qu'à la suite d'une marche forcée, les bras, qui n'ont cepen-

dant participé en rien au travail des jambes, ont leur force diminuée. On peut le constater au dynamomètre. La puissance de pression des fléchisseurs des doigts à décru.

Tous les organes sont solidaires : tous subissent à des degrés divers la fatigue directement et profondément ressentie par un seul. Il s'agit, dans ce cas, d'une sorte de fatigue *indirecte* qui apparaît non seulement dans les muscles et les organes physiologiquement associés à ceux qui ont été atteints de fatigue locale, mais encore dans des organes profonds qui paraissent n'avoir été intéressés au travail à aucun titre. C'est ainsi que l'estomac, l'intestin, le cerveau, peuvent présenter des troubles fonctionnels, parfois assez graves, à la suite d'une grave dépense de fatigue musculaire ou d'un exercice violent.

Que de fois j'ai vu l'appétit des soldats disparaître quand ils étaient soumis à une trop grande fatigue !

Sources de la fatigue. — Tous les organes peuvent se fatiguer isolément, mais leur fatigue retentit toujours sur l'ensemble de l'organisme

Il existe trois sources de fatigue :

1° Le *travail volontaire*, sous toutes les formes, physiques et psychiques ;

2° Le travail *passif*, comprenant tous les mouvements communiqués, tels que l'équitation, la voiture, l'automobile, le chemin de fer ;

3° Les *excitations sensitivo-sensorielles violentes* et les *émotions vives*.

Les conditions de *vitesse*, d'*intensité* et de *durée*, aussi bien dans l'exercice corporel que dans le travail intellectuel, entrent en ligne de compte pour accélérer l'apparition de la fatigue et même l'aggraver. Sont-elles réunies, elles déterminent, en un temps très court, l'accumulation d'une notable quantité de résidus organiques dans le sang. Un exercice musculaire exécuté avec une grande vitesse, une importante dépense de force qui dure longtemps, provoque la fatigue intense et rapide. La hâte dans l'effort cérébral produit des résultats identiques. Enfin, nous savons jusqu'à quel point les douleurs morales dépriment les forces physiques et diminuent la vigueur intellectuelle.

Lorsque l'une des causes de fatigue précédemment énoncées est mise en jeu violemment, tous les organes, je le répète, en éprouvent le contre-coup.

Comment expliquer que toute l'économie ressente la fatigue, alors que le travail reste localisé le plus souvent à un seul organe ? De la manière suivante : un organe qui travaille est le théâtre d'une usure qui se traduit par la mise en liberté de déchets. Ce sont, pour le muscle, par exemple, l'acide lactique, les ptomaïnes et les leucomaïnes, l'acide carbonique, autant de substances fatigantes et nocives, autant de poisons que le sang qui traverse le muscle en travail entraîne dans la circulation et porte à tous les autres organes. (Voir chap. II. Métabolites divers et toxines de fatigue.)

Cette interprétation est basée sur des expériences probantes. C'est ainsi qu'en injectant par les artères, dans un muscle frais, les résidus extraits d'un muscle fatigué, on y détermine la même fatigue et la même impuissance que s'il avait travaillé avec excès.

Ce que je viens de dire de la fatigue musculaire s'applique de tous points

à la fatigue cérébrale. Le cerveau, comme le muscle, produit, en travaillant, les résidus toxiques qui le fatiguent d'abord et, après lui, tout l'organisme.

Ces résidus se retrouvent dans les urines, par lesquelles ils sont normalement éliminés. La toxicité des urines vient précisément des déchets qu'elles contiennent et qu'elles sont chargées de drainer hors de l'organisme. Ceci nous fait comprendre la nécessité, pour un homme de sport, d'être doté d'un bon système urinaire indemne de toute altération pathologique. De bons reins, une vessie complaisante, des voies urinaires largement perméables, lui sont aussi nécessaires que de bons poumons et un cœur vigoureux.

A côté de l'action toxique des déchets produits par les organes soumis à un effort, il faut, pour expliquer la fatigue, faire également une place importante à la *déperdition d'énergie nerveuse* causée par le travail.

L'organisme peut être considéré comme un réservoir d'énergie nerveuse de quantité définie. Lorsque, très rapidement, au cours d'un effort intense, cette énergie est dépensée au delà de la dose prévue, un grand déficit se produit. Nous avons alors conscience de la diminution de nos disponibilités en force nerveuse, et la sensation de fatigue apparaît. Je me résumerai en disant que, dans les cas habituels, l'*action toxique des déchets* et la *déperdition d'énergie nerveuse* se complètent pour produire la fatigue.

Au cours d'une épreuve sportive, à mesure que la fatigue augmente, la dépense de force nerveuse mise en jeu, pour produire le même travail qu'au début de l'exercice, peut devenir énorme. Il survient ce que nous avons constaté dans l'expérience rapportée plus haut : il faut doubler, tripler l'énergie pour produire un même travail. Dans ces conditions, la dépense réelle de force, chez l'homme fatigué qui poursuit un effort, peut être immense.

« J'ai vu un minime supplément de travail, a écrit Lagrange, un effort de vitesse d'une minute, en arrivant au but, réduire à un état neurasthénique des plus graves un jeune athlète très vigoureux. Il a payé de plusieurs années de maladie ce terrible effort de volonté qui lui fit gagner une course à pied. »

La dépense d'énergie nerveuse provoquée par l'effort de volonté qui actionne un muscle fatigué est donc très supérieure à celle qui suffisait avant la fatigue pour obtenir de ce muscle le même rendement. L'athlète fatigué qui continue la course, la lutte, le match, se livre à une véritable prodigalité de dépense nerveuse.

La fatigue d'origine nerveuse. — Nous venons d'invoquer comme cause possible de fatigue les *excitations sensitivo-sensorielles* et les *émotions vives*. Dans ce cas, il n'est plus question d'une insuffisance du ravitaillement ou d'une intoxication du muscle. La cause intime de la fatigue, ici, nous échappe, et nous sommes réduits à des hypothèses. Le tableau de cette sorte d'épuisement, d'origine nerveuse, est très différent de celui que nous avons tracé plus haut. Il s'agit de sujets qui, sans fatigue musculaire préalable, à la suite d'un choc nerveux violent, ont soudain perdu leur énergie. Il semble qu'en eux un ressort intérieur se soit tout à coup brisé.

La guerre a fourni beaucoup d'exemples de cette fatigue spéciale. On peut le mieux la caractériser en disant qu'il s'est produit chez ceux qui l'éprouvent une *hémorragie de la sensibilité*. L'expression a été créée par un chirurgien célèbre, Dupuytren, qui l'employa au début du XIXe siècle. Ce n'est pas qu'une image heureuse. Chaque fois qu'une émotion forte nous atteint, il se produit des troubles profonds dans notre dynamisme nerveux. Nous nous vidons d'une partie plus ou moins importante de l'énergie emmagasinée dans nos centres, un peu à la manière du fluide électrique emmagasiné dans la bouteille de Leyde. Si le condensateur que nous représentons renferme une grande quantité d'énergie nerveuse, il faudra qu'il survienne de nombreuses déflagrations émotives pour nous spolier de la totalité de notre potentiel d'énergie nerveuse. En se répétant à de courts intervalles, ces déflagrations émotives nous laisseront chaque fois plus affaiblis et plus déprimés.

Il faut reconnaître que, tandis que certains hommes offrent une grande résistance à cette hémorragie de la sensibilité, d'autres, au contraire, prédisposés par une hérédité nerveuse, en éprouvent promptement les effets. Le rôle que joue la *constitution émotive préalable* est considérable. Toutefois, il faut reconnaître que la succession des émotions, dans un court espace de temps, peut créer, même chez les plus solidement construits, au point de vue nerveux, une *constitution émotive acquise* qui les prédispose, par la suite aux accidents caractéristiques de l'hémorragie de la sensibilité. Les chocs nerveux, constamment renouvelés, créent un état de tension nerveuse au cours duquel une émotion plus forte que les autres spoliera brusquement l'homme de toute son énergie.

La guerre a mis ces faits en valeur. Elle a multiplié les expériences de ce genre. On a vu des hommes d'une bravoure légendaire, d'un sang-froid éprouvé, avoir tout à coup, à la suite d'un événement imprévu, une attitude de trembleurs et de peureux. A ces apparences correspondaient des troubles organiques profonds affectant les centres nerveux et que les physiologistes Ernest H. Starling et A. D. Waller, professeurs de physiologie à l'Université de Londres, ont étudiés pendant la guerre.

Ce tarissement de l'énergie a été bien observé par de nombreux officiers. Ils l'ont noté, en particulier, après qu'une émotion-choc s'est produite. Ce fut souvent l'explosion d'un obus rapproché ou un spectacle terrifiant et inattendu. En quelques instants, le témoin prend l'aspect d'un grand fatigué ; il est pâle, somnolent et sans force. Il souffre de la tête, garde un mutisme caractéristique et paraît stupide. Des combattants au flegme légendaire ont vu, selon l'expression heureuse du Dr Voivenel, leur volonté « se claquer » comme un muscle d'athlète (1).

Il s'agit, dans tous ces cas, d'une véritable blessure nerveuse, *sine materia*, mais aussi réelle que si elle avait été faite par un projectile. Elle a causé l'hémorragie de la sensibilité, la fatigue nerveuse aiguë qui s'est traduite rapide-

(1) Dr VOIVENEL. *Mercure de France*, 1er juillet 1920.

ment par les symptômes que nous venons de signaler. Cette sorte de blessure invisible a pu momentanément faire d'un brave un poltron.

Le traitement de ce genre de fatigue spéciale comporte une changement de milieu radical, le grand calme, la distraction et, pour nous résumer d'un mot, la cure de repos physique et moral.

MOYENS PROPRES A COMBATTRE LA FATIGUE. — L'association obligatoire de tous les organes à la fatigue éprouvée par un seul d'entre eux nous fait comprendre qu'il est impossible d'obtenir le repos d'un organe, si l'on ne diminue, en même temps, le fonctionnement de tous les autres.

L'immobilisation de tout le corps s'imposera donc chaque fois qu'il y aura eu production de travail intense.

Il s'agit de l'*immobilisation* du corps, dans la position étendue et toutes ses parties étant soutenues. Il ne saurait être question de l'*immobilité*. Celle-ci, au contraire, est une cause aggravante de fatigue parce qu'elle oblige les muscles à un effort permanent et continu. Je note ici, en passant, cette confusion de mots. On sait bien qu'un commis de magasin, immobile ou presque derrière son comptoir, et obligé de demeurer debout, est, à la fin de la journée, plus fatigué que le facteur rural, après sa tournée. La marche est composée d'une succession de mouvements qui sont la conséquence de contractions et de relâchements musculaires se succédant alternativement ; les muscles, ainsi mobilisés, se relayent pour agir et pour se reposer.

L'immobilité implique une *contraction statique* de tous les muscles, infiniment plus fatigante que la *contraction dynamique* qui provoque le déplacement des membres et du corps. Le fait de garder la position verticale suppose l'activité d'un grand nombre de masses musculaires. Elles doivent résister à la pesanteur qui tend à déterminer la chute et, de plus, maintenir l'équilibre du corps.

Des temps de repos très courts permettent de poursuivre un travail presque indéfiniment. Pendant toute la vie, le cœur bat et le diaphragme assure la succession régulière des mouvements respiratoires. Mais l'activité du cœur et des poumons comporte un *rythme*, c'est-à-dire *l'interposition entre deux contractions d'un temps d'arrêt très court*. La nature a réglé les grandes fonctions selon un mode d'activité *périodique*. Elle leur a imposé à toutes des temps de repos.

Le travail intellectuel lui-même doit être discontinu si l'on veut le prolonger pendant longtemps. Il n'est pas jusqu'à l'écriture et à la lecture qui ne soient, en quelque sorte, rythmées par la ponctuation. Le flux des idées ne s'écoule pas d'une manière continue. A chaque instant, il est interrompu par une fin d'idée. Les phrases se succèdent, coupées par la césure des virgules, des points-virgules et des points. Les livres nous présentent un arrangement par alinéas, paragraphes et chapitres. Rien n'est plus pénible que la lecture d'une prose compacte, qui, sans répit, conduit le lecteur tout le long de nombreuses pages. Les reports à la ligne et la succession des paragraphes répétés donnent à un livre de la clarté. Mais, lorsque cette division est pous-

sée à l'extrême, elle fatigue, au contraire, en interrompant sans cesse le fil de l'idée et en obligeant le lecteur à un grand effort d'attention.

Dans le domaine sensitif, la continuité de la douleur provoque rapidement une immense fatigue. Par contre, chaque fois que la douleur est coupée d'accalmies et de répits, elle est mieux supportée par celui qui l'éprouve. Nous avons vu des malades ressentir pendant des années les souffrances atroces du tabes et ses douleurs fulgurantes. Mais, pendant d'assez longs espaces de temps, les infortunés ne souffraient pas. Au contraire, ils sortaient de chaque crise avec l'apparence de gens surmenés et épuisés ; leur influx nerveux s'était alors dépensé à doses énormes ; ils succombaient à de véritables « hémorragies de la sensibilité ».

Rien n'est plus variable que la quantité de travail musculaire ou de douleur physique ou morale ressentie, capable de produire la fatigue. L'état physiologique de chaque sujet, les circonstances dans lesquelles il se trouve placé hâtent ou retardent beaucoup l'apparition de cet état particulier. L'observateur le plus sagace qui ne connaît ni le tempérament, ni l'état de santé, ni le degré d'entraînement d'un sujet et qui limite son examen aux seules apparences, peut se tromper complètement sur la somme d'énergie de ce sujet ou sur la durée de l'exercice qu'il peut supporter sans faiblir. Les différences individuelles que l'on constate, même chez des hommes bien portants, de conformation sensiblement identique et d'égale accoutumance au travail, sont quelquefois très grandes. Les observateurs les plus pénétrants s'y trompent. Les erreurs d'appréciation sont surtout faciles à commettre chez les personnes convalescentes ou maladives.

Nous ne pouvons pas appliquer à l'homme vivant les moyens rigoureux du contrôle expérimental. Quand, chez l'animal, nous dénudons un muscle pour l'actionner électriquement jusqu'à épuisement, nous voyons se dérouler sous nos yeux le phénomène de la fatigue. Mais, en présence d'un homme, nous devons nous baser sur les sensations subjectives qu'il éprouve, sur sa faculté spéciale de sentir, sur l'énergie de sa volonté. Rien n'est plus variable que ces qualités ; rien n'est plus propre à nous tromper. Là, pourtant, est une grande partie du problème des indications de l'exercice : savoir distinguer les sujets qu'il faut exciter au travail de ceux qu'il faut retenir, les premiers, malgré la sensation de fatigue, les seconds, bien qu'ils ne l'éprouvent pas.

J'ai dit ailleurs que, dans la vie habituelle, les actes *coordonnés*, exigeant le concours de la volonté, entraînaient la plus grande dépense de fatigue. Les actes purement réflexes ne nous donnent jamais la sensation de fatigue ; les actes *automatiques*, qui sont des actes coordonnés sur lesquels l'attention a cessé d'exercer son contrôle, peuvent nous fatiguer, mais après un temps incomparablement plus long que les actes coordonnés avec effort de volonté ou, ce qui revient au même, avec effort d'attention.

Ces faits nous font comprendre qu'il faut se garder de commettre l'erreur qui consiste à vouloir se reposer de la fatigue cérébrale due au travail intellectuel par des exercices coordonnés exigeant la surveillance de l'attention.

En agissant ainsi, on ne fait qu'ajouter à la fatigue nerveuse : on soumet le cerveau à un travail supplémentaire.

Les mouvements musculaires automatiques auront, en pareil cas, les préférences des éducateurs, car ils ne mettent en jeu que des séries d'actions réflexes. Ils n'exigent pas le concours de l'attention, et non seulement ne produisent aucune fatigue nerveuse, mais reposent du travail intellectuel.

L'attention est, d'une façon générale, le principal facteur psychologique de la fatigue.

De même qu'une grande douleur physique entraîne après elle une immense lassitude, un grand ébranlement psychique ou une émotion violente produit une sidération générale des forces, analogue à celle qui suit une commotion matérielle ou un choc traumatique ; alors la fatigue apparaît. Les pertes d'argent, de situation, de position sociale, la mort d'un être cher, ou simplement l'ennui qu'engendrent le désœuvrement et le manque d'intérêt dans la vie, amènent rapidement l'épuisement nerveux qui peut se prolonger pendant des semaines et des mois. La neurasthénie n'est qu'une variété de fatigue. Elle doit être traitée et guérie par les mêmes moyens que la fatigue musculaire et organique.

FATIGUE PHYSIQUE ET EAU SALÉE. — E. H. Derrik (1) observant les travailleurs ruraux et les mineurs australiens obligés de fournir un effort physique intense dans une atmosphère particulièrement chaude et humide, a constaté que la plupart des symptômes de fatigue : faiblesse musculaire, crampes, douleurs généralisées, perte de connaissance, sont prévenus ou cèdent très rapidement par l'absorption d'eau salée à un taux assez faible (2 gr. par litre). On endurcit ainsi considérablement les sujets contre la fatigue et l'on voit disparaître pratiquement tous les accidents qui déterminaient l'arrêt du travail chez beaucoup d'ouvriers.

« Le fait s'explique par l'apparition de sudations profuses, déterminant une perte considérable d'eau et de sel pour l'organisme. L'apparition d'asthénie et de crampes musculaires correspond toujours à une diminution très importante du taux du chlore sanguin.

« Derrik considère donc que le meilleur traitement de la fatigue, dans certaines conditions, est l'absorption d'eau légèrement salée ou de capsules glutinisées contenant un gramme de sel. Il fait remarquer qu'un certain nombre de travailleurs australiens évitent tous les accidents en absorbant au cours d'un travail pénible, soit une certaine quantité de lait, dont le taux en chlorures est assez élevé, soit en trempant un moment dans l'eau la viande de conserve salée dont ils se nourrissent et en buvant cette eau. Cette thérapeutique a l'avantage, non seulement d'agir sur la fatigue musculaire, mais de protéger contre les accidents du coup de chaleur. L'absorption abondante d'eau pure est au contraire dangereuse.

« Un certain nombre de sportifs paraissent user d'ailleurs de ce procédé. Les journaux français ont signalé, non sans étonnement, que le célèbre cou-

(1) *The medical Journal of Australia*, 10 nov. 1934.

reur anglais Holden, qui a accompli des exploits athlétiques tout à fait extraordinaires, buvait d'une manière habituelle de l'eau modérément salée. Il est possible qu'il y ait là, au moins pour certains sujets, une prévention très nette de la fatigue physique .» (A. Ravina.)

Moss et Haldane ont émis la même opinion que Derrik. Il convient donc d'admettre que l'absorption de sel, de lait (qui est riche en sel) ou d'eau salée est susceptible, à titre préventif ou curatif, de protéger contre les atteintes de la fatigue, d'en retarder les effets, et, lorsqu'elle est survenue, de la faire disparaître.

La courbature douloureuse. Sa double origine. — A la suite d'un exercice intense ou même d'un exercice modéré, mais exécuté par un sujet non entraîné, il n'est pas rare de voir survenir une *courbature douloureuse* siégeant dans les membres, dans la région lombaire, dans les épaules. La soif est vive, la langue sale, l'appétit nul, le sommeil agité et coupé de rêves ou de réveils brusques. On note même parfois une élévation de température qui peut atteindre 1° ou 2° et persister pendant trois ou quatre jours. Les muscles sont le siège de raideurs que les mouvements rendent particulièrement pénibles.

On admet que, sous l'influence des combustions organiques qui accompagnent le travail musculaire, se produisent, au sein même du muscle, divers déchets et notamment de l'acide lactique en excès. Ce produit, en imprégnant la fibre musculaire, lui fait perdre momentanément une partie de sa propriété contractile. Chez un sujet bien entraîné, le sang qui a une réaction chimique neutre, irrigue abondamment les muscles en passant incessamment dans leur substance ; il neutralise l'acide lactique formé. On comprendra sans peine que la raideur n'apparaisse souvent que pendant le repos qui suit l'exercice. Le sang ne lave plus aussi activement la fibre musculaire lorsque le muscle est inactif et ne neutralise qu'incomplètement l'acide lactique qui s'y est formé. Les douleurs ressenties dans un muscle qui a travaillé sont également imputables, en partie, à de petites lésions interstitielles semblables à celles que produit une contusion. Elles disparaissent très promptement.

Lorsque la courbature s'accompagne de fièvre et de malaises généraux, il faut incriminer :

1° *L'auto-intoxication de l'organisme par les déchets* provenant directement de l'usure musculaire (acide lactique, acide carbonique, ptomaïnes, leucomaïnes, urée, créatine, hypoxanthine, acide inosique).

2° *L'action intoxicante des bactéries pathogènes*, qui, vivant en commensaux habituels dans notre organisme, ne provoquent habituellement aucun accident. Mais elles acquièrent très rapidement de la virulence dans un organisme fatigué qui se défend mal contre leur invasion. Un sujet, surmené d'une manière aiguë, se trouve en état de « moindre résistance » ; en quelques heures il offre aux germes morbides un terrain d'ensemencement bien préparé. Ceux-ci s'y développent et provoquent l'apparition de la fièvre.

Chez les personnes grasses ou non entraînées, qui ont une grande abondance de tissus de réserve disponibles, le mouvement de désassimilation qui

accompagne l'exercice libère de grandes quantités de déchets uratiques. Ces derniers troublent la limpidité des urines et les sujets qui les émettent ressentent souvent, après l'exercice, de violents malaises et une courbature douloureuse.

Chez les personnes entraînées, au contraire, les matériaux de réserve sont peu abondants. Les déchets uratiques sont rares. Les urines ne se troublent pas à la suite de l'exercice et la courbature est inconnue.

La supériorité des sujets adonnés à la pratique des exercices physiques réside, en grande partie, dans la stabilité remarquable de leur nutrition. Leur mouvement d'assimilation n'est plus troublé par un exercice même violent. Les déchets étant peu abondants sont éliminés au fur et à mesure de leur formation. On ne voit pas survenir chez eux les formidables décharges d'acide urique, de phosphates ou d'autres produits qui témoignent d'une perturbation profonde dans le chimisme des différents tissus.

Grâce à cet équilibre nutritif que le jeu normal des organes suffit à maintenir, même pendant les périodes de suractivité, les personnes entraînées peuvent, sans dommages pour la santé, et sans éprouver de malaises, accomplir des performances interdites à celles qui sont surchargées de tissus de réserve et qui s'abandonnent à la sédentarité.

Le surmenage. — Le *surmenage* est l'exagération de la fatigue. Le tableau d'un organisme surmené nous est offert par une bête chassée à courre. L'acide carbonique produit en grande abondance dans les tissus est, pendant longtemps, éliminé par les poumons. Mais les déchets qui ne peuvent sortir du corps que par l'urine ne sont expulsés qu'avec une lenteur relative. Ceux-ci peu à peu, encombrent les muscles et empoisonnent le sang. L'organisme est bientôt le siège d'une infection massive. Les mouvements de l'animal chassé deviennent difficiles. Sa course se ralentit ; une certaine raideur apparaît dans ses muscles ; les sucs musculaires se coagulent sous l'action de l'acide sarcolactique, terme des combustions qui se passent au sein de la fibre musculaire ; celle-ci est le théâtre d'un commencement de décomposition chimique. D'autre part, l'animal effrayé est, depuis longtemps, sorti de ses allures son essoufflement est extrême parce que la puissance éliminatrice de ses poumons, à l'égard de l'acide carbonique, est devenue insuffisante. Un moment arrive où il s'arrête, incapable d'avancer et de prolonger sa fuite. Il est encore vivant, mais déjà insensible aux morsures quand les chiens l'atteignent. S'il leur échappe, après avoir été ainsi chassé, il peut succomber après quelques heures, mourir de fatigue à l'abri d'un fourré où on le retrouvera quelque jour.

Dès l'instant de la mort, survenant pendant la chasse, le corps de l'animal forcé présente une rigidité cadavérique immédiate. De plus, sa chair se putréfie avec une grande rapidité.

Chez l'homme, le surmenage aigu ne s'observe pas. Toutefois, pendant la guerre, on a vu, en maints endroits, des combattants morts en pleine lutte et en plein effort, dont les corps figés par une raideur cadavérique instantanée avaient conservé leur dernière attitude. Les muscles du visage eux-mêmes,

figés dans une contraction suprême, exprimaient les dernières sensations que les soldats avaient éprouvées avant de mourir.

Le *surmenage aigu* prend généralement chez l'homme l'apparence d'accidents cardiaques à développement rapide, et qui surviennent parfois instantanément.

Potain avait constaté chez les élèves de l'École de Joinville que, sous l'influence des exercices, la zone de matité du cœur augmentait un peu. La surface du cœur, qui était, en moyenne, chez les sujets examinés par Potain, de 91 centimètres carrés, atteignait chez eux, après quelques mois d'exercices, 99 centimètres carrés. Cet auteur admettait que la dilatation passagère du cœur qui se produit à la suite d'exercices violents, pouvait aboutir, si ces exercices étaient répétés sans mesure, à une dilatation permanente.

Il n'est pas douteux qu'à la suite d'une longue course, par exemple, le cœur se dilate ; mais il s'agit presque toujours d'un trouble passager qui disparaît rapidement par le repos. La dilatation permanente du cœur est extrêmement rare chez les sujets adultes qui ne présentent aucune tare du côté des gros vaisseaux. Mais, chez les enfants et chez les sujets qui ont une lésion, si minime soit-elle, les exercices violents peuvent déterminer rapidement des accidents graves. Bien des jeunes gens ont des affections du cœur latentes qui ne donnent lieu à aucune gêne, pendant des exercices modérés, mais elles sont mises en évidence dès que l'entraînement devient un peu intensif. Ces sujets ne tardent pas à se plaindre de palpitations et, à l'examen du cœur, on trouve tantôt un peu d'hypertrophie, tantôt un bruit de souffle, tantôt des irrégularités dans les pulsations de l'organe qu s'accélère au moindre effort.

L'accident-type de surmenage aigu survenant chez l'homme est la *syncope*. Deux cas se présentent. Tantôt celui qui en est victime interrompt brusquement son travail, s'arrête et tombe sans connaissance. La respiration est généralement superficielle, mais régulière. Le cœur bat faiblement. La position étendue, les affusions froides sur la poitrine et le visage suffisent d'habitude à ranimer le syncopé. Plus souvent, le sujet qui se trouve en état de surmenage aigu transpire abondamment. Il ressent une douleur de tête plus ou moins vive, de l'oppression et une grande lassitude. La respiration et les battements du cœur sont très accélérés. Le sujet vacille sur ses jambes comme un homme ivre, la face est tantôt pâle et tantôt rouge et injectée. Lorsque, dans cet état, il poursuit son effort, il ne tarde pas à perdre connaissance. Il s'affaisse et, s'il n'est pas secouru, la respiration se ralentit, le pouls devient faible et irrégulier, et la mort peut survenir.

Les physiologistes ne sont pas d'accord sur le mécanisme intime des accidents du surmenage aigu chez l'homme. Pour les uns, il faut incriminer la chaleur développée par le travail; elle déterminerait la syncope et la mort en agissant sur les muscles, en coagulant les fibres musculaires, celles du cœur, en particulier, lorsqu'elle atteindrait les environs de 45°. Pour d'autres, la syncope proviendrait d'une inexcitabilité générale du système nerveux, sous l'influence de la chaleur.

Il est indubitable que l'exercice violent ou prolongé peut élever considé-

rablement la température du corps humain. Il faut que les champions soient, au moins pendant l'été, aussi légèrement vêtus que possible et, de préférence, de toile, qui rayonne beaucoup plus activement le calorique que la laine. La privation de boissons est une cause adjuvante de surmenage aigu. Beaucoup croient qu'il est dangereux de boire quand on a chaud. Lorsque le corps est en sueur, il faut se garder, il est vrai, d'absorber une grande quantité d'eau glacée, surtout si on interrompt l'exercice ou le match commencé ; on a vu des accidents graves se produire dans ces conditions. Mais les boissons chaudes, surtout si elles sont sucrées et prises en quantité modérée, loin d'être nuisibles pendant les épreuves athlétiques et sportives, sont d'une grande utilité. Il importe que l'organisme puisse réparer les pertes en eau qu'il fait par la transpiration cutanée et par l'exhalation pulmonaire, car c'est là son moyen principal de défense contre la chaleur.

D'autres auteurs, au nombre desquels nous nous plaçons, imputent les accidents du surmenage aigu à la rétention dans le sang de l'athlète surmené des produits toxiques élaborés massivement dans les tissus et, en particulier, dans les muscles soumis à un travail intense. Parmi ces produits, la guanidine est responsable des accidents d'intoxication aiguë. C'est elle qui provoque la tétanie, la contracture, la raideur et, en grande partie, l'hypertension.

Les insuffisants hépatiques qui, en temps normal, ont, dans le sang, 15 à 17 mmg. de guanidine p. 1000, au lieu de 7 mmgr. p. 1000, sont prédisposés aux accidents du surmenage aigu. (Voir chap. II, les toxines de fatigue.)

Lorsque les convulsions apparaissent, le taux de la guanidine atteint 140 mmgr. p. 1000. En réalité la guanidine est un poison convulsivant. Elle est contemporaine et peut-être cause des manifestations myocloniques et convulsives de la grande insuffisance rénale, au moins autant que l'urée qui, dans le cas de surmenage aigu, peut atteindre 3 à 5 grammes par litre de sang. Bref, un athlète qui présente des accidents de surmenage aigu est un urémique et un guanidique, par insuffisance rénale et hépatique (1).

Des excès alcooliques favorisent puissamment la production de la syncope et, en général, de tous les accidents observés dans le surmenage aigu.

Le *surmenage chronique* se traduit par la prédominance des actes de désassimilation. Le poids du corps diminue, un amaigrissement progressif survient. Il ne s'agit plus ici, comme dans la fatigue aiguë, d'une intoxication par des produits nuisibles ou d'une infection par les toxines microbiennes lancées dans l'organisme à la faveur du surmenage. Il s'agit d'un abandon continu par l'organisme de matériaux utiles et de réserves nécessaires à la vie.

Une alimentation défectueuse, jointe au travail, est pour beaucoup dans l'apparition du surmenage chronique. Il se produit un défaut d'équilibre entre les recettes et les dépenses, celles-ci étant supérieures à celles-là. Il faut aussi, dans beaucoup de cas, joindre à ces causes l'insuffisance du sommeil et les préoccupations d'ordre moral.

Lorsque les aliments absorbés en trop faible quantité ou mal assimilés

(1) *Presse médicale*, 23 octobre 1943, n° 40.

par suite de maladies du système digestif ne réparent plus les pertes d'un organisme qui travaille, ce sont les tissus de réserve qui fournissent à cette réparation. Si ces réserves sont elles-mêmes épuisées, ce sont les organes essentiels à la vie qui font les frais des combustions contemporaines du travail.

Soumis à un tel régime de nutrition, l'organisme se consume peu à peu, et la soustraction continue des matériaux qui en font partie intégrante amène un état général de faiblesse relative et prédispose aux maladies.

Nous savons que la permanence du poids est le signe d'une bonne nutrition. Toutes les fois qu'un homme est dans des conditions normales de structure, l'amaigrissement témoigne d'un surmenage chronique ou d'une maladie en évolution.

« Il faut à l'organisme, a dit Lagrange, pour être réellement fort et résistant, une certaine masse d'éléments ; si on les lui prend d'un côté, il faut les lui rendre de l'autre, et ce qu'on ôte de graisse à un homme ou à un cheval à l'entraînement, il faut le lui restituer sous forme de muscles, sous peine de le jeter dans un état d'affaiblissement qui diminue sa résistance. »

L'épuisement peut se localiser sur un organe, le cœur, le cerveau, par exemple, ou sur un système organique tout entier : le système musculaire, la fonction digestive.

Beaucoup de névropathes ne sont que des épuisés. Le changement de milieu, le repos et les bons aliments les guérissent. Mais trop souvent on leur donne de l'eau, on les met au régime triste des nouilles et on les isole !

Dans le surmenage chronique, la fatigue ne se traduit ni par un empoisonnement de l'organisme, ni par de la fièvre, ni par de la courbature, mais par un état de dépression dont l'intensité et les formes peuvent varier beaucoup et dans lequel les manifestations nerveuses, entre autres la neurasthénie, tiennent toujours une grande place. Les névropathes sont légion. Ces malades sont précisément ceux que l'éducation physique bien conduite, associée à l'hygiène, peut radicalement guérir. Le nombre des hommes et des femmes qui mènent, aussi bien à la ville qu'à la campagne, une vie d'épuisement continuel, est immense. Les maladies nerveuses qui en résultent sont d'observation courante.

Cependant, ces malades se plaignent peu. Leur entourage ne paraît pas s'apercevoir de leurs souffrances et ne les plaint pas. Aujourd'hui, les névralgies, les gastralgies et les névroses, à tous les degrés, représentent le fonds de la pathologie moderne.

L'exercice physique et le mouvement bien administrés, bien dosés, pourraient, si nous le voulions, nous délivrer promptement de ces maladies qui traduisent les effets de l'épuisement nerveux, aboutissant ordinaire du surmenage physique aussi bien que du surmenage intellectuel et des préoccupations morales.

Surmenage chez l'enfant et chez l'adolescent. — Il importe de connaître les caractères spéciaux du surmenage pendant l'enfance et l'adolescence.

a) Prédispositions au surmenage chez l'enfant de 6 a 13 ans. — A cette époque de la vie, l'organisme humain est en pleine croissance. Les échanges dont il est le théâtre sont remarquablement actifs. L'une des caractéristiques de ces échanges est la prédominance des actes de l'assimilation sur ceux de la désassimilation. L'accroissement des tissus en est l'aboutissant. Tant que dure cet état de choses, leur édification demeure inachevée. Aussi prompts à s'accroître qu'à s'enflammer, ils traduisent par leurs réactions l'instabilité même d'une nutrition effervescente bien différente de celle si constante et si stable de l'adulte. Le squelette de l'enfant est en voie d'ossification ; il est relativement malléable et sa solidité est loin d'être comparable à celle qu'il acquerra plus tard. Les épiphyses des os longs représentent des régions particulièrement fragiles et vulnérables. Exposées aux traumatismes, elles peuvent en accuser les effets par une action inflammatoire s'accompagnant de fièvre et d'un état général et local parfois très sérieux.

Le développement des muscles n'est pas plus avancé que celui des os. Les deux systèmes suivent un accroissement parallèle. Le cœur, autre muscle, est sans résistance, sans tonicité. Il a, par contre, une grande élasticité, celle des tissus jeunes ; elle lui permet de s'adapter, du moins momentanément, à des tâches excessives.

Le foie et les reins remplissent leurs fonctions antitoxiques et éliminatrices, mais leurs possibilités sont limitées et très promptement apparaissent des signes d'insuffisance hépatique et rénale (sucre dans les urines, ictère, albumine urinaire) lorsque les enfants sont soumis à un travail musculaire intense et prolongé, qui dépasse leurs possibilités physiologiques.

Le système nerveux, aux environs de la dixième année, possède tous les éléments constitutifs du système nerveux de l'adulte. La substance grise et la substance blanche sont constituées. Les faisceaux des fibres nerveuses sensitives, motrices et mixtes, ont leur individualité. Par contre, les réactions vasomotrices sont fort imparfaites. Certaines, telles que les réponses vaso-motrices au chaud et au froid, ne sont qu'ébauchées. Par temps froid, l'enfant de dix ans se refroidit vite et se réchauffe lentement. Par temps chaud, il se réfrigère mal. Il est aussi mal doué pour lutter contre le chaud que contre le froid.

En résumé, l'enfant n'est pas « un petit homme », ainsi qu'on le dit. Sa résistance générale est proportionnellement beaucoup moindre que celle de l'adulte. Sa force musculaire est minime. Ses tissus s'intoxiquent promptement.

b) Symptômes de surmenage chez l'enfant de 6 a 13 ans. — Dans un organisme d'enfant, dont la nutrition a une telle instabilité, le surmenage se traduit sous deux aspects caractéristiques, suivant qu'il succède à une activité violente, de courte durée, ou à un travail de longue durée accompli sans répits suffisants.

Dans le premier cas, il s'agit d'un *surmenage aigu*, dont le premier symptôme est l'apparition de la fièvre. Elle survient de trois à six heures après

l'exercice qui l'a engendrée. Elle peut être modérée. Plus souvent elle est violente d'emblée, et alarme tout de suite l'entourage par la brusquerie de son apparition. Dans les cas favorables, elle disparaît avec la même soudaineté.

En surmenant l'enfant, on a réalisé sur lui l'expérience que Bouchard a faite sur les animaux forcés de courir longtemps dans une roue de travail. Leur sang, stérile au début de l'expérience, fourmillait de microbes à la fin. La fatigue favorise le développement des microbes pathogènes, dont beaucoup vivent d'ordinaire dans nos cavités en commensaux inoffensifs.

Sous l'influence du surmenage, le côté par lequel l'homme vit putréfactivement s'exagère. Il y a pullulation et généralisation microbienne auxquelles fait bientôt suite la résorption de produits toxiques et un état morbide, dont le premier symptôme est la fièvre. Cette fièvre est le signe d'une brève maladie qui dure trois ou quatre jours, pendant lesquels le sommeil est agité, coupé de rêves et de cauchemars. De même que la fièvre, l'insomnie est un symptôme caractéristique de surmenage aigu chez l'enfant. Elle traduit l'imprégnation du système nerveux par les toxines du travail, véhiculées par le sang.

La suppression de l'appétit et le dégoût des aliments accompagnent la fièvre et l'insomnie. Dans les cas sérieux peut apparaître un peu de diarrhée, de la bronchite et des frissons. Ces symptômes traduisent l'intoxication générale et les efforts faits par l'organisme pour se débarrasser des poisons et les éliminer par toutes les voies possibles.

Les symptômes de *surmenage chronique* sont caractérisés chez l'enfant par l'arrêt de la croissance. La taille cesse de grandir et le poids d'augmenter. Si la cause du surmenage prolonge son action, l'amaigrissement survient et le poids diminue. Le mouvement normal de la nutrition est inversé ; la désassimilation l'emporte sur l'assimilation. La pâleur des tissus et du visage atteste un état d'anémie qui traduit la langueur des échanges. Une apathie générale peut masquer le début et devancer l'apparition des symptômes précédents. Des modifications du caractère surviennent. La tristesse alterne avec la nervosité, créant un état d'âme qui contraste souvent avec l'état antérieur. L'appétit diminue et un amaigrissement lent survient.

Tels sont les signes principaux du surmenage aigu et chronique chez l'enfant. Ils traduisent l'intoxication générale rapide ou lente de l'organisme par les toxines produites en surabondance pendant un travail excessif, soit en intensité, soit en durée.

c) Surmenage des adolescents (13 à 19 ans). — En cette période de la vie, les transformations dont l'économie est le théâtre sont considérables. Elles correspondent au métabolisme intense qui accompagne l'éclosion pubertaire et postpubertaire. Chez l'adolescent, les échanges sont fortement influencés par le fonctionnement des glandes à sécrétion interne dont l'activité est alors plus grande qu'à aucun autre moment de la vie. Les tissus encore inachevés n'ont pas la fixité de constitution de ceux de l'adulte. Le double mou-

vement d'assimilation et de désassimilation est très actif. Les sujets de cet âge sont encore de véritables enfants au point de vue physiologique. Leur résistance est faible et leur force musculaire inférieure à celle que leur taille, parfois élancée, pourrait faire supposer qu'ils ont. Souvent débilités par la vie des collèges et des lycées, ils n'ont pas la notion exacte de leur force et des moyens physiques dont ils disposent réellement. La taille s'accroît rapidement, les muscles s'allongent, mais les masses musculaires demeurent encore grêles. Les extrémités osseuses sont le siège d'une congestion physiologique qui rend les articulations particulièrement fragiles à l'égard des traumatismes. La fatigue survient promptement. L'intoxication de l'organisme par les déchets, à la suite d'un travail physique un peu intense, s'accuse rapidement par la fièvre. L'adolescent, pendant cette période, est réellement en état de moindre résistance. Tout effort soutenu l'accable. Le maître d'éducation physique, à cette époque de la vie, a un rôle particulièrement délicat. Ses exigences seront modérées et la collaboration du médecin lui doit être constamment donnée. Il dosera les exercices et les jeux avec une attention particulière et interviendra souvent pour empêcher les exagérations. Bien des jeunes gens, et encore plus de parents, sont devenus irrémédiablement hostiles à tout exercice physique et surtout au sport parce que des accidents répétés ou graves ont interrompu les études de l'élève et l'ont même rendu infirme.

Les symptômes de surmenage aigu et chronique constatés chez l'enfant sont également observés chez l'adolescent, tels que nous les avons décrits plus haut. Toutefois, nous croyons devoir signaler chez ce dernier des symptômes cardiaques caractéristiques, qui se produisent lorsqu'il est soumis à un surmenage aigu tel qu'une course en compétition, par exemple sur 400, 800, 1.500 mètres ou davantage.

L'accélération du cœur, pendant la course, très sensible chez les sujets bien entraînés, peut devenir formidable chez les adolescents qui s'improvisent coureurs. En douze ou treize secondes, une course de 100 mètres porte le nombre des pulsations de 70 à 160 et 180. Pendant les vingt dernières secondes du parcours dans une course de 400 mètres, le cœur peut battre au rythme de 220 pulsations à la minute, c'est-à-dire que le pouls est pratiquement incomptable. Le temps diastolique devient trop court, pour que les ventricules aient le temps de se remplir. L'ondée systolique est de plus en plus faible ; la pression augmente rapidement en amont du cœur, dans le domaine de la circulation pulmonaire et dans celui des grosses veines du cou et du médiastin. L'hydraulique du cœur est profondément troublée. Il y a stase pulmonaire, insuffisance momentanée des valvules tricuspides par dilatation de l'orifice auriculo-ventriculaire qui participe à la dilatation aiguë du ventricule droit, et enfin, apparition au foyer tricuspidien d'un souffle systolique énorme en coup de soufflet dans les instants qui suivent immédiatement la course.

Le cœur des adolescents a une élasticité admirable ; il s'adapte à toutes les tâches et revient promptement à sa forme primitive, mais il ne faut pas

beaucoup de performances de ce genre pour amener une dilatation permanente du cœur droit, suivie bientôt de troubles graves de la nutrition générale que souligne, notamment, l'arrêt de la croissance par insuffisance d'irrigation sanguine des tissus et des organes. A partir de ce moment, l'adolescent ainsi surmené est un cardiopathe latent qui ne peut se permettre aucun effort sans ressentir à la région rétro-sternale une sensation de constriction et d'angoisse intolérable.

Outre les symptômes cardiaques que je viens de signaler, une place à part doit être réservée aux symptômes articulaires du surmenage chez l'adolescent.

On constate parfois, surtout à la suite d'exercices sportifs trop vivement conduits, ou trop longuement pratiqués, des tiraillements, une sensation de pesanteur et des douleurs vagues dans les articulations, surtout dans celles des genoux et des épaules. Il n'est pas rare qu'une poussée transitoire de fièvre modérée accompagne ces symptômes articulaires. En même temps, le sommeil est agité, troublé d'insomnies et de rêves, et l'appétit diminue.

Ces symptômes ne durent généralement que deux ou trois jours, puis s'atténuent, faisant place à une grande lassitude, à un véritable accablement qui disparaît à son tour au bout de quelques heures ou de quelques jours sans laisser de traces. Il s'agit, à n'en pas douter, de poussées congestives dans la région juxtaarticulaire des os. Nul n'ignore qu'à cet âge il convient de ne pas traumatiser ces régions, qui sont le siège d'une remarquable hypergénèse de tissus. On risque de déterminer des localisations tuberculeuses s'accommodant parfaitement du terrain rendu, par la congestion traumatique, favorable au développement du bacille de Koch.

Enfin une mention spéciale doit être réservée à l'apparition de symptômes qui traduisent le réveil d'une tuberculose latente. Celle-ci serait sans doute demeurée assoupie sans les actes de surmenage qui la réactivent et lui communiquent une impulsion nouvelle. Il s'agit, dans la plupart des cas, d'adolescents chétifs, portant en eux le germe de la maladie, tuberculeux, ayant eu des rhumes à répétition, des bronchites chaque hiver et, autrefois, une rougeole ou une scarlatine grave. Ils se livrent inconsidérément à l'exercice et se surmènent sans mesure. Leur santé, loin de s'améliorer, décline au contraire. Ils maigrissent, et un soir, on voit s'installer la fièvre contemporaine d'un point de côté qui marque l'apparition d'un épanchement pleural ou d'une congestion aiguë de l'une des bases du poumon.

d) Conduite a tenir pour éviter le surmenage des enfants et des adolescents. — 1° *Groupement physiologique des enfants.* — La plupart des accidents ou des incidents proviennent de ce qu'on soumet aux mêmes exercices des sujets qui n'ont jamais été examinés, des cages thoraciques resserrées, des cœurs déficients, des reins dont on ignore le fonctionnement, des systèmes nerveux dont les réactions sont inconnues. La fatigue ne saurait être la même pour tous.

Le groupement physiologique des enfants, des adolescents et des jeunes hommes adonnés aux pratiques sportives est une nécessité.

Sous nos yeux, chaque dimanche, des groupes d'enfants, partant d'endroits divers, devaient atteindre un lieu de concentration unique. Il s'agissait, non seulement d'arriver à l'heure dite, mais, si possible, d'arriver premier au rendez-vous. Les groupes comprenaient des enfants d'âges différents: les plus petits avaient 7 ans, les plus grands, 15 ou 16 ; le plus âgé dans chaque groupe prenait le commandement. Tout ce monde partait pour atteindre le même but, les petits suivant les grands, ceux-ci entraînant ceux-là, les exhortant, les adjurant de se hâter pour ne point ralentir l'allure de l'escouade et gagner la première place. L'esprit d'émulation décuplait l'énergie des marcheurs. Il n'y avait pas de traînards. Tout le monde était exact au rendez-vous ; mais le soir, après le retour au logis, quelques pères inquiets devaient mander le médecin, qui constatait chez les plus petits de la fièvre de surmenage.

Sur quelles bases étayer le classement physiologique que nous réclamons ? Sur l'âge ? Non. L'enfant et l'adolescent ont un âge chronologique qui n'est pas toujours en rapport avec l'âge physiologique. Pour grouper les enfants de même valeur, il convient de se baser sur le poids, la capacité spirométrique, la taille, la force musculaire, la conformation corporelle générale, la similitude des réactions psycho-motrices. L'examen médical du cœur, des poumons, et les antécédents pathologiques des enfants doivent entrer également en ligne de compte.

On formera donc des groupes composés d'enfants ou d'adolescents ayant à peu près le même poids, la même ventilation pulmonaire, la même vitesse, la même force évaluée au dynamomètre. Ceux qui ont un passé pathologique chargé seront groupés ensemble et feront l'objet d'une surveillance médicale particulière. Ceux qui ont été toujours indemnes de toute maladie sérieuse formeront un autre groupe.

Grâce à de telles précautions, le classement des enfants et des adolescents n'est plus un desideratum illusoire ; il devient une réalité.

La plupart des causes que l'on trouve à l'origine du surmenage sont, sinon supprimées, du moins rendues beaucoup moins fréquentes.

2° *Ne point tenir compte des prescriptions du Code Olympique international pour exercer les enfants et les adolescents.* — En vue de codifier les réunions athlétiques, des personnalités sportives ont jadis délibéré sur les épreuves types qui serviraient partout de cadre aux compétitions internationales. C'est ainsi qu'il a été décidé que les courses seraient de 100, 400, 800, 1.500 mètres, et de 5, 10 à 42 kilomètres (marathon). De même on a codifié les courses de haies, les lancements, les sauts, en un mot, les épreuves de tout ordre qui entrent dans le code des compétitions olympiques. Tantôt abandonnés à leurs initiatives, tantôt mal guidés par des maîtres insuffisamment renseignés sur les possibilités physiologiques limitées de l'organisme humain en voie de développement, les adolescents luttent en compé-

tition d'après les indications du Code olympique et s'efforcent d'accomplir les épreuves qu'il édicte. C'est là une cause de surmenage très commune dont nous sommes journellement les témoins impuissants.

Ce code a été élaboré pour réglementer les rencontres où se mesurent des athlètes d'une constitution exceptionnellement puissante ; il n'a point été fait pour régler les exercices et les jeux d'adolescents de 14 à 16 ans. Avec quelle sévérité jugerions-nous des éleveurs de chevaux qui mettraient en ligne sur les distances habituelles des grands hippodromes, des poulains de 16 à 18 mois. Nous crierions à l'ignorance et à la sottise, et nous prédirions l'usure prématurée des animaux soumis à de semblables épreuves. Cependant nous n'agissons pas autrement dans bien des circonstances.

Quand nous voyons des enfants de 14 à 17 ans courir en compétition sur 400, 800, 1.500 et même 10.000 mètres, nous ne manquons jamais de nous élever contre de tels abus. Ce n'est pas là de l'éducation physique bien comprise. C'est du surmenage organisé.

Mais, dira-t-on, supprimer les compétitions, c'est supprimer l'émulation, qui est le principal mobile d'action de la jeunesse ?

Nous ne ferons pas aux maîtres d'éducation physique l'injure de supposer qu'ils ne sont point capables d'imaginer pour leurs élèves d'autres compétitions que celles qu'a édictées le Code olympique. Que les adolescents courent, sans doute : ils sont construits pour la course. Mais qu'ils courent seulement dans des jeux coupés de repos fréquents, suffisants pour permettre au cœur de se reprendre et pour empêcher tout surmenage ; qu'ils ne courent jamais sur de longues distances en compétition.

L'éducation physique, surtout pendant la période pubertaire et postpubertaire, est une question de mesure. Les exercices doivent être exactement proportionnés aux forces de celui qui les exécute, pour ne surmener ni le cœur ni les articulations. Il ne faut pas seulement voir le geste, le style, le côté sportif et théâtral de l'exercice. Le bon sens exige que l'on tienne compte d'abord et surtout des effets physiologiques.

Le danger des exagérations en matière d'éducation physique est grand surtout à cette période de la vie. La physiologie normale et pathologique du cœur domine toute l'observation médicale d'un sujet soumis à un travail musculaire. Le cœur traduit de façon saisissante et presque immédiate les effets de l'exercice, qu'ils soient salutaires ou néfastes. Dans le premier cas, l'accélération du rythme est modérée, le cœur bat 120 à 140 fois par minute ; l'essoufflement est accusé, mais la respiration demeure ample et régulière. Dans le cas de surmenage, le cœur peut battre assez vite pour que le pouls devienne incomptable ; la respiration très accélérée a perdu toute amplitude et toute régularité. Elle est entrecoupée de reprises brusques qui attestent la surexcitation extrême des centres nerveux préposés à la commande de la fonction respiratoire.

Applaudir sur nos stades les prouesses de nos adolescents accomplissant les épreuves fixées par le Code olympique, c'est applaudir une erreur physiologique. La commet-on, les accidents du surmenage aigu, et, plus tard, ceux

du surmenage chronique peuvent se montrer. Vouloir délibérément n'en point tenir compte, c'est aller au-devant des déboires, c'est préparer les accidents de santé qui ralentiront la confiance encore timide des parents et finiront par compromettre les résultats acquis.

3° *Adopter les exercices qui conviennent le mieux à l'enfance et à l'adolescence.* — Quels sont ces exercices ? Tous ceux qui favorisent la croissance. Au premier rang doivent être classés les jeux, qui représentent le fond de l'éducation physique pendant l'adolescence. Ils sont plutôt des exercices de vitesse que de force. Ils obligent l'enfant et l'adolescent à des déplacements rapides, qui, même réduits à leur forme élémentaire, à la poursuite simple, par exemple, utilisent dans une large mesure les bras et les jambes des joueurs et répondent à toutes les exigences de l'hygiène et à l'instinct des enfants. (Voir chap. VIII. *Education physique de l'enfance.*)

Evaluation de la durée de la fatigue dans les différents sports. — Les perturbations causées dans l'organisme par la fatigue peuvent être mises en évidence en employant les mêmes tests qui servent à déceler l'état d'entraînement d'un sujet déterminé (1). Ce sont :

1° l'étude du caractère et des variations du rythme respiratoire, du rythme cardiaque, du critère oscillométrique. Chez un sujet fatigué, l'essoufflement, l'arythmie, l'effondrement de la tension sanguine sont d'observation fréquente ;

2° l'évaluation du temps de réaction motrice à une excitation sensitive donnée. L'instabilité de ce temps de réaction est caractéristique de la fatigue ;

3° l'examen de l'état du sens musculaire par l'appréciation des erreurs commises dans la notion de position des membres et dans l'évaluation d'une résistance déterminée ;

4° examen de la fonction d'équilibre dans la station verticale ;

5° forme de la courbe d'effort avant le travail et appréciation du délai nécessaire au rétablissement de la courbe normale une fois le travail terminé (à l'aide du dynamomètre dynamographe) ;

6° forme de la courbe de fatigue, au repos, d'abord, et appréciation, après le travail, du délai nécessaire à la récupération de cette courbe (à l'aide de l'ergographe de Mosso ou du compteur de travail de Dausset).

De l'ensemble de nos observations il résulte les faits suivants :

I. — *Les signes extérieurs de fatigue ont depuis longtemps disparu, alors que la fatigue existe encore et peut être mise en évidence par un ou plusieurs des tests énoncés ci-dessus.*

C'est ainsi qu'à la suite d'une *course de* 5.000 *mètres* en compétition, les signes de fatigue relevant des fonctions circulatoire et respiratoire dispa-

(1) Voir chap. XVII. *Tests d'entraînement.*

raissent assez rapidement (de deux à six heures suivant les sujets). Mais le sens musculaire demeure plus ou moins émoussé pendant 24 à 36 heures, attestant la permanence de la fatigue inscrite dans le système neuromusculaire.

A la suite d'un *assaut de lutte de* 40 *minutes* vivement mené, le lutteur récupère promptement la régularité du rythme respiratoire et du rythme circulatoire, très troublés, cependant, par ce genre d'exercice. Mais le dynamomètre dynamographe et l'ergographe attestent un fléchissement de la puissance musculaire pendant 36 heures et même davantage.

A la suite d'un *cross-country de* 18 *kilomètres*, la fonction respiratoire se rétablit la première. Le cœur est plus lent à retrouver son rythme habituel (quelquefois cinq ou six heures).

D'autre part, le temps de réaction motrice s'accroît considérablement. Il passe de 15/100 (temps de base pour un sujet donné au repos), à 90/100 de seconde, et il ne revient à sa durée normale qu'après 24 à 36 heures de repos Aussi longtemps qu'on le constate, cet allongement de la durée du temps de réponse motrice à une excitation donnée atteste la fatigue des centres nerveux.

II. — Parmi les exercices et les sports *les plus fatigants, paraissent être les courses de fond à pied effectuées en compétition.*

Une *course de* 20 *kilomètres* cause une fatigue aiguë dont on peut encore expérimentalement déceler les traces trois jours après l'épreuve.

La *lutte* et la *boxe* fatiguent moins longtemps que la course. Le *rugby* joué selon le Code olympique peut faire paraître chez une équipe incomplètement entraînée des traces de fatigue pendant 16 heures ; le foot-ball association pendant dix ou douze heures.

Une *marche libre* sur route entraîne une fatigue dont la durée varie avec la longueur de la marche, le degré d'entraînement du sujet, son chargement et la vitesse de son allure. Pour une marche de 24 kilomètres réglementairement conduite, la durée de la fatigue est en moyenne de 10 à 16 heures et plus.

III. — La durée de la fatigue, à la suite d'un exercice déterminé, est fonction :

1° *De l'état d'entraînement des sujets* ;

2° *De la vitesse avec laquelle l'exercice a été accompli* ;

3° *De la durée, du nombre et de la répartition des repos intercalés dans l'exercice.*

Pour une *marche à pied* effectuée à l'allure de 4 km. 800 à l'heure, les hommes étant chargés du poids réglementaire (18 à 25 kg.), la *durée des repos doit être moindre que le tiers et plus longue que le quart du temps consacré à la marche proprement dite.* Soit une marche de 27 kilomètres effectuée à l'allure de 4 km. 500 par 50 minutes, comportant, par conséquent, six périodes de marche. La totalisation du temps de marche sera de 50 minutes × 6 =

300 minutes (6 heures). Pour que la durée de la fatigue soit réduite au minimum pour l'ensemble de la troupe, les temps de repos échelonnés devront être compris entre plus de 75 minutes et moins de 100 minutes.

Si la troupe est entraînée, on se rapprochera de 75 minutes et l'on gagnera plus tôt le cantonnement. Si la troupe est peu ou pas entraînée, il sera justifié de tendre à donner aux marcheurs les 100 minutes de repos nécessaires pour leur permettre d'arriver au but sans fatigue.

Ces indications ont la valeur de moyennes déduites de l'observation expérimentale du travail musculaire.

CHAPITRE XVII

TESTS D'ENTRAINEMENT

Les moyens d'apprécier l'état d'entraînement ou l'état de fatigue d'un athlète adonné aux pratiques sportives sont nombreux. On sait que la *régularité et l'excellence du sommeil*, ainsi que la *stabilité du poids*, sont les signes cardinaux auxquels on reconnaît qu'un sujet est en bonne santé. Par contre, l'insomnie et l'amaigrissement sont des signes de fatigue. Mais, si l'on veut estimer le degré de l'entraînement et mesurer la fatigue, on est obligé d'avoir recours à des procédés expérimentaux. Nous ne rapporterons ici que ceux qui nous ont paru susceptibles de fournir promptement à l'observateur des résultats probants.

I. — TESTS RESPIRATOIRES D'ENTRAINEMENT

Marey a étudié autrefois, à l'aide du pneumographe, les effets des exercices et de l'entraînement sur le rythme respiratoire. Ces recherches ont été faites à l'école de gymnastique de Joinville. Il a choisi des jeunes gens qui arrivaient à l'école et qui n'avaient pas encore pris part aux exercices. Il inscrivit la respiration de chacun d'eux au repos, puis immédiatement après avoir cou-

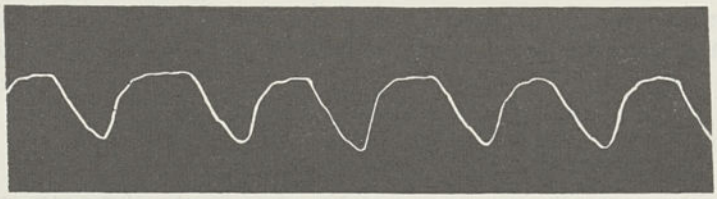


FIG. 145. — *Tracé respiratoire d'un sujet de vingt ans, bien portant et vigoureux, n'ayant jamais fait d'exercices physiques d'une manière suivie. Inégalité du rythme ; hésitation à la fin de l'inspiration qui a même une tendance à être saccadée* (14 mouvements respiratoires à la minute, au repos).

vert une distance de 600 mètres au pas gymnastique. Les tracés ont été pris de nouveau tous les mois. La comparaison des tracés a montré que, dans les premiers temps, la respiration était notablement accélérée par la course ; il y avait une grande tendance à l'essoufflement ; après quatre ou cinq mois d'exercices, il était devenu impossible de constater une accélération de la

respiration sur les hommes qui avaient couru ; l'allure était devenue cependant un peu plus rapide.

On observait, de plus, que les changements survenus dans le rythme respiratoire étaient permanents ; on les constatait même au repos ; le nombre des respirations était passé, en moyenne, de 20 à 12 par minute, mais leur amplitude s'était notablement accrue (fig. 145, 146 et 147).

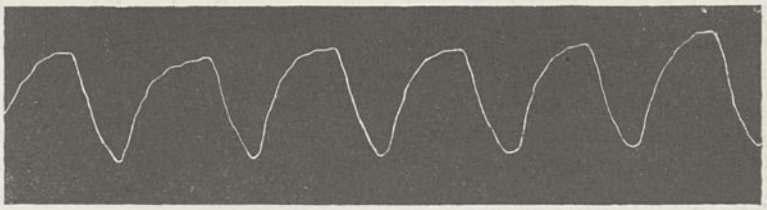


FIG. 146. — *Tracé respiratoire du même sujet, après un mois d'exercices réguliers. Amplitude plus grande des mouvements respiratoires. Rythme plus lent* (11 mouvements à la minute). Les saccades inspiratoires ont disparu.

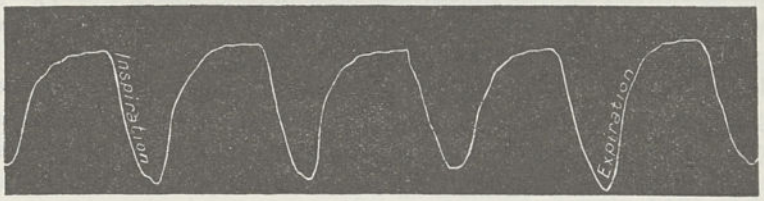


FIG. 147. — *Tracé respiratoire du même sujet, après deux mois d'exercices physiques réguliers. Amplitude encore plus grande des mouvements respiratoires. Le rythme encore ralenti* (9 à 10 mouvements à la minute).

Le ralentissement du rythme respiratoire à l'état permanent, mais surtout sa stabilité pendant les exercices, sont les principaux critères de l'entraînement local des poumons et, devrais-je dire, deux des signes essentiels auxquels on reconnaît que l'entraînement général d'un athlète est un fait accompli (1).

II. — TESTS CIRCULATOIRES D'ENTRAINEMENT

RYTHME CARDIAQUE. — Ce que nous venons de dire du rythme respiratoire s'applique au rythme cardiaque. Le nombre des pulsations s'élève beaucoup pendant les exercices pratiqués par des sujets non entraînés ; il se *stabilise au fur et à mesure que l'entraînement* se poursuit. La numération du pouls radial, si facile à l'aide d'une simple montre pourvue d'un cadran gradué en secondes, est un moyen excellent et rapide de s'assurer de l'état d'entraîne-

(1) ANDRÉ LEFEBVRE. Tests organiques d'entraînement. *Thèse Lille*, 1942.

ment du cœur. On comptera le pouls à l'état de repos, puis après un exercice qui devra toujours être le même, par exemple une course de 600 mètres, au pas gymnastique. Cette opération sera répétée chaque mois et, peu à peu, on verra, si l'entraînement est bien conduit, le nombre des pulsations, après l'exercice, se rapprocher de celui des pulsations au repos. On assistera à l'adaptation progressive du cœur au travail qu'on réclame de lui. Cette adaptation se fera d'autant plus régulièrement que les exercices choisis seront mieux appropriés à la constitution des sujets à exercer. Car le même exercice ne convient pas à tous, et *la méthode d'éducation physique idéale est celle dont les moyens sont assez variés et qui présente des ressources assez nombreuses pour offrir aux organismes les plus dissemblables le genre d'exercices qui leur convient.*

L'accélération du rythme cardiaque pendant l'exercice musculaire est un fait d'observation banale. Pour un effort minime, l'accélération est faible ; s'il est de quelque durée, la vitesse se stabilise rapidement. Pour un effort plus important, l'accélération immédiate est plus marquée et s'il se prolonge après une stabilisation de courte durée, le nombre des pulsations continue à croître lentement pour atteindre progressivement un taux stable.

Dès le début de l'exercice, ou avant même qu'il ne commence, avant donc que puissent intervenir des modifications chimiques du sang en rapport avec l'activité musculaire et capables de retentir sur le cœur, les centres régulateurs se trouvent alertés par l'activité cérébrale.

Si la tachycardie initiale dépend pour une bonne part de l'intervention des centres nerveux supérieurs, la tachycardie secondaire, d'une adaptation d'ailleurs beaucoup plus fine et plus précise liée au maintien de l'équilibre du milieu interne et aux conditions du travail, appartient davantage au domaine de l'activité réflexe.

Si certains sujets à réponse tachycardique forte sont supposés capables de soutenir un effort intense, il semble justifié dans l'état actuel de nos connaissances de ne leur permettre qu'une activité musculaire qui n'exige, ni trop souvent ni trop longtemps, un travail cardiaque trop intense, car les cœurs de ce type risquent d'être « coincés » dans leur travail lorsque la rapidité du rythme altère les conditions indispensables au fonctionnement du cœur humain.

Les cœurs à rythme de base lent, qui s'accélèrent peu par l'effort léger, et qui possèdent un myocarde puissant, paraissent plus aptes à soutenir un travail musculaire intense.

Bien avant de former des athlètes, le médecin doit s'efforcer d'assurer au plus grand nombre possible de sujets un développement en rapport avec leurs possibilités constitutionnelles (1).

ÉVALUATION DE L'ÉTAT D'ENTRAINEMENT DU CŒUR PAR LE CRITÈRE OSCILLOMÉTRIQUE (2). — Je ne puis mieux faire que rapporter ici ce que disait V. Pa-

(1) P. SPEHL. La tachycardie de l'effort. (*Bruxelles Médical*, t. 16, n° 33, 14 juin 1936.)
(2) V. PACHON. Education physique et critères fonctionnels. Les variations de la pression artérielle, critère d'entraînement. *C. R. Soc. Biol.*, 14 mai 1910.

chon sur ce critère, dès 1910 : « L'une des recherches les plus immédiatement utiles de la physiologie appliquée à l'éducation physique doit être l'établissement de critères fonctionnels, permettant de connaître à tous instants l'état actuel d'entraînement d'un sujet déterminé. Grâce à ces critères — et seulement grâce à eux, — on pourra faire un choix en même temps qu'un dosage judicieux des exercices à ordonner et à laisser seulement exécuter, dans chaque cas particulier. On pourra, en un mot, par l'emploi opportun de ces critères, établir la progression adéquate à suivre, en toutes circonstances, pour rendre l'exécution d'un exercice sûrement — et au maximum — favorable au développement physiologique de l'individu.

« C'est parce que l'on n'a disposé, jusqu'à ce jour, d'aucun critère fonctionnel exactement approprié qu'il n'existe aucune règle précise pour la limitation de l'exercice. Et c'est parce qu'une telle règle s'est trouvée absente que les mêmes exercices, les mêmes jeux, les mêmes modes d'entraînement, qui ont été profitables aux uns, ont pu être nuisibles à beaucoup d'autres. *A chacun son effort*, tel est pourtant le principe fondamental de l'éducation physique. Combien de dilatations cardiaques, de cœurs forcés — les exemples ne sont pas rares — on eût sans doute évités, grâce à la possession d'un critère qui, dans chaque cas particulier, eût permis de crier « halte » au moment propice, et de poursuivre ainsi l'exécution de l'exercice seulement dans les conditions de grandeur d'effort et de durée d'effort auxquelles l'organisme, dans le moment présent, se trouvait juste adapté.

« L'établissement de critères fonctionnels d'entraînement s'impose, en définitive, pour permettre d'établir la nature et le champ d'exercices dans lequel peut se mouvoir l'individu, à un moment donné, pour son plus grand profit physiologique. Ce problème intéresse au plus haut degré la vie sociale.

« Quels peuvent être ces critères d'entraînement ?

« L'état d'entraînement est caractérisé par le fait que, pour un travail extérieur déterminé, accompli avec une vitesse définie et dans un laps de temps donné, l'organisme sait l'accomplir avec la moinde dépense énergétique. Les muscles directement utiles à la production du travail entrent seuls en jeu, avec un mode, une synergie et une coordination de fonctionnement qui permettent un rendement optimum. L'idéal pour juger de l'entraînement serait donc d'établir le bilan de la dépense énergétique correspondant, pour chaque individu, à l'accomplissement d'un même travail extérieur exécuté par une même vitesse et dans un même temps. C'est là le critère étalon. Il est applicable à une œuvre de laboratoire, il devra servir en particulier à l'étude expérimentale du mécanisme intime de l'entraînement, mais il n'est applicable qu'à une œuvre de laboratoire et, dans la pratique courante, à des exercices seulement limités (1).

« L'étude chimique des produits de désassimilation peut aussi permettre

(1) J. Amar. Le rendement de la machine humaine. Recherches sur le travail. *Th. doct. sc.*, 1910, Paris.

de juger du sens et de la grandeur d'influence organique d'un exercice musculaire déterminé (1). Mais là encore, c'est œuvre essentielle de laboratoire.

« Depuis plusieurs mois, j'ai entrepris une série de recherches sur les relations susceptibles d'exister entre l'état d'entraînement et les variations des valeurs maxima et minima de la pression artérielle. J'étais logiquement conduit à cette étude par le fait que c'est du côté du cœur que se font les réactions de souffrance de l'organisme mal entraîné, que se développent les conséquences pathologiques d'un exercice mal choisi ou bien inconsidérément pratiqué. La question était de trouver un critère qui traduisît essentiellement la valeur fonctionnelle et l'endurance du cœur. On sait l'importance qu'a prise à ce sujet, en clinique, non plus l'étude isolée (nécessairement insuffisante) de la valeur absolue de la pression artérielle maxima, mais bien l'étude associée des variations concomitantes des valeurs maxima et minima de la pression artérielle. Dès lors se trouvait tout indiqué de rechercher l'influence d'exercices divers sur les variations concomitantes de ces éléments chez des individus inégalement entraînés » (Pachon) (2).

Des oscillomètres portatifs permettent de procéder à l'examen de la tension artérielle partout, sur la route, sur le stade et en montagne.

Les résultats fournis par cette méthode d'investigation ont été résumés ainsi qu'il suit par V. Pachon :

« *a*) Chez l'individu à entraînement absolument nul, complètement inadapté dans le moment présent à l'exercice auquel il est soumis, les valeurs de la pression artérielle fléchissent immédiatement ;

« *b*) Chez l'individu présentant un certain degré d'entraînement ou d'adaptation naturelle à un exercice déterminé, il se produit au contraire une hausse primitive des valeurs de la pression artérielle. Ces valeurs de travail restent un temps déterminé à un régime fixe : cette fixité marque la constance de travail de l'appareil cardio-vasculaire pendant cette période, qui apparaît alors comme la phase d'entraînement de l'individu à l'exercice. Celui-ci peut être continué tout le temps pendant lequel les pressions restent à leur plateau de travail;

« *c*) La chute secondaire et progressive des valeurs de la pression artérielle et surtout, dans le cas particulier, de la pression maxima, traduit le fléchissement cardiaque. Et ainsi l'hypotension, qui se manifeste alors, marque le signal d'alarme qui doit imposer la fin de l'exercice.

« *d*) Le retour des valeurs de la pression artérielle à la normale est très lent, chez les individus non entraînés ou non adaptés, à un exercice qui les a mis en hypotension. Il se fait, au contraire, rapidement chez les individus entraînés ou adaptés, qui cessent l'exercice pendant que leurs pressions maxima et minima présentent leur valeur de travail.

« En définitive, tandis que l'observation seule du pouls est absolument insuffisante pour juger de l'endurance d'un organisme en cours de production

(1) Cf. en particulier : L.-C. MAILLARD. Le métabolisme de l'azote humain, les diverses formes de la dénutrition azotée dans l'état normal et pathologique. *Revue scientifique*, 26 février et 5 mars 1910.

(2) V. PACHON. *Loc. cit. Soc. de Biol.*, 14 mai 1910.

de travail, le critère oscillométrique constitue manifestement, au contraire, un critère très sensible de la valeur fonctionnelle individuelle (1). »

Cette méthode doit être tenue pour excellente. Il est indispensable de doser à tout instant les réactions cardiaques de l'effort. L'étude du critère oscillométrique montre une différence fondamentale et *vraiment spécifique* des résultats, suivant l'expression de R. Fabre (2), entre les individus entraînés et ceux qui ne le sont pas. Les « valeurs de travail », le «plateau de travail» et le «signal d'alarme », représenté par la chute de la tension maxima, constituent ses caractéristiques fondamentales.

Pruche a, d'autre part, montré la possibilité de définir cliniquement et rapidement la valeur fonctionnelle des deux cœurs (3).

Les indications que peut donner au point de vue de la direction physique d'un sujet, au point de vue même de l'organisation de la vie et de l'effort quotidien de chacun de nous, le relevé fait, de temps à autre, de la tension artérielle, sont précieuses.

Nous pensons avec L. Chauvois (4) que les signes avertisseurs, fournis par ces examens pratiqués au repos et dans l'effort, peuvent amener à changer complètement une méthode d'entraînement ou des habitudes de vie auxquelles on s'abandonnait dans une sécurité trompeuse, et l'on peut dire vraiment que l'appareil à tension est aussi nécessaire pour la conduite de la machine humaine que le manomètre pour la surveillance de la machine à vapeur.

Pour rendre ces mesures plus aisées, en rendant plus maniable l'appareil qui a réussi le premier l'étude précise des variations de la pression artérielle, Boulitte l'a rendu portatif. Toutes ses parties ont été mises en permanente communication, solidement reliées les unes aux autres et incluses dans un étui-sacoche. La prise d'une tension peut avoir lieu partout, en promenade, sur le stade, en montagne. Elle demande, dans ces conditions, au plus une demi-minute. Sans dévissage, sans déballage, on peut procéder à une série d'observations, et se transporter d'un point à un autre, l'appareil porté en bandoulière demeurant ouvert. Quand on a fini, il suffit de remettre le brassard dans son compartiment et la pompe dans sa gouttière, de rabattre le couvercle et de replacer par simple bascule l'écrin en position de sacoche photographique.

Nous avons pensé que ces améliorations apportées à la présentation d'un appareil qui se signale par tant de précieuses qualités rendraient son emploi plus commode pour toute prise de tension qu'il s'agit de mener vite, comme c'est le cas chez des arrivants d'épreuves sportives.

III. — TEST SANGUIN

D'après L. Brouha, le taux du lactate sanguin est stable chez les sujets entraînés.

Les sujets soumis à un examen de ce genre effectuent une épreuve type (course de dix minutes à 9 km. 300 à l'heure). Cinq minutes après la cessation

(1) H. Vaquez et de Chaisemartin (*Acad. Méd.*, 22 mars 1932) ont démontré que l'élévation de la pression moyenne au delà de 110 millimètres Hg ou son décalage excessif en plus ou en moins, dans les minutes qui suivent immédiatement l'effort, traduisent le fléchissement cardiaque et commandent une grande prudence au cours de l'entraînement.

(2) R. Fabre. Dynamique cardiaque et exercices physiques. *Congrès internat. d'éducat, physique*. Bordeaux, 1923.

(3) Pruche. Détermination de la valeur fonctionnelle du cœur. *Soc. méd. de Paris*, 27 avril 1946.

(4) Sur une nouvelle présentation du Pachon, dite « Pachon de sport ». *Presse médicale*, 23 juillet 1924.

de l'épreuve, on soutire d'une veine, au pli du coude, quelques centimètres cubes de sang aux fins du dosage de l'acide lactique. Les lactates sanguins baissent régulièrement pendant une période d'entraînement (de 70 à 30 mmgr. par 100 cc. de sang) et remontent aussitôt après son interruption.

Brouha croit que le taux du lactate sanguin est un test si caractéristique de la forme d'un athlète que l'on pourrait, par ce procédé, prédire, presque à coup sûr, le vainqueur d'une épreuve (1).

IV. — TEST URINAIRE

J'ai indiqué au chapitre VI, page 163, ce qu'était ce test, basé sur l'examen des urines, et décrit par A. Donnaggio, de Bologne. Je n'y reviendrai pas ici.

V. — ÉVALUATION DU TEMPS DE RÉACTION

C'est une notion acquise que, chez un sujet bien portant, ayant un système neuromoteur intact, une excitation mécanique portée sur une région de la périphérie du corps est promptement ressentie et peut, suivant les cas, provoquer très rapidement une réponse motrice. Une foule de causes, parmi lesquelles la fatigue, peuvent faire varier la vitesse de cette réponse.

Nous avons donc cherché à mesurer chez les athlètes le temps qui s'écoule entre une excitation tactile et la réponse motrice correspondante. Dans ce but, nous avons construit un explorateur dont l'idée nous a été donnée par la lecture du livre du Pr Starling : *Outlines of Practical Physiology*. Il se compose essentiellement d'une planchette sur laquelle est fixé un tube de caoutchouc fermé à l'une de ses extrémités et conjugué à l'autre extrémité avec un tambour inscripteur. Deux touches de bois légères, articulées avec la planchette, reposent sur le tube de caoutchouc et permettent de le déprimer. Chaque fois que l'on provoque sa dépression, la variation de pression qui se produit dans le tube de caoutchouc est transmise au tambour enregistreur qui mobilise le stylet.

Le dispositif de l'expérience est le suivant : un bandeau épais et large est placé sur les yeux et les oreilles du sujet à examiner, de manière à l'isoler autant que possible du milieu extérieur, à supprimer le contrôle de la vue et de l'ouïe, enfin, à ne lui laisser que son système de sensibilité cutanée pour recevoir les impressions venues du dehors. Cette précaution préalable prise, nous plaçons ses deux index au contact de chacune des extrémités libres des petites touches de bois. Un signal électrique, relié à un diapason qui lui imprime cent vibrations par seconde, permet d'inscrire préalablement la ligne ondulée des temps sur

(1) L. Brouha et Dill. *C. R. Congrès intern. méd. appl. à l'éd. physique et aux sports*, 1937, 151-156. Expos. univ. Paris. Rey, édit., Lyon.
L. Brouha. « L'entraînement. » *C. R. du Ier Congr. intern. biol. appliq. à l'éd. physique et aux sports*. Bruxelles, 1939, p. 146.

un cylindre enregistreur (fig. 148). Chaque ondulation répond à 1/100 de seconde.

Ces dispositions étant prises, on excite par une percussion aussi brève que possible l'un des index du sujet observé, et on demande à ce dernier de répondre à cette excitation en agissant sur l'autre touche avec l'index non percuté. Pour éviter que l'excitation et la réponse ne donnent lieu à des oscillations du stylet trop étendues, il est bon de limiter la course de chacune des touches, de manière qu'elles n'écrasent pas complètement le tube de caoutchouc. Cette précaution rend le tracé plus net. Ce qu'il importe de noter, en effet, ce n'est pas la forme des dépressions imprimées au tube de caoutchouc, mais le moment de l'excitation et celui de la réponse.

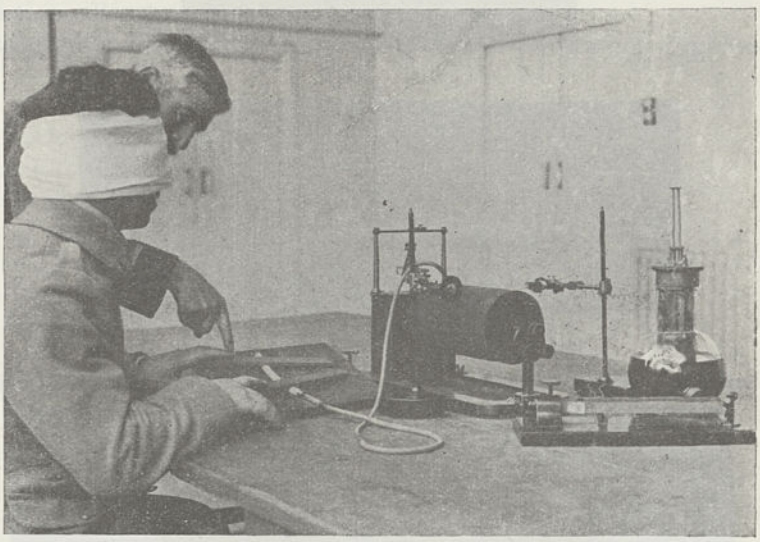


FIG. 148. — *Dispositif pour l'évaluation du temps de réponse à une excitation tactile donnée.*

Les conclusions auxquelles nous sommes arrivés en utilisant ce dispositif expérimental sur un grand nombre de jeunes gens, athlètes confirmés ou élèves stagiaires, sont les suivantes :

1° La durée du temps de réaction motrice est variable selon les sujets. Elle oscille dans de très larges limites (entre 8/100 et 35/100 de seconde) ;

2° Pour un sujet donné, le temps de réaction varie suivant des circonstances diverses susceptibles d'influencer fonctionnellement son système neuromoteur ;

3° La fatigue ralentit la vitesse des réactions motrices. Ce ralentissement est d'autant plus accusé que la fatigue est plus grande ;

4° Un homme non entraîné a un temps de réaction qui lui est propre. Avec les progrès de l'entraînement, ce temps de réaction diminue jusqu'à un minimum qui ne peut être réduit davantage ;

5° Lorsqu'un sujet entraîné cesse de s'exercer et perd les bénéfices de son entraînement, la durée minima du temps de réaction qui lui est propre aug-

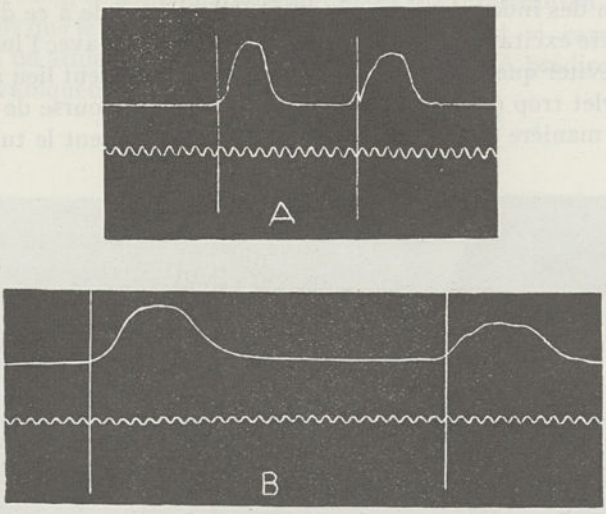


FIG. 149. — *Mesure du temps de réaction.*
A, sujet non entraîné, au repos, vingt ans, 11/100 de seconde. — B, même sujet après une *course* de 1.500 mètres, 26/100 de seconde.

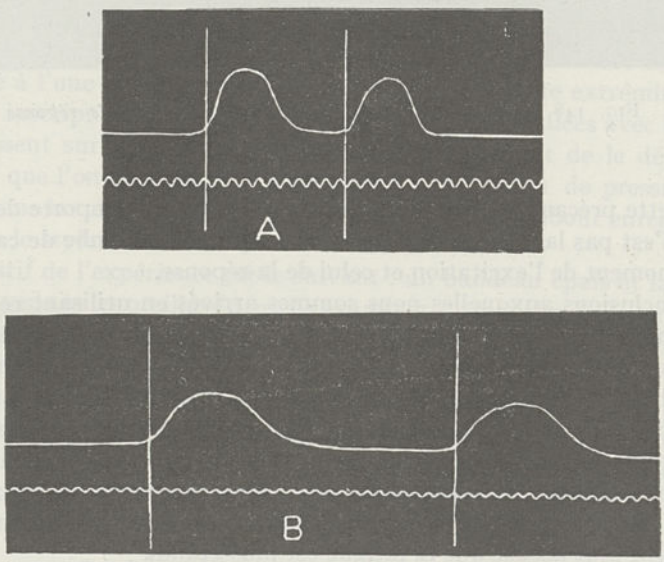


FIG. 150. — *Temps de réaction d'un lutteur peu entraîné.*
A, au repos, 10/100 de seconde. — B, après un assaut de lutte de vingt minutes, 24/100 de seconde.

mente et revient peu à peu au temps enregistré avant la période d'entraînement. En d'autres termes, le système neuromoteur qui avait acquis de la vitesse par l'exercice, perd cette qualité quand l'exercice est délaissé.

Au cours d'une période d'entraînement, la diminution progressive de la durée du temps de réaction est l'indice de l'amélioration apportée par l'exercice dans le fonctionnement du système neuromoteur. Au contraire, l'allongement du temps de réaction atteste soit la fatigue, soit la perte de la « condition » sportive. Outre la fatigue, la chaleur atmosphérique, quand elle est accablante, le froid, l'insomnie, les préoccupations morales, l'ensoleillement, la digestion, allongent la durée du temps de réaction.

L'accoutumance d'un sujet soumis fréquemment au contrôle expérimental

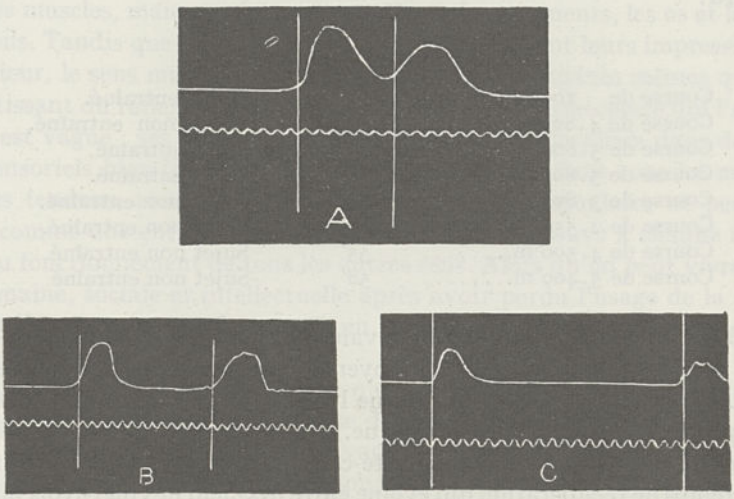


FIG. 151. — *Temps de réaction d'un coureur.*
A, au repos, 7/100 de seconde. — B, après 1.000 mètres de course, 13/100 de seconde. C, après 2.000 mètres, 20/100 de seconde.

est sans influence notable sur la durée du temps de réaction. Toutefois la surprise inhérente à une première observation doit toujours inciter l'observateur à procéder sur le même sujet à une série d'épreuves successives. Seule, la lecture de l'ensemble des tracés indiquera l'allure de la réaction motrice (fig. 149 à 151).

Le temps de réaction a une constance remarquable tant que le sujet considéré se trouve entraîné et en bonne condition. C'est parmi les escrimeurs que nous avons rencontré les temps de réaction les plus courts.

Notons enfin qu'il est des sujets à réactions neuromotrices constamment ralenties ; d'autres sont très instables : tantôt ralentis, tantôt normaux et tantôt accélérés. En réalité, de tels sujets sont exceptionnels. La majorité de ceux que nous avons observés répondent aux conditions physiologiques que nous avons indiquées plus haut.

VI. — TEST DE RÉCUPÉRATION CHRONAXIQUE

Mouriquand et J. Coisnard (1) ont recherché, chez l'homme, le temps de « récupération chronaxique vestibulaire », c'est-à-dire le temps mis par un sujet après la fin d'une épreuve sportive pour revenir à son chiffre initial, c'est-à-dire à la « chronaxie vestibulaire basale ». Après une épreuve sportive (course de fond de 3.000 m. ou de 5.000 m.), la prise de la chronaxie vestibulaire faite dès l'arrêt de l'épreuve a toujours montré une importante « plongée » chronaxique au niveau de 0 σ 5, 1 ou 2 σ. A la suite de cette plongée, le temps de récupération apparaît comme un véritable test de valeur sportive du sujet. Voici quelques chiffres obtenus par Mouriquand et Coisnard:

Temps de récupération

Course de 100 m.....	27'30''	Sujet entraîné.
Course de 4.800 m.....	61'	Sujet non entraîné.
Course de 5.800 m.....	23'7''	Sujet entraîné.
Course de 5.800 m.....	19'53''	Sujet entraîné.
Course de 3.800 m.....	40'	Sujet non entraîné.
Course de 2.550 m.....	66'	Sujet non entraîné.
Course de 4.500 m.....	55'	Sujet non entraîné.
Course de 5.400 m.....	58'	Sujet non entraîné.

La chronaxie vestibulaire basale, évaluée d'après la technique mono-auriculaire de Bourguignon, oscille en moyenne, suivant les sujets, entre 9 σ et 22 σ. Le tableau ci-dessus montre que l'entraînement raccourcit fortement le temps de récupération chronaxique. Alors que les amateurs ont une moyenne de récupération de cinquante-cinq minutes, les athlètes entraînés ont un temps de récupération qui évolue entre dix-neuf et vingt-trois minutes. De plus, le point de départ vestibulaire initial n'influe pas sur le temps de récupération. C'est ainsi que des sujets partis de 21 σ ou de 9 σ ont eu des temps de récupération chronaxique vestibulaire voisins pour une même longueur de course. Certains aliments ou médicaments raccourcissent encore le temps de récupération (sucre, aneurine, phosphates, acide ascorbique).

Le test de la « récupération chronaxique vestibulaire » mérite de prendre place à côté des autres tests permettant d'apprécier la capacité sportive des individus. Déjà, en 1936, Covaciu-Ulmeanu, dans sa thèse intitulée : *Effort volontaire et chronaxie*, avait démontré que le temps nécessaire pour que les chronaxies reviennent à leurs valeurs initiales de repos, se raccourcit au fur et à mesure que l'entraînement se poursuit (2).

(1) G. Mouriquand et J. Coisnard. Sport et chronaxie vestibulaire. Le test de récupération chronaxique. *Presse médicale*, 7 juillet 1945.

(2) Covaciu-Ulmeanu. Effort volontaire et chronaxie. *Thèse pour le doctorat d'Université (sciences)*, 1936.

VII. — EXPLORATION DU SENS MUSCULAIRE PAR L'APPRÉCIATION DE LA NOTION DE POSITION ET DE LA NOTION DE RÉSISTANCE

Les muscles participent aux fonctions sensitives et sensorielles comme *exécuteurs* des ordres émanés du système nerveux. Mais leur rôle ne se borne pas là. Ils deviennent à leur tour *informateurs* du système nerveux en lui renvoyant, sous forme d'excitation, l'indication de leur propre mouvement ou de leur travail. L'ensemble de ces excitations et la conscience parfois indistincte que nous en avons, constituent ce qu'on appelle couramment le *sens musculaire* ou *cinesthésie*.

En réalité, la source des impressions cinesthésiques ne réside pas seulement dans les muscles, mais aussi dans les tendons, les ligaments, les os et les articulations. Tandis que les sens proprement dits reçoivent leurs impressions de l'extérieur, le sens musculaire reçoit les siennes des organes mêmes qui sont l'aboutissant du réflexe sensitivo-moteur. De plus, la conscience qui l'accompagne est vague ; ses organes récepteurs ne sont pas localisés dans des cantons sensoriels bien limités ; ils se trouvent répartis dans tous les muscles, tous les tendons, toutes les articulations. Le sens musculaire ne peut être conçu comme une entité physiologique isolée : il se trouve à chaque instant mêlé au fonctionnement de tous les autres sens. Alors qu'on peut vivre d'une vie humaine, sociale et intellectuelle après avoir perdu l'usage de la vue ou celui de l'ouïe, on ne peut concevoir un homme vivant qui aurait été privé du sens musculaire.

C'est probablement le premier sens qui se développe chez les êtres inférieurs réduits, comme l'amibe, à une masse de protoplasma contractile.

« La substance contractile se sent vaguement comme chose mue, dit Beaunis ; elle a la notion indistincte de son propre mouvement. Puis, peu à peu, paraissent et se développent les sensibilités spéciales, le toucher en première ligne, puis la vue, l'ouïe, et l'on voit l'intelligence grandir parallèlement, à mesure que les sensibilités spéciales se perfectionnent. »

C'est le sens musculaire qui nous démontre le mieux la nature et la réalité des formes du monde extérieur. Nous mesurons la résistance des objets à l'aide de notre puissance motrice. Tout obstacle qui limite le mouvement éveille l'idée de la démarcation qui existe entre le sujet et l'objet, entre le moi et le non-moi.

Dès 1874, Sachs démontra l'existence des nerfs sensitifs dans les muscles. L'année suivante, Erb, en étudiant les réflexes à point de départ tendineux, à propos du réflexe rotulien, eut l'idée qu'il existait, de même, des nerfs sensitifs dans les tendons.

Depuis lors, de très nombreux anatomistes ont démontré que les muscles qui évoquent, avant tout, l'idée de motricité, ne sont pas moins des organes sensibles. C'est la sensibilité musculaire qui intervient pour donner une base à notre jugement lorsque nous estimons qu'un poids a telle valeur ou est plus ou moins lourd que tel autre.

Les nerfs sensitifs des muscles reçoivent, chaque fois que se produit une contraction musculaire, une impulsion excitatrice proportionnée à la grandeur de cette contraction et qui retourne au système nerveux. En réfléchissant ainsi, à sa manière, l'excitation qu'il a reçue, le muscle en accuse réception au système nerveux et le renseigne du même coup sur l'effet moteur commandé par lui.

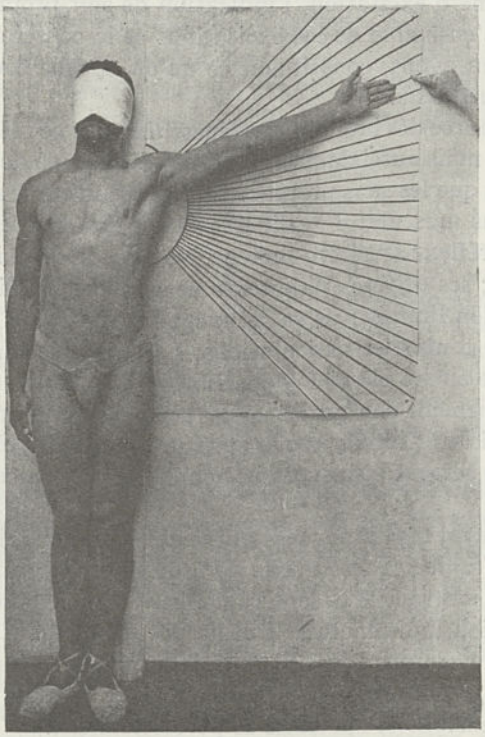


FIG. 152. — *Examen de la notion de position des membres* (exploration du sens musculaire). *Premier temps : le bras gauche est placé en regard d'un rayon qu'on repère.*

Le système nerveux utilise souvent, séance tenante, les informations provenant de cette source pour mettre en jeu des groupes musculaires doués de fonctions antagonistes (fléchisseurs et extenseurs, par exemple) en vue de proportionner les contractions aux effets à accomplir.

Regaud et Favre ont décrit les relations anatomiques des fibres musculaires et des tendons avec leurs nerfs sensitifs propres. Ceux-ci, aplatis et rubanés à leurs extrémités, se moulent sur les fibres des faisceaux tendineux et musculaires, s'insinuent entre elles et les enserrent étroitement. Ils apparaissent aussi, en certains endroits, pourvus d'appareils récepteurs tactiles analogues à ceux des papilles du derme sous-cutané.

De semblables dispositifs nerveux ont été également décrits dans les ligaments, les membranes articulaires, le périoste et les os.

La sommation des impressions reçues par l'ensemble de ces nerfs sensitifs nous permet d'estimer les variantes propres à chaque contraction musculaire. Grâce à eux, notre volonté, exactement informée, ordonne à chaque instant, à chaque seconde, les actes moteurs appropriés aux circonstances.

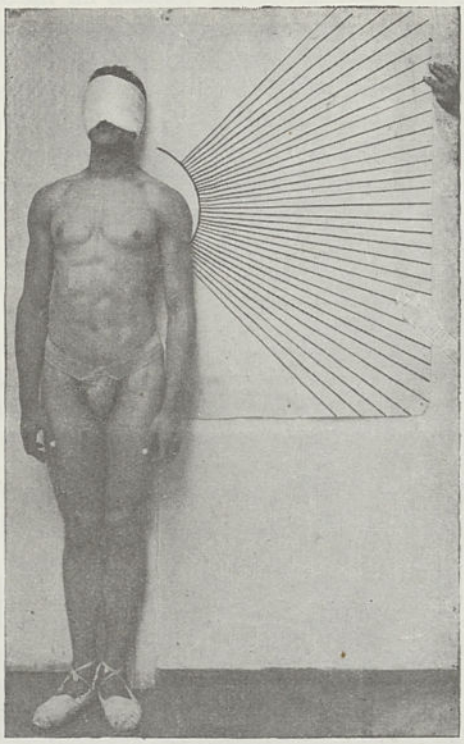


FIG. 153. — *Examen de la notion de position des membres. Deuxième temps : durée dix secondes.*

Pour se rendre compte de l'état d'un sujet, au point de vue moteur, nous chercherons donc à déterminer chez lui le degré d'exactitude :

1° De la *notion de position des membres* ;

2° De la *notion de la résistance qui peut lui être opposée du dehors.*

EXAMEN DE LA NOTION DE POSITION DES MEMBRES. — Cette notion est de celles qui, sauf le cas de maladie, ne nous abandonnent jamais. Elle est directement présente à la conscience et indique les variations fonctionnelles les plus légères de notre dynamisme nerveux. L'exactitude de la notion de position traduit l'équilibre de notre système neuromoteur ; son inexactitude exprime, au contraire, l'état de fatigue ou de maladie.

P. Bonnier a donné, à cette notion de position des membres, une importance sous le nom de *sens des attitudes segmentaires* (notion de la position relative des segments articulés de notre corps).

En réalité, il n'y a pas que la sensibilité musculaire qui intervienne pour nous renseigner exactement sur la position de nos membres. Elle est complétée par la sensibilité articulaire (Golscheider et Lewinsky). Enfin, certains auteurs, comme Schiff et Aubert, ou plus récemment, Bourdon, plaident

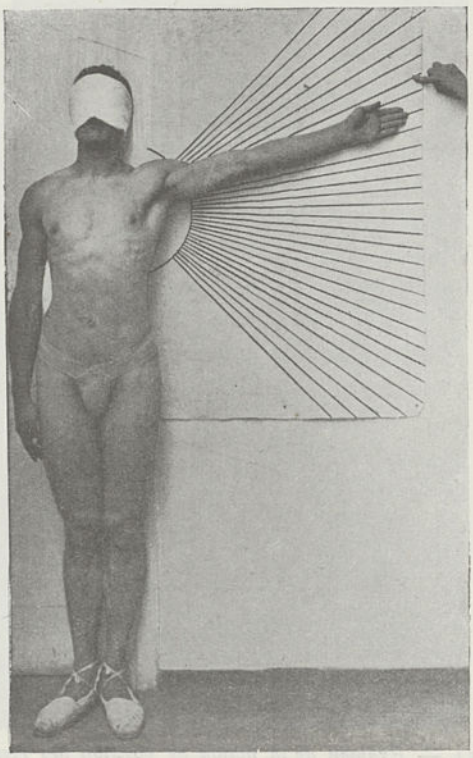


FIG. 154. — *Examen de la notion de position des membres. Troisième temps : erreur d'appréciation de deux lignes, soit* 10 *centimètres.*

pour la sensibilité cutanée qui, en raison de sa delicatesse, suffirait à nous renseigner sur le moindre changement d'attitude.

D'après Ruffini, il faudrait distinguer parallèlement deux sensibilités de la peau, l'une superficielle qui est particulière au sens de la perception cutanée, l'autre profonde, qui appartient, en même temps, aux organes de la locomotion et qui doit intervenir parallèlement à celle de ces organes mêmes, dans nos mouvements d'ensemble.

Quoi qu'il en soit, un sujet qui a une juste notion des attitudes segmentaires peut être considéré comme en état de tonus nerveux normal. Au contraire, un sujet qui commet des erreurs dans l'appréciation de la position de

ses membres doit être considéré comme fatigué ou lésé dans son système nerveux ; il sera d'autant plus fatigué et d'autant plus gravement lésé que les erreurs d'appréciation commises par lui seront plus grossières.

Pour procéder à l'exploration de la notion de position des membres, nous opérons de la manière suivante : après avoir bandé les yeux du sujet examiné, nous imprimons à l'un de ses membres un changement de position. Celle-ci est repérée sur un tableau spécial où ont été tracées une série de lignes divergentes ayant sensiblement leur point de départ au niveau du centre de l'épaule du sujet examiné. Ces lignes doivent être tracées de telle façon qu'elles soient distantes de 5 centimètres, à 1 mètre de leur point de départ. Le membre déplacé est maintenu par le sujet dans cette première position pendant dix secondes. Après quoi, le membre est ramené à sa position de repos pendant un temps égal à celui de son déplacement. Ce délai écoulé, nous commandons au sujet dont les yeux sont bandés de répéter le mouvement du début. Nous constatons alors sur le tableau porteur des lignes divergentes l'écart qui existe entre la première position du membre et la seconde. Cet écart est plus ou moins appréciable. Il exprime, pour un sujet donné, la variation individuelle du sens des attitudes. Peu sensible (0 m. 03 à 0 m. 05) dans l'état d'une condition athlétique parfaite, il peut être très appréciable (0 m. 10 à 0 m. 18) dans le cas de fatigue ou de surmenage (fig. 152, 153, 154).

Examen de la notion de résistance. — Lorsque la contraction musculaire s'exerce à l'encontre d'une résistance qu'il faut surmonter, le système nerveux apprécie l'importance de cette résistance et y proportionne la contraction. Il y a énergie dépensée par le muscle et, suivant les cas, tension plus ou moins forte de ses fibres et de celles de son tendon.

La notion de résistance se dégage de la comparaison entre les termes suivants : pression de l'objet contre la peau, qui met en jeu la sensibilité cutanée ; traction exercée sur les tendons, qui nous renseigne sur l'intensité de la contraction musculaire rendue nécessaire pour déplacer l'objet qui résiste ; étendue du mouvement des surfaces articulaires mobilisées, appréciées par les organes de la sensibilité articulaire.

L'exactitude de cette notion atteste un état normal du fonctionnement neuromoteur. Au contraire, son imprécision traduit un état de fatigue ou une lésion nerveuse.

Pour pratiquer l'examen de la notion de résistance, nous procédons de la manière suivante : le sujet ayant les yeux bandés, afin de supprimer le contrôle de la vue, nous l'invitons à soulever un poids placé à ses pieds (200 grammes) et relié à l'une de ses mains par un fil. On doit pouvoir l'accroître ou le diminuer, à l'insu du sujet examiné, en utilisant un jeu de petits disques métalliques, de poids connu (variant chacun de 2 à 15 grammes) tantôt enlevés et tantôt, au contraire, ajoutés. On note les impressions du sujet et on recherche quel est le plus petit poids dont l'adjonction, ou bien la soustraction, est perçue par lui. La plus petite différence de poids perçue

en plus ou en moins représente le seuil du sens musculaire, considéré au point de vue de la notion de résistance. Il varie selon l'âge, la répétition plus ou moins fréquente de l'examen, l'état d'entraînement, de santé et de fatigue

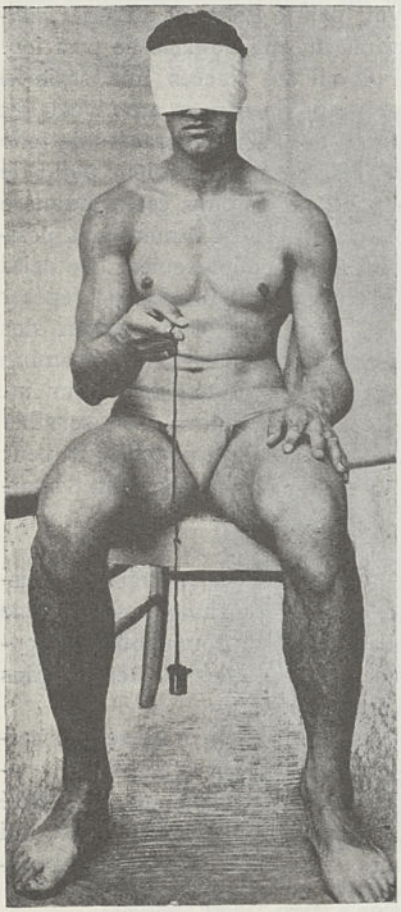


FIG. 155. — *Examen de la notion de résistance. Premier temps : le sujet prend la notion d'une résistance donnée, représentée par un certain poids placé au bout d'un fil et fixé à l'index du sujet observé.*

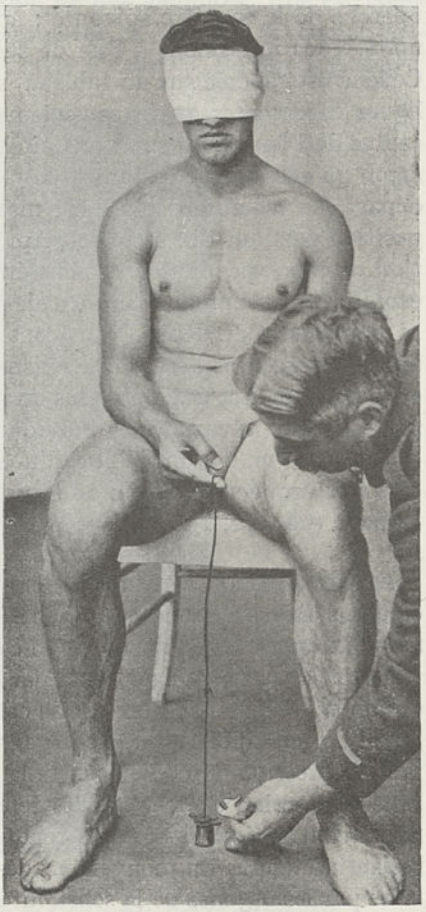


FIG. 156. — *Examen de la notion de résistance. Deuxième temps : on fait varier le poids placé au bout du fil en ajoutant ou en enlevant un ou plusieurs disques métalliques de poids connu de l'observateur. Le sujet en expérience prendra la nouvelle notion de résistance et signalera les différences de poids qu'il perçoit.*

du sujet observé. Des différences moyennes de 6 à 10 grammes peuvent ne pas être perçues normalement. Il nous a paru y avoir trouble fonctionnel du système neuromoteur quand une différence de 15 grammes et plus n'est pas ressentie, le poids initial soulevé étant de 200 grammes. Toutefois, avant de porter un diagnostic, il faut connaître l'équation personnelle du sujet

examiné et rapporter les résultats à cette équation personnelle. Il nous est arrivé de voir un coureur bien reposé apprécier des différences de 5 et 6 gr. et ce même coureur incapable de noter une différence de 40 grammes à la suite d'une course de fond de 3.000 mètres. La même remarque a été faite chez des foot-ballers avant et après une partie de rugby et dans la plupart des exercices sportifs, pour peu que ces derniers aient été vivement menés (fig. 155, 156, 157).

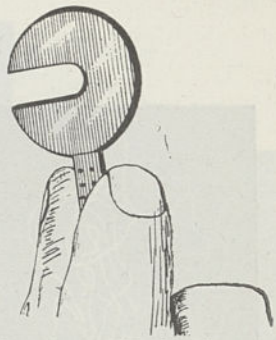


FIG. 157. — *Un des disques servant à la recherche de la notion de résistance. Il peut être ajouté au poids primitivement soulevé ou soustrait de ce poids à l'insu du sujet observé, grâce à sa forme plate, à l'encoche et à l'appendice dont il est muni.*

Ce qui est particulièrement intéressant, c'est de noter pendant combien de temps persistent les troubles neuromoteurs afférents à la notion de position et à la notion de résistance, à la suite d'exercices, de sports et d'efforts divers. Nous avons vu des boxeurs ne récupérer leur exactitude d'appréciation motrice que plus de trois jours après un combat prolongé. La fatigue se faisait sentir pendant ce délai sur leur système neuromoteur. Mais, comme nous le verrons plus loin, c'est surtout à l'ergographe qu'il faut demander la détermination de la *durée de l'état de fatigue.*

VIII. — EXAMEN DE LA FONCTION D'ÉQUILIBRE DANS LA STATION VERTICALE

Les oscillations du corps d'un sujet qui se tient debout nous donnent des renseignements sur la précision de l'ensemble des contractions musculaires réflexes préposées au maintien de son équilibre. Ces oscillations croissent en raison directe de l'état de fatigue du sujet observé.

Comme chacun sait, le corps est supporté par l'articulation tibio-tarsienne. Les moindres déplacements dont cette articulation est le siège se traduisent par des oscillations du sommet de la tête qui ont une amplitude relativement considérable. On enregistre ces mouvements en fixant sur le sommet de la tête un stylet qui laisse une trace sur une feuille de papier recouverte de noir de fumée, tendue horizontalement au-dessus de la tête, à une hauteur convenable. Ce procédé, imaginé autrefois par Vierordt, a été méthodiquement employé par différents observateurs, notamment par Lietenstorfer, qui l'a utilisé pour étudier la fatigue chez les soldats tenus de garder l'immobilité dans le rang. Il avait fait porter ses observations sur les hommes du 4e régiment d'infanterie bavaroise.

Nous avons repris ces expériences sur les jeunes hommes adonnés régulièrement aux exercices physiques. Les oscillations sont d'autant moins grandes que l'homme est mieux entraîné et, pour un homme entraîné, elles sont d'autant moins accusées que l'homme est moins fatigué.

Le réflexe de l'équilibre a son point de départ dans les nerfs de la peau de

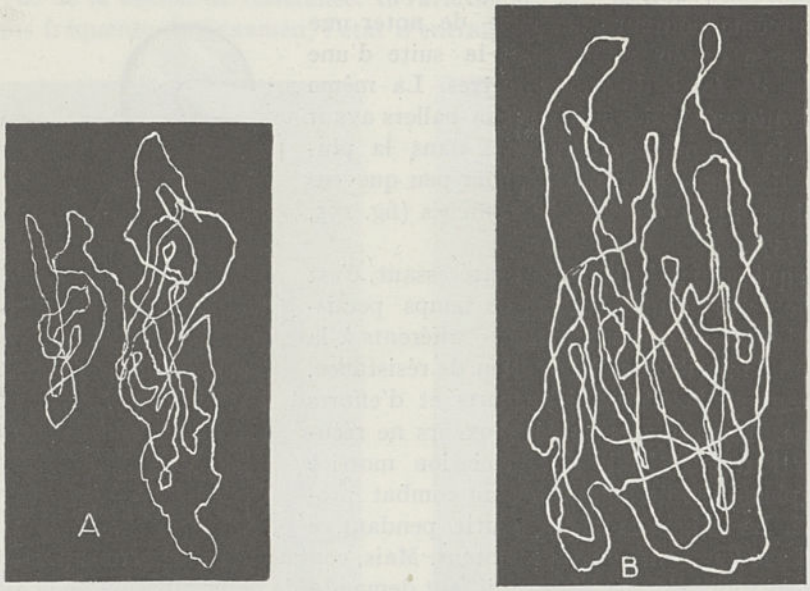


FIG. 158. — *Tracé des oscillations céphaliques obtenu chez un homme de vingt ans n'ayant jamais fait d'exercice physique* (yeux bandés).

A, au repos. — B, après un travail de terrassement de deux heures. Durée de l'observation : trois minutes.

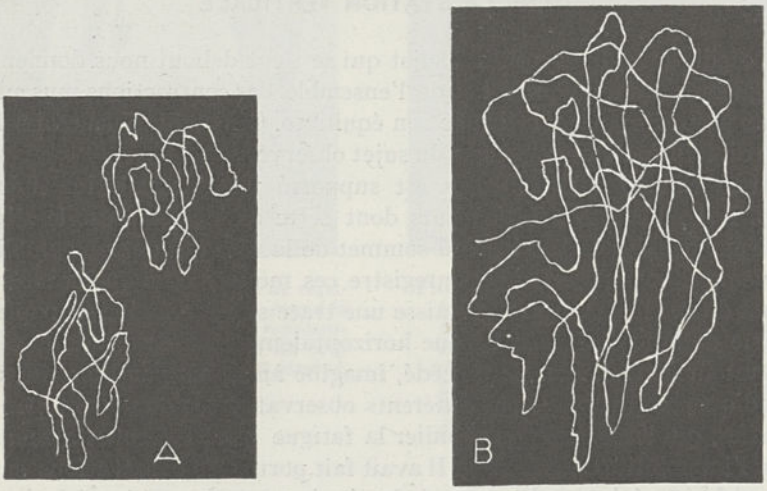
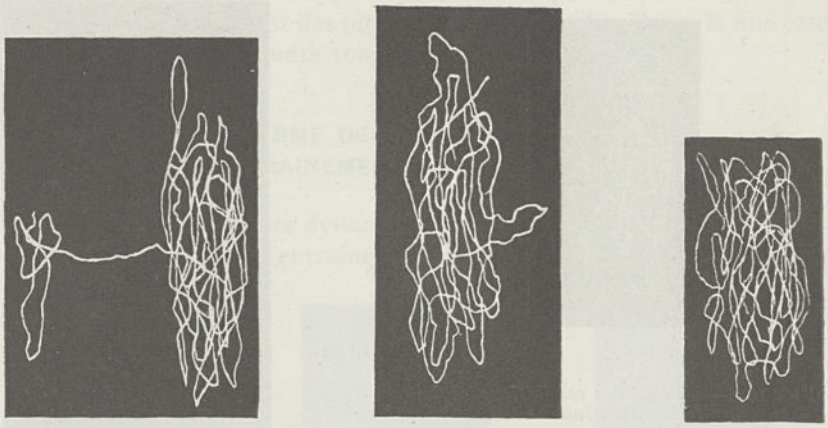


FIG. 159. — *Tracé des oscillations céphaliques chez un boxeur.*

A, avant un assaut. — B, après le sixième round. Durée de l'observation : trois minutes.

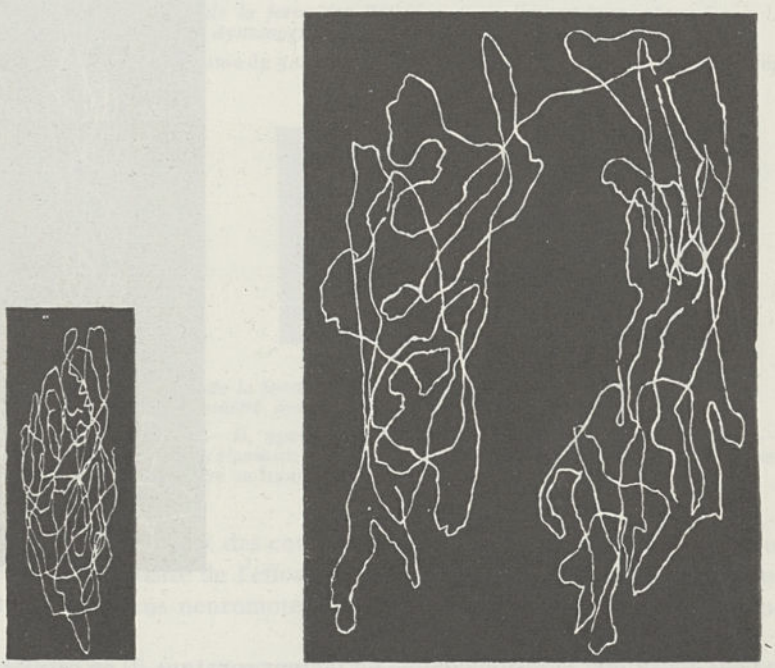
la région plantaire et dans ceux des tendons et des muscles du pied et de la jambe. Ces impressions sensitives sont réfléchies dans l'écorce grise céré-

belleuse sur les nerfs moteurs qui en partent pour régler la tension des muscles antagonistes des membres inférieurs et du tronc dont les contractions



A B C

FIG. 160. — *Tracé céphalique obtenu chez un homme entraîné.*
A, au repos. — B, après une leçon d'éducation physique d'une heure.
C, après une leçon d'escrime d'un quart d'heure.

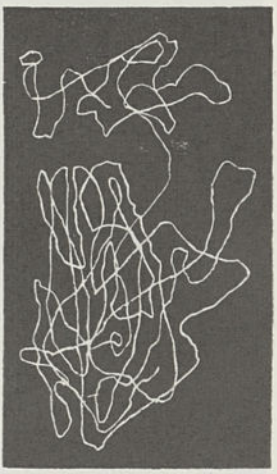


A B

FIG. 161. — *Tracé céphalique obtenu chez un homme tout à fait entraîné.*
A, au repos. — B, après une course de 3.000 mètres.

synergiques maintiennent le corps dans la position verticale. L'organe de la vue intervient également. L'occlusion des yeux exagère les oscillations. Mais

A

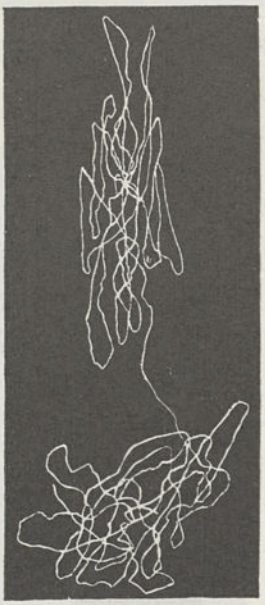


B

FIG. 162. — *Tracé des oscillations céphaliques d'un lutteur.*

A, au repos. — B, après un assaut de lutte de cinquante minutes.

A



B

FIG. 163. — *Tracé des oscillations céphaliques d'un coureur.*

A, au repos. — B, après une course de 5.000 mètres.

on peut considérer la vision comme un facteur constant. Il en résulte qu'il est inutile de bander les yeux des sujets que l'on examine. En le faisant, on amplifie les tracés et on rend sans doute plus perceptibles les variations de la

fatigue, mais on a de grandes difficultés, en raison même de l'étendue des oscillations, à obtenir de bons tracés (fig. 158 à 163).

Ces tracés peuvent être complètement altérés par les variations de la sensibilité plantaire et l'état des pieds après une marche. Il y a là une cause notable d'erreur dont il faudra toujours tenir compte.

IX. — FORME DE LA COURBE D'EFFORT A L'ÉTAT D'ENTRAINEMENT ET A L'ÉTAT DE FATIGUE

A l'aide du dynamomètre dynamographe utilisé par un même sujet aux différentes périodes de son entraînement, et dans des conditions expérimen-

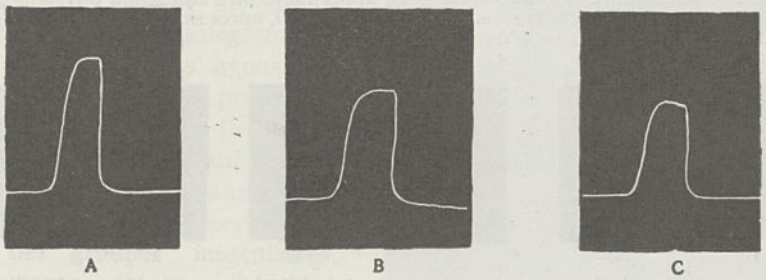


FIG. 164. — *Variations de la force des fléchisseurs de l'avant-bras, observées au dynamomètre dynamographe chez un même sujet* (coureur).
A, au repos. — B, après une course de 3.000 mètres. — C, après une course de 5.000 mètres.

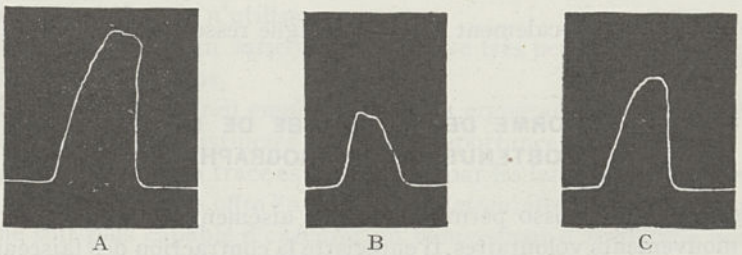


FIG. 165. — *Variations de la force des fléchisseurs de l'avant-bras, observées au dynamomètre dynamographe chez un lutteur.*
A, avant un assaut de lutte. — B, après un assaut de lutte de quarante minutes. — C, vingt-quatre heures après l'assaut. La fatigue persiste. La courbe de la force musculaire n'a pas encore récupéré sa hauteur.

tales identiques, on obtient des courbes d'effort de hauteur et de durée proportionnelles à l'intensité de l'effort accompli. Les tracés obtenus indiquent les variations du tonus neuromoteur. Ce tonus diminue dès que la fatigue apparaît.

Nous rapportons ci-contre un certain nombre de tracés qui montrent les variations dont l'observateur peut être le témoin dans diverses circonstances (fig. 164 à 167).

Le dynamomètre dynamographe met en jeu le groupe des muscles fléchisseurs de l'avant-bras. Bien que cette masse musculaire soit relativement

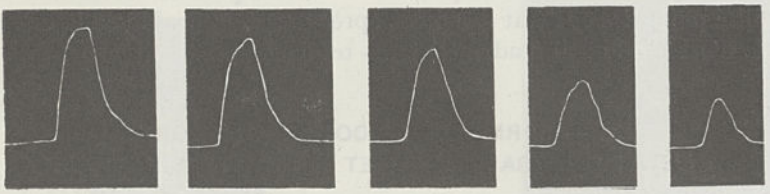


FIG. 166. — *Variations de la force d'un sujet de vingt ans, bien constitué, enregistrées dans diverses circonstances.*

A, force de fléchisseurs de l'avant-bras. — B, après une leçon d'éducation physique d'une heure — C, après une course de 2.000 mètres. — D, après un assaut de boxe de sept rounds. — E, après une course de 5.000 mètres.

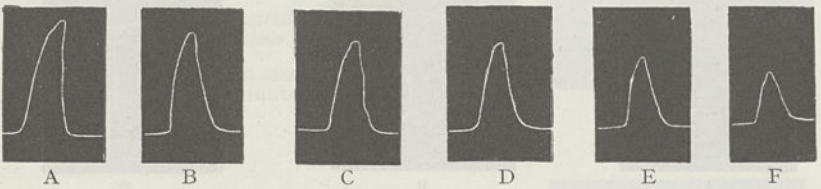


FIG. 167. — *Variations de la force musculaire* (fléchisseurs de l'avant-bras) *chez un même sujet, au cours d'une marche de 25 kilomètres* (six heures de marche).

A, avant le départ. — B, après 8 kilomètres. — C, après 12 kilomètres. — D, après 15 kilomètres. — E, après 20 kilomètres. — F, après 25 kilomètres.

réduite, elle traduit localement l'état de fatigue ressentie par l'ensemble de l'économie.

X. — FORME DE LA COURBE DE FATIGUE OBTENUE PAR L'ERGOGRAPHE

L'ergographe de Mosso permet d'étudier aisément la fatigue provoquée par les mouvements volontaires. Il enregistre la contraction des faisceaux des muscles fléchisseurs qui meuvent le doigt médius. Après des contractions répétées, ces faisceaux s'épuisent, mais leur fatigue ne se produit que pour une charge donnée. Si le poids soulevé est trop faible, les contractions peuvent durer presque indéfiniment sans modification sensible de la hauteur des oscillations. Le choix du poids dépend d'ailleurs du rythme des contractions que le muscle est tenu d'accomplir. Il varie nécessairement d'un individu à l'autre (fig. 168 à 176).

Il convient de savoir également que le muscle, épuisé par un poids donné, peut encore fournir un travail très appréciable si on substitue au premier un poids plus faible. L'épuisement que l'on obtient à l'aide de l'ergographe de Mosso n'est donc relatif qu'à une charge donnée.

A l'aide de l'ergographe de Mosso, on peut déceler par la simple inspec-

tion des ergogrammes, le début de l'apparition de la fatigue. On peut aussi assigner à la fatigue sa durée après un effort musculaire violent. C'est ainsi que nous avons constaté qu'après une partie de rugby énergiquement menée, la fatigue se faisait sentir encore pendant deux et même trois jours chez des sujets novices, non entraînés à ce sport. Leur ergogramme attestait une diminution de la durée de la courbe de fatigue qui ne récupérait sa forme caractéristique qu'après ce délai (fig. 177 à 179).

En collaboration avec H. Dausset et en utilisant son compteur enregistreur qui donne un graphique sur lequel sont inscrits à la fois la course parcourue par le poids, le nombre de mouvements exécutés, leur hauteur et, enfin, la totalisation des kilogrammètres effectués, nous avons pu confirmer les données précédentes établies à l'aide de l'ergographe de Mosso. L'avantage du goniomètre de H. Dausset est de faire porter les observations sur des groupes musculaires importants (biceps, deltoïde, extenseurs, fléchisseurs du pied et de la main). Ce que l'on peut, en effet, reprocher à l'ergographe de Mosso, c'est de n'utiliser que la contraction d'un faisceau musculaire très peu important, celui qui mobilise le doigt médius.

FIG. 168. — *Ergographe de Mosso.*

Quel que soit l'appareil employé, tous les ergogrammes peuvent être divisés en deux parties distinctes et d'égale importance :

La *première partie* du tracé est constituée par les larges mouvements d'amplitude constante ; elle offre l'aspect d'un *plateau*, elle dure jusqu'à ce que le sujet ne soit plus capable d'exécuter un mouvement d'amplitude normale ; le début de la chute du tracé marque le moment de la fatigue apparente (fin de la première partie). La *deuxième partie* du tracé est la véritable courbe de fatigue ; elle comprend tous les mouvements d'*amplitude décroissante*.

Nous avons observé toutes les formes de courbes classiques publiées par Mosso et par son élève Mlle Yoteyko. La chute du graphique est tantôt lente et longue, tantôt brusque et courte, suivant les individus ; la forme est constante pour un sujet donné restant dans les mêmes conditions d'expérience. C'est ce phénomène que les physiologistes ont essayé d'interpréter et de chiffrer.

Quelle signification attribuer à ces deux parties de la courbe ? Mlle Yoteyko (1) dit qu'il est possible, sur un ergogramme, de connaître la *qualité*

(1) *La Fatigue* (Alcan, 1920).

de la fatigue. Il suffit pour cela, dit-elle, d'étudier dans une courbe le rapport qui existe entre la hauteur totale des soulèvements en centimètres et leur nombre. Le chiffre trouvé, qui est le *quotient de fatigue*, mesurerait le rapport qui existe entre l'effort musculaire et l'effort nerveux. Pour établir

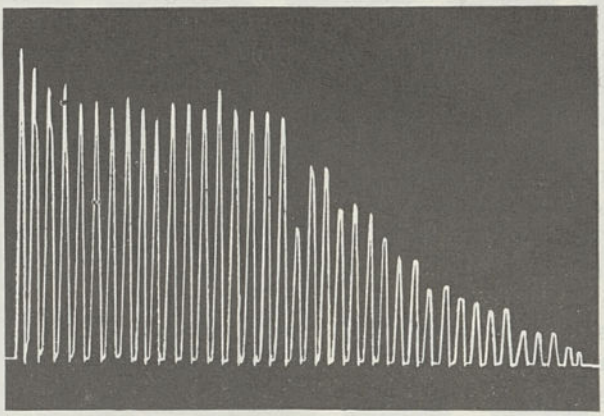


FIG. 169. — *Ergogramme d'un sujet bien portant, non exercé.*

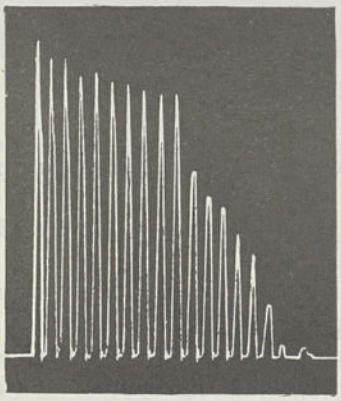


FIG. 170. — *Ergogramme du même sujet qu'à la figure 169, après une course de 5.000 mètres. Fatigue attestée par la brièveté de l'ergogramme.*

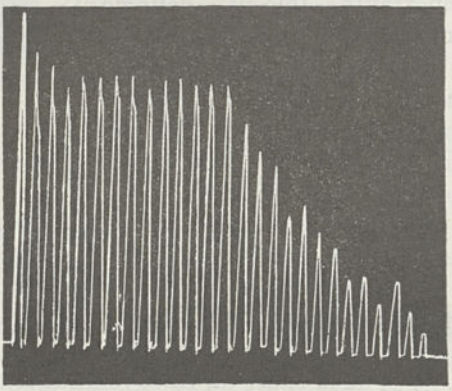


FIG. 171. — *Ergogramme du même sujet qu'à la figure 169, le lendemain de la course de 5.000 mètres.* (Plateau musculaire et descente abrégés par rapport à l'ergogramme du début ; la fatigue dure encore.)

ce quotient, Mlle Yoteyko s'appuie sur ce fait démontré par Hoch et Krepelin que, dans une courbe, *la fatigue des centres nerveux modifie surtout le nombre des mouvements, tandis que la hauteur des soulèvements est influencée par l'état de la substance contractile du muscle.*

En conséquence, une courbe ne comprend, pour Mlle Yoteyko, que deux éléments : la hauteur et le nombre des contractions.

Nous avons cherché le quotient de fatigue dans de nombreuses expériences : les calculs que nous avons faits ne nous ont pas donné la certitude (tout au moins pour nos tracés spéciaux) que le rapport $\frac{\text{hauteur totale}}{\text{nombre de mouvements}}$ soit caractéristique de la qualité musculaire. C'est ainsi que deux moniteurs de l'Ecole de Joinville, ayant des courbes très dissemblables à première vue, ont des quotients de fatigue (ou hauteur moyenne des mouvements) à peu près

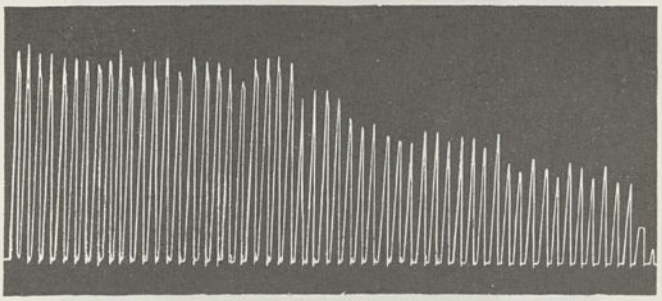


FIG. 172. — *Ergogramme du même sujet qu'aux trois figures précédentes, après un entraînement régulier de trois mois. Plateau musculaire et descente plus prolongée qu'avant la période d'entraînement. Accroissement de la force musculaire et de la résistance nerveuse.*

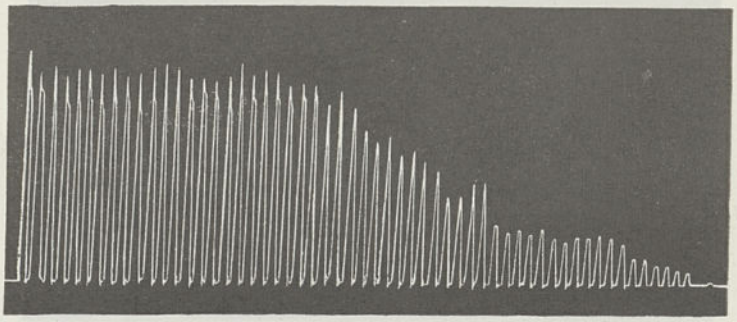


FIG. 173. — *Ergogramme d'un boxeur avant un assaut de boxe.*

semblables.

L'analyse de chacune des deux parties du graphique nous a paru donner des indications plus précises et suffisantes.

En effet, le *plateau* comprenant les mouvements d'amplitude constante et maxima est d'autant plus long que l'état du muscle est meilleur (d'après les lois de Hoch et de Krepelin). Le sujet sera, au contraire, dans des conditions musculaires déficientes, si son plateau est court ; il produira peu de kilogrammètres.

Ainsi :

P....	élève 8 kilos en abduction du bras à			.....	11 m. 75
P....	—	—	—	.....	6 m. 65
R.....	—	—	—	.....	4 m. 05

Le *plateau indique la capacité de travail normal* (avant la fatigue apparente).

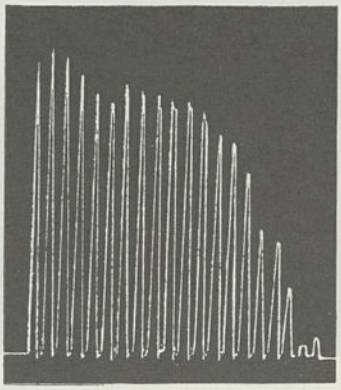


FIG. 174. — *Ergogramme du même boxeur après le quatorzième round* (fatigue).

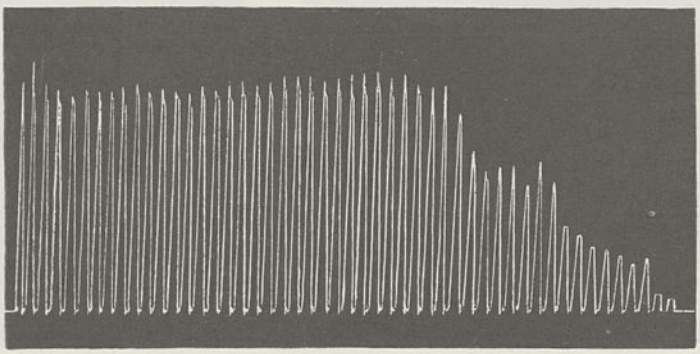


FIG. 175. — *Ergogramme d'un lutteur, avant un assaut de lutte.*

Dans la partie *décroissante* du tracé, le muscle souffre, perd petit à petit ou rapidement sa forme et marque son impuissance en exécutant des mouvements d'amplitude décroissante, à vitesse de chute variable d'un individu à l'autre.

Pendant cette phase :

P....	élève 8 kilos à	.....	4 m. 85
P....	—	.....	2 m. 10
R	—	.....	1 m. 65

Si l'influx nerveux du sujet est puissant, il est capable de lutter avec énergie contre l'inertie musculaire croissante ; il ira parfois jusqu'à l'épuisement de la puissance contractile du muscle, comme nous l'avons vu sur certains sujets qui présentent, durant plusieurs jours, après une courbe de fatigue, une contracture très douloureuse ; dans ce cas, le nombre de mouvements sera élevé ; il sera, au contraire, très petit si le système nerveux est faible et incapable d'effort prolongé.

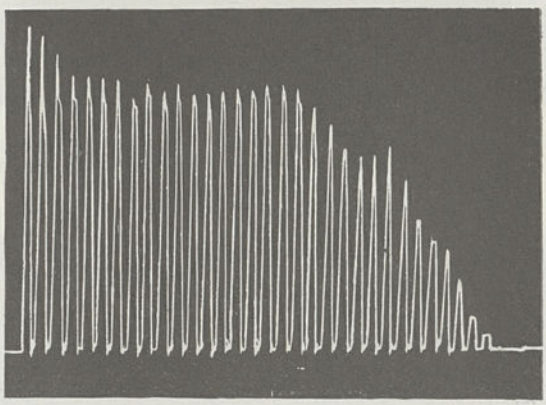


FIG. 176. — *Ergogramme du même lutteur après un assaut de trente minutes.*

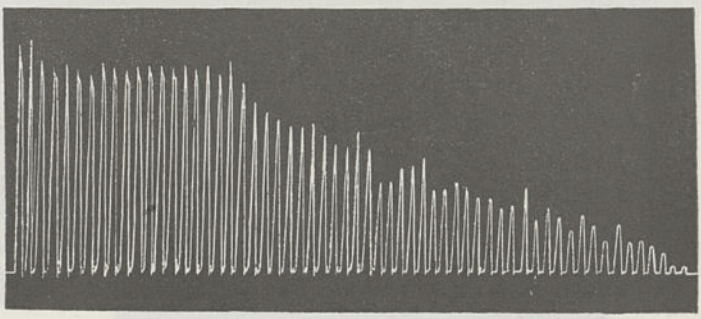


FIG. 177. — *Ergogramme d'un joueur de rugby avant la partie.*

De ce court exposé trop schématique de phénomènes que nous savons très complexes, il résulte, nous semble-t-il, que, pour juger un sujet au point de vue sportif d'après sa courbe de fatigue, il faut connaître :

Sa force musculaire ;

Sa capacité de travail normal ;

La puissance de l'effort nerveux qu'il peut donner.

On notera donc :

1° La totalité des kilogrammètres effectués (obtenue en multipliant le

poids par la hauteur totale qu'il a parcourue pendant la prise du tracé ergographique) ;

2° La distance parcourue par le poids dans chacune des parties de la courbe ;

3° Le nombre des mouvements exécutés dans chacune des phases.

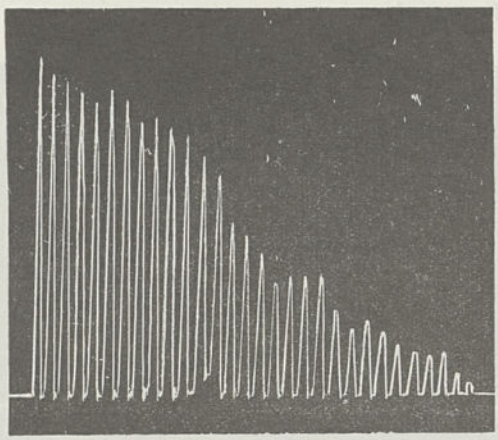


FIG. 178. — *Ergogramme du même joueur de rugby après une partie sévèrement conduite* (fatigue).

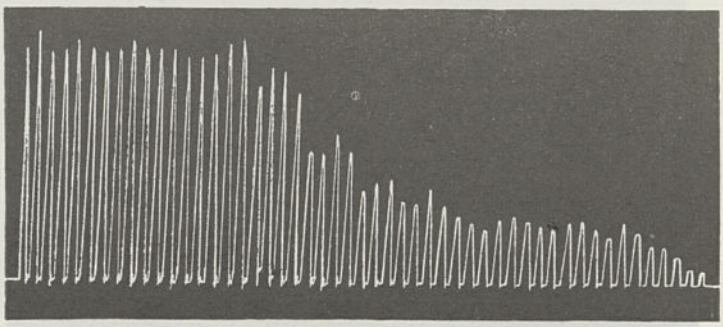


FIG. 179. — *Ergogramme du même joueur de rugby, vingt-quatre heures après une partie. La fatigue se fait encore un peu sentir.*

En répétant un grand nombre de fois nos observations, nous avons établi plusieurs types de sujets de valeur neuromusculaire différente.

1er TYPE : *Fort et nerveux* (au sens sportif du mot), capable de produire de nombreux kilogrammètres, et chez lequel la décroissance lente de l'ergogramme témoigne d'une grande résistance nerveuse. C'est l'exemple du moniteur Tau... qui a produit 124,08 kilogrammètres, dont 58 % en courbe *descendante* : *sujet à prédominance nerveuse* (fig. 180).

2e TYPE : *Fort et peu nerveux*, capable de produire de nombreux kilo-

grammètres; mais la partie descendante de l'ergogramme est courte et traduit un épuisement nerveux rapide. C'est le cas de Deb... qui a produit

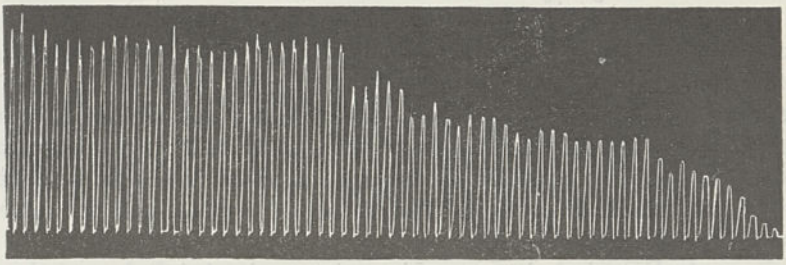


FIG. 180. — *Forme de la courbe de fatigue chez un sujet fort et nerveux, capable de produire de nombreux kilogrammètres et de résister longtemps à l'épuisement nerveux.*

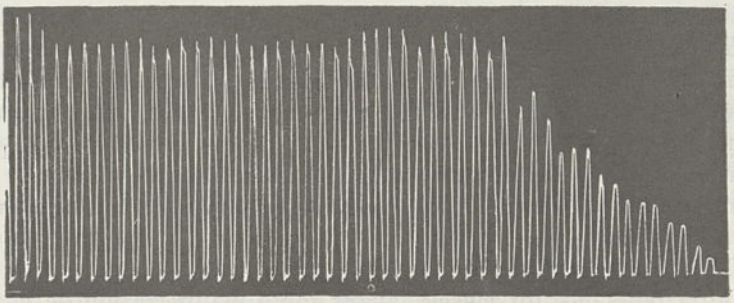


FIG. 181. — *Forme de la courbe de fatigue chez un sujet vigoureux mais incapable de résister longtemps à l'épuisement nerveux. La partie décroissante de la courbe est relativement courte.*

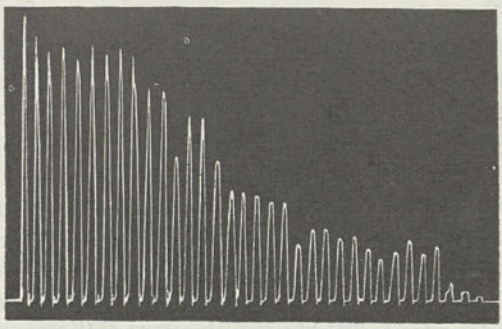


FIG. 182. — *Forme de la courbe de fatigue chez un sujet malingre. Brièveté du plateau de la courbe et de la partie descendante de cette courbe.*

114 kilogrammètres, dont 80 % en *plateau* : *sujet à prédominance musculaire* (fig. 181).

3e TYPE : *Malingre et nerveux*, incapable de produire de nombreux kilo-

grammètres, mais résistant un temps relativement long, pendant la période de descente. C'est le cas de Dup... (sujet non entraîné) qui a produit 33,6 kilogrammètres dont 58 % en courbe *descendante*.

4e TYPE : *Faible et peu nerveux*. C'est le type de l'*asthénique* qui produit peu de kilogrammètres et dont l'ergogramme se termine par une *chute brusque* du tracé (fig. 182).

Les ergogrammes permettent de comparer entre eux une série de sujets et de les classer par catégories ; ils confirment et précisent les renseignements cliniques ou sportifs ; grâce à eux on peut conseiller à tel homme à prédominance musculaire la pratique d'un sport, de préférence à un autre qui convient mieux à un nerveux.

Mais ce résultat n'est, à notre avis, qu'un petit côté de la question, ces qualités pouvant être dépistées autrement que par des courbes de fatigue.

Il n'en est pas de même en éducation et en rééducation physiques : la courbe de fatigue prise à intervalles réguliers servira de contrôle de l'entraînement ; contrôle beaucoup plus précis que la plupart des critères, actuellement utilisés. Elle permettrait de doser à volonté l'exercice physique des malingres ; avec elle, on pourrait se rendre compte du degré d'épuisement nerveux amené par un travail excessif, par un sport violent, ou par un surentraînement.

En résumé, il y a lieu, dans l'évaluation de la courbe de fatigue, en vue d'une classification éventuelle des sujets, basée sur leur valeur neuromotrice, de tenir compte :

1° Du nombre de kilogrammètres effectués ;

2° De la puissance du muscle, avant toute manifestation de la fatigue (exprimée par la course parcourue par le poids dans la partie du tracé ergographique en plateau) ;

3° De la capacité de l'effort nerveux (course parcourue par le poids dans la partie descendante de la courbe).

Cette évaluation conduit à une classification précise des sujets suivant leur mode de résistance à la fatigue, la part de l'élément nerveux et de l'élément musculaire étant variable.

ENERGAMÉTRIE. — G. Bidou a montré comment, par sa méthode de mesure du travail humain, ou énergamétrie, il peut mesurer en kilogrammes et enregistrer en graphique la valeur musculaire d'un groupe musculaire sain ou déficient. On peut donc ainsi établir le degré d'entraînement d'un sujet en fonction des deux conditions physiques : amplitude du mouvement et valeur énergétique des muscles qui le commandent (1).

(1) G. BIDOU. L'énergamétrie. *Acad. Méd.*, 23 octobre 1945.

CHAPITRE XVIII

L'ENSOLEILLEMENT

ETUDE PHYSIQUE DE LA LUMIÈRE SOLAIRE. — De même que le son résulte de l'impression de l'oreille par une vibration sonore, de même la lumière est le résultat d'une impression de l'œil par une vibration lumineuse. Mais, dans ce dernier cas, le milieu interposé n'est pas l'air : c'est l'*éther*, substance impondérable, qui existe même dans le vide le plus complet que nous sachions produire. Alors que le son ne se transmet pas dans le vide, la lumière du soleil nous parvient à travers les espaces interplanétaires où l'air est absent.

Autour de tout point lumineux se produisent des vibrations ; elles se succèdent en suivant des lignes droites. Ces vibrations ne s'accompagnent pas d'un transport de particules ; elles se propagent sans que rien de matériel ne change de place.

La vitesse de propagation du mouvement vibratoire dans le vide autour d'un point lumineux est d'environ 300.000 kilomètres par seconde.

Lorsque l'on oblige la lumière solaire, ou, ce qui revient au même, la lumière blanche à traverser un prisme, on voit qu'elle est décomposée en plusieurs faisceaux colorés qui apparaissent toujours dans le même ordre. La succession des couleurs ainsi obtenues forme un *spectre*. Chaque source lumineuse, en traversant un prisme, donne naissance à un spectre qui lui est propre. L'un est très voisin de celui du soleil, l'autre (tel celui des métaux en combustion) peut en être fort différent. Le nombre des couleurs constituant le spectre propre à certains corps est parfois peu élevé ; il arrive même qu'il soit réduit à une couleur unique ; tel est le spectre du sodium.

La juxtaposition des sept couleurs suivantes : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé et rouge constitue le spectre solaire. Le rouge, moins réfrangible que le violet, est la couleur la plus rapprochée de l'arête du prisme. C'est à cause de leur différence de réfrangibilité que les diverses lumières s'étalent en un spectre à la sortie du prisme (fig. 183).

Cette notion de réfrangibilité est de la plus haute importance si l'on veut saisir la différence qui existe entre les diverses lumières. En effet, le degré de réfrangibilité qui caractérise chaque rayon d'une couleur déterminée est proportionnel au nombre de vibrations correspondant à ladite couleur. C'est ainsi que le rouge correspond à 394 trillions de vibrations par seconde et que la lumière violette correspond à 756 trillions de vibrations par seconde. Les

couleurs se succèdent en suivant l'ordre croissant du nombre de vibrations, si l'on passe du rouge au violet et en suivant l'ordre décroissant si l'on passe du violet au rouge.

En outre, chaque lumière est caractérisée par sa longueur d'onde, c'est-à-dire par le chemin que parcourt chaque particule d'éther dans son mouvement vibratoire. Ce chemin est extrêmement court, puisqu'il a été néces-

2,700	1,400	0,900	0,750	0,500	0,589	0,580	0,486	0,397	0,325	0,297
Rayons infra-rouges				*Rou. Oran. Jau. Ver. Ble. Ind. Viol.*					*R. ultra-violets*	

FIG. 183. — Spectre solaire : *longueur d'onde des radiations : infra-rouges de* 2,700 *à* 0,750. *Rayons lumineux calorifiques rouge, orangé, jaune, de* 0,750 *à* 0,580. *Rayons lumineux chimiques vert, bleu, indigo, violet, de* 0,520 *à* 0,397. *Rayons ultra-violets de* 0,397 *à* 0,297 (d'après Miramond de Laroquette).

saire pour l'évaluer de faire choix d'une unité infiniment petite, le μ ou *micron*, qui représente la millionième partie du mètre. La longueur d'onde du rouge est de 0 μ 500, celle du jaune 0 μ 580, celle du violet 0 μ 405. *Ainsi la lumière rouge, que nous savons être faiblement réfrangible, a une grande longueur d'onde, tandis que la lumière violette, très réfrangible, a une courte longueur d'onde.*

INFRA-ROUGE 〉 1,400	INFRA-ROUGE 〈 1,400	RAYONS LUMINEUX	ULTRA-VIOLET
0,0026 *calorie ou* 16,74 %	0,0121 *calorie par cmq. et par seconde ou* 78,01 % *du rayonnement total* = 0,0155 *calorie*		0,008 *calorie* 0,516 %

FIG. 184. — Valeur en calories du rayonnement solaire. — *Valeur énergétique des diverses parties du rayonnement solaire, mesurée en calories par « centimètres carrés » ou par « secondes » avec une pile thermoélectrique, d'après* Coblentz, Long et Kohler (*Scientific papers of the bureau of Standards*, 12 nov. 1919). *L'ultra-violet solaire égale* 5 % *du rayonnement total* (d'après Miramond de Laroquette).

Chaque couleur du spectre solaire possède les trois propriétés suivantes : calorifique, lumineuse et chimique, mais elle les possède à des degrés variables. C'est ainsi qu'un thermomètre placé dans le rouge du spectre indique une température plus élevée que dans le violet. Par contre, une plaque photographique qui noircit très lentement dans la région voisine du rouge, est, au contraire, rapidement impressionnée dans le violet. Enfin, notre œil est surtout sensible à la lumière jaune. Ces faits nous expliquent les raisons pour lesquelles on dit généralement, mais quelque peu inexactement, que les

rayons rouges sont calorifiques, les rayons jaunes lumineux et les rayons violets chimiques (fig. 184).

En résumé, les différentes couleurs du spectre, qui sont toutes de même nature, se distinguent par leur longueur d'onde, par le nombre des vibrations correspondant à chacune d'elles et, conséquemment, par leur réfrangi-

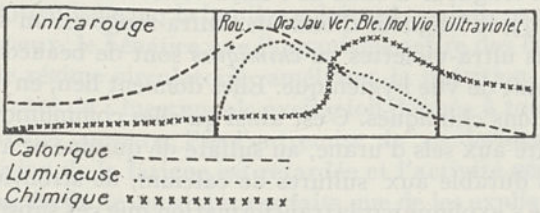


FIG. 185. — *Courbes d'intensité : calorifique : — — — — ; lumineuse : ..... ; chimique : × × × × × des radiations dans les diverses parties du spectre. Les trois maxima sont dans le spectre lumineux. Le vert correspond à une zone neutre, à une sorte de nœud entre la partie dite calorifique et la partie dite chimique* (d'après Miramond de Laroquette).

bilité. Elles jouissent toutes de propriétés calorifiques lumineuses et chimiques ; mais ces propriétés sont diversement dosées pour chacune d'elles (fig. 185 et 186).

Les sept couleurs spectrales données par le prisme sont seules perçues par nos yeux. Nous savons que nos organes des sens n'entrent en action que pour une excitation déterminée. En deçà comme au delà, ils sont impuissants à nous renseigner. C'est ainsi que l'oreille ne perçoit rien au-dessous de

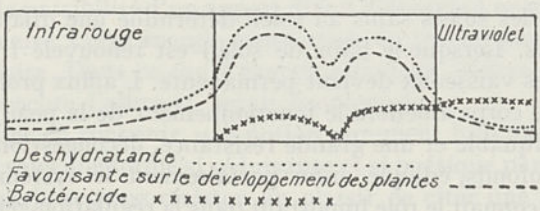


FIG. 186. — Courbe d'intensité des actions : *déshydratante* : ..... ; *favorisante sur le développement des plantes* : — — — — — — ; *bactéricide* : × × × × ×. *Les trois maxima sont dans le jaune orangé correspondant au maximum d'intensité lumineuse. Action bactéricide faible un peu plus accusée dans l'ultra-violet que dans la partie chimique. Le vert, à tous points de vue biologiques, est très voisin du noir* (d'après Miramond de Laroquette).

16 vibrations sonores à la seconde (de pareils sons étant trop graves) et rien au-dessus de 36.850 vibrations (de pareils sons étant trop aigus). De même, avant le rouge et après le violet existent deux régions du spectre sur lesquelles nos yeux se montrent incapables de nous renseigner parce qu'ils ne sont pas impressionnés par elles. Ce sont les régions de l'*infra-rouge* et de l'*ultra-violet*. L'infra-rouge fait monter le thermomètre, il exerce donc une action *calorifique*. L'ultra-violet impressionne le gélatino-bromure des plaques photographiques et rend lumineuses les substances fluorescentes : il

est décelé par son action *chimique*. Les radiations infra-rouges résultent de vibrations dont le nombre diminue de 394 trillions à 5 trillions par seconde. Quant aux radiations ultra-violettes, elles prolongent le spectre du côté du violet et ont depuis 756 trillions de vibrations à la seconde jusqu'à plus de 3.000 trillions.

Tandis que la longueur d'onde de l'ultra-violet solaire est comprise entre 0 μ 392 et 0 μ 295, la longueur d'onde de l'infra-rouge est au delà de 0 μ 700.

Les radiations ultra-violettes ou *chimiques* sont de beaucoup les plus importantes au point de vue hygiénique. Elles donnent lieu, en outre, à d'assez nombreuses actions chimiques. C'est ainsi qu'elles communiquent une luminosité temporaire aux sels d'urane, au sulfate de quinine et à l'esculine, une luminosité plus durable aux sulfures de calcium, de strontium et de zinc. Cette luminosité s'explique par la transformation que ces substances exercent sur les rayons ultra-violets. Elles les changent de rayons à très courte longueur d'onde et par conséquent invisibles, en rayons de plus grande longueur d'onde qui appartiennent alors au spectre visible.

Etude biologique de l'ensoleillement. — Les rayons solaires exercent, par l'intermédiaire de toute la surface cutanée, une action favorable à la nutrition. On n'en est plus à compter les guérisons des sujets affaiblis, anémiés, cachectisés, atteints de tuberculose des os, des articulations et des ganglions, traités par les bains de soleil. Ces malades retrouvent presque toujours un état général florissant, en même temps que l'on assiste à la cicatrisation des plaies ulcéreuses et des fistules bacillaires et à la disparition progressive des masses ganglionnaires.

L'exposition des sujets sains au soleil détermine une dilatation des vaisseaux capillaires. Lorsque le bain de soleil est renouvelé fréquemment, la dilatation de ces vaisseaux devient permanente. L'afflux prolongé du sang à la périphérie du corps améliore le fonctionnement de la peau, lui donne une souplesse remarquable et une grande résistance, décongestionne, à distance, les organes profonds, éduque enfin parfaitement le système vaso-moteur cutané dont on connaît le rôle important dans la régulation générale de la circulation du sang.

Les bains de soleil provoquent promptement la pigmentation des couches profondes de la peau et le brunissement de la couche cornée de l'épiderme : nous verrons plus loin que c'est là une réaction de défense opposée à l'action dangereuse des rayons ultra-violets. Les noirs, protégés par la forte pigmentation de leur tégument cutané, vivent en quelque sorte à *l'ombre de leur peau*. Grâce à elle, ils supportent sans inconvénient une exposition prolongée à un soleil ardent qui incommoderait ou même frapperait d'insolation des Européens.

La marche de la pigmentation de la peau doit guider l'entraînement au bain de soleil. Les dangers de l'insolation s'éloignent et disparaissent au fur et à mesure que la pigmentation s'accuse. La rapidité avec laquelle un sujet brunit est presque toujours proportionnelle à la rapidité avec laquelle s'ac-

célère sa nutrition sous l'influence des bains de soleil. La pigmentation de la peau doit être recherchée ; elle est le critérium d'une action efficace et favorable de la radiation solaire sur l'organisme.

Toute la surface du corps doit bénéficier du bain de soleil. Une sensation d'euphorie l'accompagne et le suit ; elle est assez analogue à celle que procurent les bains d'air ou les douches bien données. Elle résulte de la stimulation obtenue au sein de l'organisme par la lumière solaire et traduit, par l'intermédiaire du système nerveux, le bénéfice que l'organisme retire des bains de soleil.

Régulariser le régime circulatoire, améliorer la nutrition de la peau est peu de chose à côté de l'inestimable excitation donnée à toutes les énergies latentes du système nerveux. Par l'entremise de ce dernier, l'appétit augmente, l'apparition de la fatigue est retardée et l'activité générale s'accroît. Certes, il est plus facile de constater ces faits que de les expliquer ; leur réalité n'est cependant pas douteuse.

On a cru percer le mystère en ayant recours à des théories dont le moins qu'on puisse dire est qu'elles sont hasardées. On a dit que l'organisme, transformateur de forces, puisait directement par la peau dans le réservoir général de toute énergie : le soleil.

D'autres ont assimilé la lumière à un aliment subtil qui, selon les doses, excite, nourrit ou empoisonne. Quelques-uns s'obstinent encore à parler de la fonction respiratoire de la peau, en vérité inexistante chez l'homme, et qui serait suractivée par le bain de soleil.

Point n'est besoin de tomber dans les explications nébuleuses imaginées par des médecins naturistes pour apprécier les bienfaits de l'exposition du corps humain au soleil. Toutefois, des faits obscurs, encore mal élucidés, laissent supposer la possibilité d'un apport direct d'énergie à notre organisme par la radiation solaire. Cette énergie serait muée en travail physiologique et en travail musculaire. Dans ce cas, l'énergie chimique, source du mouvement, et que nous procure l'aliment, serait économisée.

C'est là, il faut en convenir, une notion purement hypothétique. Mais elle a été exprimée sous une forme si séduisante et si poétique par l'entomologiste J.-H. Fabre, que je ne peux résister au plaisir de citer une page empruntée à l'histoire des araignées. Il s'agit de la lycose de Narbonne, « qui fait élection de domicile dans les garrigues, terrains incultes, caillouteux, aimés du thym... Elle y habite des terriers en forme de puits, et toute la belle saison de longues siestes au soleil sont d'usage courant. Quand la lycose est devenue mère et a pondu ses œufs, elle traîne, appendue à l'arrière, une sacoche qu'elle a tissée et bourrée d'œufs ; dès ce moment, jamais elle ne quitte la chère sacoche bien encombrante ; elle continue les siestes au soleil, mais la pose n'est plus la même.

« Auparavant, la lycose venait au soleil pour elle-même ; les yeux se rassasiaient de lumière, la panse restant dans l'obscur. Chargée du sac à œufs, l'araignée renverse la pose, l'avant est dans le puits et l'arrière en dehors. Avec les pattes postérieures, elle tient soulevée au-dessus de l'embouchure la blanche pilule gonflée de germes ; doucement elle la tourne, la retourne,

pour en présenter toutes les faces à la vivifiante illumination. Et cela dure la moitié de la journée, tant que la température est élevée. Pour les faire éclore, l'oiseau couvre ses œufs de l'édredon de sa poitrine ; la lycose fait tourner les siens devant le foyer souverain : elle leur donne pour incubateur le soleil.

« Dans les premiers jours de septembre, les jeunes sont mûrs pour la sortie ; la pilule se fend et en une seule séance la famille entière émerge du sac. Tout aussitôt, les petits grimpent sur le dos de la mère ; étroitement groupés l'un contre l'autre, parfois en une couche double et triple, ils occupent toute l'échine de la mère qui, pendant sept mois nuit et jour, va désormais porter sa famille.

« Ils sont bien sages, d'ailleurs, les petits ; nul ne bouge, ne cherche noise aux voisins. Mutuellement enlacés, ils forment une draperie continue, une souquenille hirsute sous laquelle la mère est méconnaissable. L'équilibre de ce feutre n'est pas tel que des chutes ne soient fréquentes, surtout lorsque la mère remonte de chez elle et vient sur le seuil du terrier faire prendre le soleil aux petits ; le moindre frottement contre la galerie culbute une partie de la famille. L'accident est sans gravité; la lycose, impassible, laisse les culbutés se tirer d'affaire tout seuls, ce qu'ils font avec une admirable prestesse : à l'instant, ils trouvent une patte de la mère, l'escaladent au plus vite et regagnent l'échine de la porteuse. En un rien de temps, l'écorce animale est refaite. »

Fabre affirme que les petits de la lycose ne participent pas aux festins de leur mère et qu'ils ont un estomac sans besoins. On peut se demander de quelle manière et grâce à quel aliment ils se sustentent pendant les sept mois d'éducation passés sur le dos maternel.

« Pour suffire aux dépenses vitales de la bestiole, écrit le célèbre entomologiste, on n'ose songer à des réserves venues de l'œuf, surtout quand ces réserves, si voisines de rien, doivent s'économiser en vue de la soie, dont il sera fait tantôt copieux usage. Autre chose doit être en jeu dans l'activité de l'animalcule.

« Les jeunes lycoses, jusqu'à l'époque de leur émancipation, ne prennent aucun accroissement; telles que je les voyais naissantes, telles je les retrouve sept mois après. L'œuf a fourni les matériaux nécessaires à leur minuscule charpente, et comme, pour le moment, les pertes de substance usée sont à peu près nulles, un surplus d'aliments plastiques est inutile tant que la bestiole ne grandira pas. Sous ce rapport, l'abstinence prolongée n'offre aucune difficulté.

« Mais il reste l'aliment énergétique indispensable, car la petite lycose, bien que d'habitude tranquille sur le dos de sa mère, ne cesse d'être prête au mouvement et à la rapide escalade. Et puis, une fois en place, il faut tendre et raidir ses petits membres pour se maintenir accrochée aux voisins. En réalité, de repos complet, il n'y en a pas pour elle. D'où ferons-nous dériver la chaleur dépensée dans l'action, lorsque l'animal ne prend absolument aucune nourriture ?

« *Un soupçon se présente. Le soleil, ami du monde, est le souverain dis-*

pensateur d'énergie ; cette énergie solaire ne pourrait-elle pénétrer directement l'animal et le charger d'activité ? Ah ! le délicieux monde où l'on déjeunerait d'un rayon de soleil. Est-ce rêverie ? Est-ce prévision d'une lointaine réalité ? Sur la possibilité de ce problème, l'un des plus hauts que la science puisse agiter, écoutons le témoignage des jeunes lycoses. Sept mois durant, sans aucune nourriture matérielle, elles dépensent de la force en mouvements. Pour remonter le mécanisme de leurs muscles, elles se restaurent directement de chaleur et de lumière. Le bain de soleil, qui a donné l'éveil aux germes, maintenant se continue pour tenir actifs les tendres nouveau-nés.

« Chaque jour, si le temps est clair, la lycose, chargée de ses petits, remonte du fond du terrier, s'accoude à la margelle, et de longues heures stationne au soleil. Là, sur l'échine maternelle, les jeunes délicieusement s'étirent, se saturent de chaleur, se chargent de réserves motrices, s'imprègnent d'énergie.

« Quand l'ombre vient, mère et fils redescendent, rassasiés d'effluves solaires. Le banquet énergétique au restaurant soleil est terminé pour aujourd'hui. Même en hiver, si l'atmosphère est clémente, tous les jours on recommence de la sorte, jusqu'à l'émancipation suivie des premières bouchées. »

Le soleil est donc, pour les êtres vivants, une source de bien-être, de vigueur, de santé et, pour tout dire, un stimulant incomparable. Il est surtout utile aux enfants et aux adolescents qui éprouvent merveilleusement ses effets. On sait que quelques semaines de vie en demi-nudité dans un milieu salubre, à la campagne, au bord de la mer, ou à la montagne, suffisent à changer l'état des enfants languissants et blafards qui s'étiolent dans les logements insalubres, dans les maisons sans lumière et sans air de certains quartiers de nos grandes villes. Aucune médication ne peut prétendre à des effets plus rapides, aucun remède ne neutralise plus sûrement une contagion tuberculeuse encore à ses débuts. Il s'agit là d'une méthode thérapeutique efficace, facile à appliquer, qui moralise et qui guérit.

Technique des bains de soleil. — Il est indispensable de connaître la *technique des bains de soleil*. On se gardera toujours d'exposer d'emblée et longtemps de suite les sujets aux rayons d'un soleil brûlant. Il faut commencer par les acclimater peu à peu à l'exposition au plein air dont ils n'ont pas l'habitude. Cet acclimatement obtenu, on procédera prudemment aux premiers essais du bain de soleil. Le corps sera nu, pas de vitrage ni de vêtements interposés, si légers soient-ils, à moins qu'il n'y ait excès d'intensité du rayonnement solaire. Une chambre pourvue d'une fenêtre orientée au sud, sud-ouest, un balcon, une terrasse, un enclos, un coin quelconque, pourvu qu'il soit largement ensoleillé, sont utilisables. On y installe des paravents destinés à protéger contre le vent. Les sujets s'étendent sur un lit, sur un matelas, sur une couverture, la tête à l'ombre d'un écran ou d'un chapeau léger, les yeux protégés par des verres fumés. Ils changent de position toutes les cinq ou dix minutes pour faire successivement bénéficier de l'ensoleillement toute la surface du corps. Les bains de soleil peuvent troubler la digestion s'ils sont pris immédiatement avant le repas, ou dans les deux heures qui

le suivent. De même les femmes doivent interrompre les bains de soleil au moment des règles.

L'ardeur du soleil et la tolérance propre à chaque sujet sont les facteurs principaux d'après lesquels on réglera la durée des séances d'ensoleillement. Le rayonnement solaire varie beaucoup suivant l'endroit, la saison, le temps qu'il fait. La tolérance de chaque personne se juge pratiquement par la rapidité de la pigmentation de la peau. Quiconque se pigmentera vite pourra prendre des bains de soleil plus prolongés. Au contraire, tout sujet qui brunira lentement, difficilement, devra être attentivement observé afin que lui soient évités les inconvénients de l'ensoleillement trop vif.

Pour être efficace, l'action du soleil peut ne pas compter nécessairement la nudité et l'immobilité en pleine lumière. La réduction du costume au minimum, l'usage d'étoffes blanches ou de tissus réticulés perméables aux rayons, permettent aussi, surtout chez les enfants passant en plein air la plus grande partie de leur temps, d'éprouver l'action bienfaisante du soleil. L'ensoleillement partiel ainsi compris est compatible avec la vie menée par les enfants groupés en colonies de vacances ; il faut le rechercher avec un soin particulier, car il est d'une grande importance et conditionne souvent la bonne santé des sujets qui le pratiquent.

Voici pour les personnes adonnées à l'athlétisme, ou à la culture physique intégrale, un tableau indiquant la progression suivant laquelle on doit prendre un bain de soleil à deux ou trois reprises par jour ; il est dressé d'après les indications du Dr Rollier, spécialiste de l'ensoleillement.

	JOURS									
	1er	2e	3e	4e	5e	6e	7e	8e	9e	10e
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.
Thorax, épaules et bras	»	»	»	»	5	10	15	20	25	30
Abdomen et avant-bras	»	»	»	5	10	15	20	25	30	35
Cuisses et mains	»	»	5	10	15	20	25	30	35	40
Jambes	»	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Pieds	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Bien entendu, il s'agit là de moyennes modifiables selon le tempérament, la rapidité de la pigmentation et l'intensité de la lumière.

Du dixième au quinzième jour, la durée respective des séances quotidiennes pourra être augmentée de cinq minutes chaque jour, le sujet se découvrant en deux temps. Ce n'est qu'à partir du quinzième jour que l'ensoleillement sera complet dès le début du bain de soleil. Dans une même journée, la durée totale des séances variera, suivant les cas, de trois à quatre

heures. Un ensoleillement total de trois heures par jour constituera une moyenne qui ne sera dépassée que par les hommes jeunes et dont la peau se pigmente bien.

Pour graduer l'intensité des rayons solaires, il ne suffit pas de varier la durée des séances ; il faut aussi obtenir l'optimum d'intensité dans l'unité de temps. Cet optimum varie suivant les individus. On conçoit donc la nécessité de la progression dans les séances d'ensoleillement.

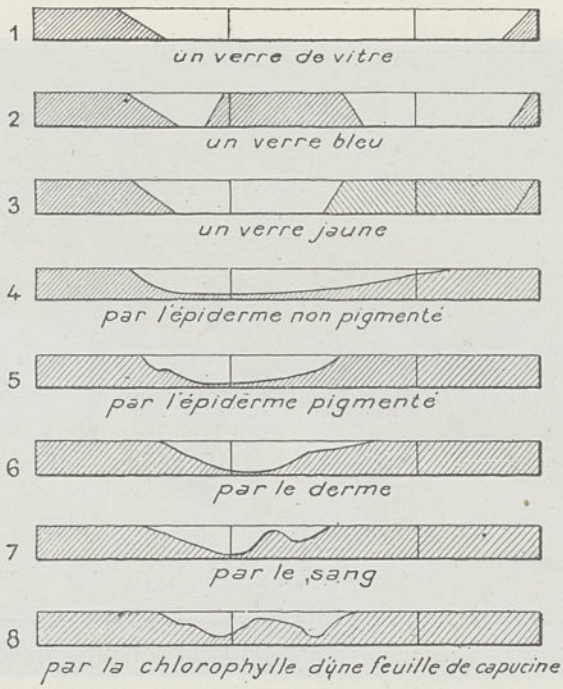


FIG. 187. — *Filtrage du spectre solaire.*

1. Spectre solaire filtré par un verre de vitre. Parties absorbées infra-rouges de grande longueur d'onde et un peu d'ultra-violet extrême. — 2. Spectre filtré par un verre bleu. Absorption par le verre (comme pour 1) et par la couleur bleue : rayons calorifiques et lumineux. — 3. Spectre filtré par un verre jaune. Absorption par le verre (1) et par la couleur jaune : tous les rayons chimiques. — 4. Spectre filtré par l'épiderme non pigmenté. Absorption de presque tout l'ultra-violet et d'une grande partie des rayons chimiques et lumineux. — 5. Spectre filtré par l'épiderme pigmenté. Absorption de tous les rayons chimiques comme par le verre jaune. — 6. Spectre filtré par la peau (derme et épiderme non pigmenté) à peu près comme 3 et 4. — 7. Spectre filtré par le sang (épaisseur 1 mm.). — 8. Spectre filtré par une feuille de capucine (chlorophylle), à peu près comme pour le sang (d'après Miramond et Laroquette).

D'une manière générale, l'optimum est voisin des chiffres thermométriques suivants : 38° à 40° au soleil, au thermomètre noir (température du rayonnement) et 26° à 28° à l'ombre (température de l'air).

Il faut toujours s'attacher à réaliser, dans la cure solaire, l'optimum d'intensité. Pour cela, des moyens de mesure thermométriques ou actinomé-

triques doivent être utilisés. En pratique, il suffit de deux thermomètres, l'un brillant, à l'ombre (température de l'air), l'autre noir, au soleil (température du rayonnement).

S'il y a excès d'intensité, et seulement dans ce cas, on réduira le rayonnement par interposition de filtres, d'écrans ou de rideaux plus ou moins opaques. La réduction sera faite soit sur l'ensemble des radiations par des écrans blancs, soit sur une partie seulement du spectre par des écrans colorés. Chaque couleur a un coefficient d'absorption qui lui est propre. La partie

FIG. 188. — *Cure solaire et sports d'hiver, en montagne, au mois de janvier* (d'après Rollier).

dite chimique sera réduite par des écrans jaunes, la partie dite calorifique par des écrans bleus (fig. 187). Les filtres les plus commodes sont les écrans de verre et les rideaux de gaze.

Les uns et les autres doivent être placés à une distance suffisante de la peau pour permettre l'évaporation cutanée intense que provoquent les rayons solaires. Les rideaux de gaze formés par une seule épaisseur de gaze à pansement tendue sur un écran réduisent l'intensité du rayonnement d'environ 1/10 ; la même gaze non tendue fait une réduction de 1/5 ou davantage.

Les écrans de verre sont en verre de vitre ordinaire, en verres mats ou dépolis, en verres de couleur, en verres bleus qui absorbent entièrement la partie calorifique du spectre lumineux, en verres jaunes qui absorbent l'ultra-violet et la partie dite chimique du spectre lumineux. On peut employer des gazes colorées plus ou moins épaisses et de teintes plus ou moins foncées.

Dans la cure solaire totale et prolongée, il importe souvent de réduire aussi la *température de l'air* quand elle dépasse à l'ombre 28° à 30°. Le moyen le plus pratique d'y parvenir est le ventilation.

Dans nos pays tempérés, où le rayonnement solaire est faible pendant de nombreux jours de l'année, l'ensoleillement doit être pratiqué même avec un soleil fugace. La cure solaire sera, en même temps, une cure d'air, car une bonne part des effets locaux et généraux de la cure solaire sont dus à la cure d'air concomitante. D'après Miramond de Laroquette, l'aération ou oxygé-

FIG. 189. — *L'Ecole au soleil du Dr Rollier au Sépey, à 1.200 mètres d'altitude. Une classe dans la prairie.*

nation de la peau et l'ensoleillement simultanés auraient des effets complexes que ni l'un ni l'autre ne produisent séparément.

LES ÉCOLES DE PLEIN AIR ET LES ÉCOLES AU SOLEIL. — En France, pendant la première guerre mondiale, la Ligue d'hygiène scolaire fit un essai d'école en plein air à l'usage d'un certain nombre d'enfants des écoles de Paris momentanément éloignés de la capitale par le bombardement. En Eure-et-Loir, aux environs de Chartres, des fillettes furent hébergées dans une propriété privée. Elles y arrivèrent au mois de juin 1918. Après quatre mois de séjour dans ce milieu champêtre, le poids des enfants s'était accru, en moyenne, de 3 kilos, et le périmètre thoracique de 8 à 10 centimètres. Le Dr H. Méry et Mlle Chauveau avaient été les promoteurs et les exécutants de cette expérience concluante.

Dès 1911, M. Herriot, maire de Lyon, avait obtenu la création, à Vernay, d'une première école de plein air. L'année précédente, la Caisse des Ecoles du XVIe arrondissement avait fondé au Vésinet une école de plein air, type internat.

En Angleterre, sur l'initiative de la Commission scolaire du *London County Council*, plusieurs écoles du type internat ont été créées dès 1907 et en 1908. En Amérique, les villes de Boston et de Chicago ont également des

FIG. 190. — *L'Ecole au soleil du Dr Rollier, au Sépey, sur un emplacement couvert de neige.*

écoles de plein air. Enfin, celle réalisée en Suisse en 1910 près de Leysin par le Dr Rollier, est un modèle du genre. Dans celle-ci, un nouvel élément entre en jeu. L'école du Dr Rollier, en effet, n'est pas une simple école de plein air, mais surtout une *école au soleil*. Les enfants ne vont à l'école que lorsqu'ils sont complètement entraînés à la cure de soleil : l'ensoleillement est total, les enfants sont nus, en caleçon de bain, avec un chapeau de paille qui les protège au plus fort de l'été. En outre, au lieu d'être fixes, les classes sont mobiles : l'école se fait sur un emplacement qui peut varier chaque jour, suivant les conditions atmosphériques (fig. 188, 189, 190, 191).

Le Dr Armand-Delille a fait au Monnetier une expérience d'école au soleil qui a été couronnée de succès. Sous l'influence de l'ensoleillement presque

continu, les bénéfices du côté du caractère et de l'état mental sont, en général, aussi frappants que les transformations physiques de l'enfant.

La musculature se transforme ; elle semble se nourrir et se tonifier par l'action des rayons solaires. Ces modifications amènent rapidement celles de la stature, sous l'influence de la force que reprennent les muscles des gouttières vertébrales, du cou, de la ceinture scapulaire ; l'enfant voûté se redresse, le ventre saillant et hypotonique s'efface sous l'action d'une sangle abdominale reconstituée. En même temps, les fonctions organiques retrouvent un équilibre fonctionnel remarquable.

FIG. 191. — *Départ pour l'école au soleil. Chaque élève porte sur les épaules le siège et le pupitre pliants* (Dr Rollier).

Le petit citadin, souvent triste et morose ou nerveux et irritable, se modifie rapidement, sous l'influence de la stabilisation physique de son organisme. Il devient gai, plein d'entrain, dormant bien et mangeant bien. Son humeur se régularise, et les médecins comme Rollier et Armand-Delille, qui sont témoins de ce qui se passe dans les écoles au soleil, y ont vu constamment régner la gaîté.

ACCIDENTS DUS A L'ENSOLEILLEMENT FAIT SANS PRÉCAUTIONS ; RAYONS ULTRA-VIOLETS. — L'intolérance des téguments exposés sans ménagements aux rayons du soleil est d'observation courante. Elle se traduit par des lésions qui vont de la simple rougeur à des phénomènes inflammatoires plus sérieux s'accompagnant même de malaise général, de fatigue, d'abattement, d'insomnie, de céphalée et de fièvre. On dosera l'application de la lu-

mière comme on dose un remède, car tout est nuance, tout est mesure dans l'administration du bain de soleil. La peau est un piège à radiations et, en même temps, un organe de protection pour les organes sous-jacents. Les rayons chimiques ultra-violets sont fortement abiotiques ; ils peuvent léser les tissus profonds et les détruire si la peau n'a pas le temps d'organiser la défense et s'ils tombent sur elle en quantité excessive. L'écran pigmentaire qui brunit la peau exposée au soleil arrête les rayons ultra-violets de courte longueur d'onde. Il les transforme en radiations de longueurs d'onde plus grandes (orangées ou jaunes) non nocives et plus pénétrantes. Si l'on ne procède pas judicieusement et avec mesure, si l'on soumet sans précaution la peau à une lumière très riche en rayons ultra-violets, si on ne lui donne pas le temps de s'organiser pour se défendre, on provoque la destruction du filtre cutané et la production de vésicules, de phlyctènes et d'escarres d'autant plus profondes que l'ensoleillement a été plus prolongé.

Le soleil est un excitant général de grande puissance. Mais il est aussi dangereux à trop fortes doses que salutaire à doses réduites. Toutefois, ses méfaits sont moindres que ses bienfaits.

Il semble que les radiations solaires nuisibles produisent des accidents de plus en plus graves lorsque les ondes qui les caractérisent sont de plus en plus courtes. Nous sommes entourés d'une foule de rayonnements, d'ondes et de vibrations d'origine solaire qui nous pénètrent à notre insu.

On a émis l'hypothèse que l'ensoleillement abusif, tel qu'il est pratiqué trop souvent pendant de longues heures sur les plages où l'action réverbérante de l'eau et du sable accentue encore la violence du choc solaire, prédisposait à la cancérisation de la peau. Quantité de tumeurs et de verrues cutanées n'auraient pas une autre origine.

Enfin, on a accusé l'action trop prolongée des ultra-violets de désorganiser à la longue la contexture des globules rouges au sein même du riche réseau des capillaires sanguins sous-cutanés et intradermiques et de déterminer des anémies aiguës progressives par destruction globulaire massive. Il en résulterait un véritable choc hémoclasique aux manifestations durables et que la thérapeutique se révèle ultérieurement impuissante à guérir.

L'effet des rayons ultra-violets s'exerce aussi sur les tissus végétaux qui sont frappés de mort par une irradiation un peu longue ; la chlorophylle des feuilles perd sa couleur vert clair pour prendre la teinte feuille morte. Sur l'œil des animaux, l'action des rayons ultra-violets est très pernicieuse. De violentes conjonctivites succèdent à une fixation, pendant quelques secondes, de lampes en quartz à vapeur de mercure ou de lampes à arc dont la lumière est très riche en rayons ultra-violets.

Par contre, à dose modérée, ces mêmes rayons sont des promoteurs de vie et d'énergie incomparables. Finsen l'a démontré par des expériences restées célèbres. Il a vu les rayons bleus, violets et ultra-violets provoquer, chez des larves de grenouilles, chez des têtards, une vive agitation. Des œufs de poisson placés dans un bocal éclairé par de la lumière violette éclosent plus vite que dans des bocaux éclairés par de la lumière verte. De même, des

têtards deviennent plus promptement grenouilles dans des bocaux bleus et violets.

L'ensoleillement doit être pratiqué suivant certaines règles avec lesquelles les éducateurs ne manqueront pas d'être familiarisés. En cette matière surtout, le manque de mesure est un mal. Il n'est pas rare de voir des sujets, soumis à l'entraînement et qui étaient en excellente condition athlétique, dépérir brusquement et devenir nerveux, comme après une excitation trop vive, dès que la pratique des bains de soleil était instituée pour eux. Cela tenait à ce qu'elle n'avait été ni mesurée, ni nuancée convenablement.

Les accidents locaux du coup de soleil sont connus. Ils se traduisent par un *érythème* accompagné de cuisson. La brûlure évolue de la 4e à la 12e heure, moment de son maximum. La desquamation de l'épiderme mortifié apparaît au bout d'une semaine.

Si la brûlure est étendue et profonde, des phlyctènes se développent, suivies d'ulcérations qui, en 4 ou 5 jours, se recouvrent de croûtelles. La cuisson est vive et les lésions sont douloureuses. Il peut, dans certains cas, survenir de véritables escarres.

Les accidents généraux sont ceux de l'*insolation*. Dans sa forme légère, elle se traduit par de la fatigue générale, de la céphalée, une certaine agitation nocturne, de l'insomnie, de l'inappétence, une diminution considérable de la force musculaire. Le thermomètre peut indiquer une élévation de température de quelques dixièmes de degré. Il survient quelquefois une phase asphyxique, précédée de nausées et de congestion de la face.

A la suite d'exposition trop prolongée au soleil, Ciummino a signalé de la dysarthrie, de la monoparésie et de l'hémiparésie ; Guerrier a rapporté un cas d'hémiplégie et Stusberg des réactions méningées.

Il existe une forme grave avec céphalée intense, névralgies et idées délirantes, enfin une *forme foudroyante* avec vertiges, délire, hallucinations, visage vultueux, température élevée (40°), convulsions et coma terminal.

Les accidents précédents sont surtout l'apanage des sujets que l'on a eu l'imprudence de faire travailler au grand soleil, pendant les journées chaudes du plein été. L'ensoleillement, pendant une période d'entraînement, doit toujours être pratiqué pendant les heures de repos physique. Cette règle ne souffre aucune exception.

Depuis que la mode absurde du brunissement de la peau s'est répandue, on a vu sur les plages, sur les stades, un peu partout, des sujets nus, s'exposer sans mesure aux rayons du soleil. On ne parlait au début de cette mode que des bienfaits de l'ensoleillement. Mais avec le recul du temps, on a déchanté. Dans leur livre *Les maladies de lumière et leur traitement*, Jausion et Pagès ont décrit toute une série de lésions produites par l'exposition intempestive à la lumière solaire.

Pour Marceron qui, depuis 1925, a fait une étude systématique des lésions dues à la lumière, un faisceau de lumière, frappant les téguments, s'y brise sur les cellules superficielles ; c'est le *phototraumatisme* ou *photochoc*. A un

stade plus avancé, il y a *photosensibilisation*. De la cellule bombardée partirait une *photoémanation* qui se répandrait dans l'organisme et serait l'agent de l'actinothérapie générale. Cette photoémanation agit à la manière des substances toxiques ; à faibles doses, ses effets sont thérapeutiques ; à dose plus élevée, elle devient nocive, le tégument n'est plus seul intéressé et il y a des accidents généraux d'intoxication.

Gougerot a groupé sous le nom de *radiolucites*, l'ensemble des lésions cutanées produites par les rayons solaires de courte longueur d'onde et analogues aux radiodermites produites par les rayons X. Ces lésions, variables avec l'âge du sujet et la fragilité de son épiderme, évolueraient vers le cancer.

Beaucoup de kératoses et de taches pigmentaires causées par le soleil n'auraient pas qu'un inconvénient esthétique. Elles pourraient dégénérer. Pour Gougerot, la plupart des cancers cutanés des vieillards, ceux de la face, en particulier, auraient une origine solaire, d'où le nom de *radiolucite cancérigène* qu'il leur a donné.

On connaît actuellement de nombreux exemples d'éruptions apparaissant, par l'exposition au soleil, chez des femmes surtout, pratiquant l'usage des laits dits de beauté, pour leur peau, ou de teintures, pour les parties velues de leur personne. Ces laits de beauté, ces teintures, dissous par la sueur, imprègnent la peau, pénètrent, par imbibition, jusqu'au corps muqueux de Malpighi, cet écran lumino-sensibilisateur. Ils jouent le rôle d'un sensibilisateur antigénique. Alors, se produit une héliodermite, au niveau des points frappés par le soleil, sur les parties découvertes. Mais on observe également des éruptions sur les parties couvertes et non atteintes par les rayons solaires. Dans ce cas, il y a retentissement à distance de l'héliodermite. L'éruption irritative prédomine dans les zones ensoleillées, mais on retrouve aussi des éruptions souvent intenses sous les vêtements en des endroits protégés contre les rayons du soleil.

Nous avons vu des accidents de radiolucite atteindre, dans le cours d'un même après-midi, onze jeunes femmes ou jeunes filles, sur dix-sept, qui s'exerçaient au soleil, en maillot de bain, sur un même terrain de jeux. Tous les jours, pendant la huitaine précédente, et pendant deux ou trois heures consécutives, chaque après-midi, ces élèves s'étaient exposées à la lumière solaire, sans aucune précaution. Elles croyaient être immunisées contre le coup de soleil par une pigmentation accusée de la peau. Il n'en fut rien. Peu à peu, elles parurent, au contraire, s'être sensibilisées à l'action du soleil et les accidents de radiolucite se déclarèrent avec une incroyable brusquerie, à la manière de brûlures presque instantanées, dont les lésions apparaissaient et se développaient en quelques instants. Les régions découvertes, directement ensoleillées, furent intéressées les premières, puis les phlyctènes s'étendirent en vastes placards, même aux régions protégées par le costume de bain. Toutes les jeunes femmes atteintes avaient employé le même lait de beauté pendant les jours précédents. Celles qui demeurèrent indemnes n'en avaient pas fait usage.

En fin d'analyse, on se gardera avec un soin particulier d'exposer au grand soleil tous les sujets, hommes ou femmes, physiquement entraînés mais non accoutumés à l'ensoleillement. Ils risqueraient de présenter des accidents locaux ou généraux. Les personnes ayant dépassé la quarantaine et s'exerçant en plein air devront, la plupart du temps, travailler à l'ombre, surtout si l'exercice a lieu l'après-midi, au cœur de l'été. De même, les enfants, avant l'âge de 13 ans. L'action combinée du mouvement et des rayons solaires, surtout quand le soleil est au zénith, a pour résultat de provoquer une élévation sensible et rapide de la température interne et de prédisposer aux accidents du coup de chaleur et de l'insolation par congestion des organes profonds, notamment des centres nerveux.

Les grands efforts prolongés de l'entraînement sportif et athlétique ne seront jamais accomplis au grand soleil. C'est, autant que possible, à l'ombre qu'ils devront avoir lieu.

Les séances d'ensoleillement des athlètes coïncideront avec les heures de repos et de détente physique.

Enfin, d'une manière générale, pendant les grandes chaleurs de l'été, les périodes d'exercice fait au soleil alterneront toujours avec des périodes plus nombreuses d'exercice fait à l'ombre. Ce sont les sujets les plus jeunes et les plus âgés qui se trouvent particulièrement prédisposés aux accidents d'une exposition brutale et prolongée au soleil.

CHAPITRE XIX

LA SCIENCE DU REPOS

Les pages qui vont suivre ne sont pas écrites pour les seuls hommes de sport. Elles s'adressent à tous. Car, dans ce temps de surmenage, l'important est de savoir s'arrêter un instant pour tirer du repos tout le réconfort possible. Il serait désirable de voir inscrire, dans nos universités, au milieu de l'enseignement rebattu, emprunté aux vieux programmes, un cours original sur cette science inconnue : *la science du repos.*

Ce sujet ne comporte pas seulement l'étude du repos physique chez l'homme de sport. Il doit aussi comprendre les préceptes généraux propres à guider le travailleur, l'homme d'affaires absorbé par les soucis d'une existence trop rapidement conduite, l'homme du monde surmené par la foule d'obligations que sa vie artificielle lui crée.

Le repos total. — Le *repos total* n'est obtenu qu'en immobilisant le corps dans la position horizontale qui permet le relâchement de tous les muscles. Dans cet état, la respiration, la circulation, la calorification et celles des fonctions nerveuses qui président à la motricité volontaire sont ralenties du même coup. Sans doute, les facultés intellectuelles et affectives ne sont pas arrêtées dans leur activité par l'inertie musculaire, mais, lorsque à l'immobilisation s'ajoutent l'*isolement* et le *silence*, les impressions extérieures, capables d'ébranler la cellule nerveuse, sont réduites au minimum, et le sujet immobilisé et isolé dans ces conditions est bien près de goûter le repos absolu.

La nutrition, pendant le repos. — Les dépenses organiques sont alors réduites au minimum. Mais, comme les actes de la nutrition se poursuivent, notamment l'assimilation, chaque période de repos correspond à la mise en réserve d'une certaine quantité d'énergie ; elle permet de reprendre un travail interrompu par la fatigue.

Le repos physique de l'homme de sport et de l'athlète ne doit jamais être écourté ni trop prolongé. L'immobilisation diminue en effet la valeur physiologique du tissu musculaire, organe du mouvement. Bien plus, dans un muscle trop longtemps inactif, le mouvement de désassimilation finit par l'emporter sur le mouvement d'assimilation ; le muscle s'atrophie. Ce sont

les réserves graisseuses et aqueuses qui augmentent. L'homme réduit à l'immobilité consomme cinq fois moins d'oxygène que l'homme en marche ; sa réserve de combustible organique, sa graisse, s'accumule, car la combustion à laquelle elle pourvoit est moins active.

Un repos de trop longue durée, chez un homme sain, a d'autres inconvénients, notamment sur les poumons et sur la fonction digestive. Ceux-là étant moins irrigués par le sang, sont mal défendus contre les causes de maladie et d'infection. La nutrition du tissu pulmonaire est compromise, et l'implantation du bacille de la tuberculose trouve dans le repos forcé des poumons une condition favorisante. Au point de vue digestif, le repos prive l'intestin de toute une série d'actes mécaniques (pressions des muscles de la paroi abdominale, déplacements généraux du corps, flexion et extension du tronc), qui sont les auxiliaires efficaces des mouvements péristaltiques de l'intestin. Les uns, aidés des autres, poussent le bol alimentaire et le font cheminer dans la direction voulue, à travers toutes les sinuosités de l'intestin grêle. Dans les cures de repos imposées à certains malades, on est obligé de remplacer les mouvements de la paroi et ceux de l'intestin par le massage abdominal.

Ces considérations nous révèlent l'importance de l'appareil locomoteur auquel tous les autres systèmes organiques sont unis par les liens fonctionnels les plus étroits. Les muscles agissent-ils : tous les organes se solidarisent avec eux et activent leur propre fonctionnement. Sont-ils au contraire immobilisés : toute l'économie s'assoupit et la nutrition générale languit.

Le repos des muscles apparaît donc comme la condition principale du repos quand on cherche à l'imposer à tout l'organisme.

Dans les conditions ordinaires, chez un homme bien portant, chez un athlète en belle condition, point n'est besoin de longues périodes d'immobilisation pour effacer une impression de fatigue. Des répits très courts suffisent pour rendre aux muscles leur aptitude au travail, sinon leur vigueur première. L'ouvrier qui entrecoupe son travail de temps d'arrêt, le soldat qui interrompt l'étape par des pauses bien calculées et de plus en plus fréquentes à mesure que croît la fatigue, fournissent un travail qui les eût infailliblement épuisés s'ils l'avaient effectué sans interruption.

Un organisme qui accomplit une tâche ainsi coupée de repos peut être comparé à un réservoir dont le débit serait intermittent, mais dont l'alimentation serait permanente. La canalisation de départ est plus importante que la canalisation d'amenée. En quelques instants, le réservoir peut être mis à sec si l'on n'a soin d'interrompre de temps en temps le départ de son contenu. Grâce à cette précaution, la canalisation d'amenée, quoique ayant un débit inférieur à celui de la canalisation de départ, suffit à maintenir un certain niveau dans le réservoir.

Ainsi se passent les choses dans l'organisme vivant. Quand la dépense musculaire est grande, la provision d'énergie nerveuse s'épuise rapidement. Une brève interruption du mouvement, un repos, sont nécessaires pour permettre l'accumulation d'une nouvelle provision de force dans le réser-

voir organique. Car les puissances réparatrices agissent d'une manière incessante, mais leur production est limitée et se montre rapidement insuffisante lorsque nous dépensons notre énergie en prodigues.

Des répits même très courts, mais suffisamment rapprochés, permettent à un athlète de soutenir longtemps l'exercice le plus dur. Dans un combat de boxe anglaise, les rounds se succèdent, coupés de temps d'arrêt fréquents. Ce n'est point là un adoucissment à la lutte, car la brièveté des reprises permet aux adversaires de conserver leur force intacte et d'asséner des coups violents jusqu'à la fin du combat. Si la rencontre avait lieu sans interruption, on verrait, aux environs de la huitième ou de la sixième minute, la lassitude des boxeurs se manifester par des coups moins assurés et par un incroyable essoufflement. A force égale, ils cesseraient de combattre, exténués. On verrait la victoire se décider moins souvent par un coup heureux que par la supériorité athlétique de celui des deux champions qui serait le plus résistant à la fatigue et demeurerait le plus longtemps maître de sa respiration.

L'ALTERNANCE DU TRAVAIL. — Le repos n'intéresse pas seulement l'appareil musculaire, il fait aussi sentir ses effets bienfaisants sur tous les autres appareils. Le cerveau, qui ne débite plus son énergie spéciale aux muscles, la garde en réserve pour d'autres besognes. Le travail intellectuel n'est jamais plus facile qu'après le repos corporel ; au contraire, il s'accommode mal de la fatigue musculaire. Le calme, la sérénité, l'équilibre moral suivent les phases de détente et de repos physique.

Le cœur d'un homme étendu et de qui tous les muscles sont dans le relâchement, voit décroître la fréquence de ses contractions et se repose. Les mêmes effets se produisent pendant les moments consacrés au sommeil. L'absence d'efforts musculaires ralentit la fonction respiratoire d'un sujet endormi. Dans l'état de repos, l'homme mange moins et, restreignant son alimentation, impose un travail modéré à ses organes digestifs ; il diminue la quantité des boissons ingérées et allège ainsi la tâche imposée à son filtre rénal. En un mot, lorsque son appareil locomoteur cesse d'agir, tous ses organes se reposent, d'une manière sans doute moins complète que les muscles, mais d'une façon non moins profitable.

Il est une forme de repos relatif bien connue des hommes de sport et des travailleurs de la pensée. Elle est acquise par l'alternance du travail. En vérité, le fonctionnement des organes n'est pas suspendu. Il n'y a qu'un changement dans la forme sous laquelle l'énergie est dépensée. Le philosophe et le mathématicien, l'homme de lettres et l'économiste se délassent en passant d'un sujet d'étude à un autre, comme un manœuvre qui change de bras, en portant un fardeau. La diversité dans le travail physique aussi bien que dans le travail intellectuel est une condition sinon de repos, du moins de diminution et de retard de la fatigue. Le système musculaire, comme le cerveau, est assez semblable à un clavier dont l'artiste habile sait jouer. Il utilise certaines notes et néglige volontairement les autres. Celles-ci, à leur tour, seront mises en jeu au moment opportun.

L'alternance des forces employées au travail a une très grande portée pour le cerveau humain. On pourrait édifier solidement sur elle une théorie du travail intellectuel et de son mécanisme. Varier les sujets d'étude est une des conditions du délassement cérébral, de même qu'employer alternativement certains groupes de muscles est une méthode de délassement corporel. Le changement de direction des idées et la substitution d'un travail reposant à un travail ardu, sont les procédés de choix de ceux qui n'ont pas la possibilité d'interrompre complètement leur labeur intellectuel.

Grâce à ce subterfuge, ils connaissent rarement la fatigue cérébrale. Rien n'est plus pénible que l'espèce d'obsession, plus forte que la volonté, qui assaille et persécute les grands travailleurs, violemment attachés à une œuvre. L'effort d'attention se poursuit dans leur pensée, même en dehors des heures d'étude proprement dites ; il est un obstacle au repos du cerveau, trouble le sommeil et aboutit aux plus pénibles manifestations du surmenage cérébral.

Dans ce cas, le remède le plus efficace demeure la diversion à l'idée dominante par le déplacement de l'attention à tout prix, c'est-à-dire par la distraction. Ce remède, pourtant, n'est pas toujours couronné de succès. Il arrive que le sujet d'étude qui a surmené le cerveau persécute encore l'écrivain ou le philosophe longtemps après que ce dernier a abandonné les feuilles inachevées. A l'apogée de la fatigue, il n'est pas toujours au pouvoir de l'homme d'écarter l'idée fixe. Changer le cours des idées devient parfois un problème des plus compliqués.

Assez souvent, le hasard se charge de la guérison en mettant en jeu quelques touches du clavier demeurées jusque-là silencieuses. Un événement fortuit les fait vibrer, cependant que celles qui, jusqu'alors, s'étaient seules fait entendre bruyamment, semblent peu à peu se taire.

Au groupe des cellules cérébrales mises en jeu se substitue un autre groupe réagissant à une excitation fortuite. L'attention est déplacée ; elle cesse de se concentrer sur l'idée fixe, et la zone d'idéation, jusqu'alors surmenée, entre enfin en repos. Hippocrate disait jadis dans un aphorisme célèbre : « Quand deux douleurs sont contemporaines, la plus forte atténue l'autre. »

La vérité est qu'une idée obsédante peut disparaître au contact inattendu d'une autre idée simplement différente, se présentant soudain dans le champ de la conscience.

Dépense contemporaine de l'énergie nerveuse. — La force musculaire est notre moyen d'action ; mais ce qui nous fait agir est une autre force qui se dissimule derrière elle, que nous appelons énergie nerveuse. Lorsque cette énergie s'épuise, l'activité organique se ralentit sous toutes ses formes. Il ne faut donc pas s'étonner que, pour se remettre d'une attaque sérieuse de ce qu'on appelle l'épuisement nerveux, la nature frustrée réclame un temps qui paraît toujours au surmené ridiculement long, voire interminable.

Mais le surmené est coupable de n'avoir pas tenu ses comptes avec le soin minutieux que la nature apporte toujours au règlement des siens. Il espérait

peut-être qu'elle serait aussi négligente que lui, et qu'il pourrait passer l'éponge sur nombre de peccadilles. La nature a d'autres façons d'agir, comme il l'apprend bientôt à ses dépens. Elle n'adopte point les voies sinueuses et douces de l'indulgence ; tout au contraire, elle ne veut suivre que les voies franches et rigides de la vérité comme de la justice. Et, somme toute, mieux vaut que le châtiment, pour les infractions réitérées à ses ordres, soit quelquefois terriblement brusque que de voir violer sa loi indéfiniment, selon le gré de chacun.

Je m'occupe ici de ceux qui ont offensé la nature dans la folle poursuite du plaisir ou dans la lutte âpre pour conquérir la place qu'ils ambitionnent au sein de la société. Il faut les laisser régler leurs comptes comme ils peuvent.

Pour la plupart des hommes, le temps marche vite et sans répit ; il s'accélère davantage de jour en jour. La science et l'invention vont presque à trop grands pas pour nos facultés héritées d'ancêtres qui vivaient à des époques plus lentes. Malgré tous les avantages que la vapeur et l'électricité lui offrent pour opérer avec plus de rapidité, l'homme d'affaires se trouve contraint, par la connexité de toutes les branches du négoce, de posséder infiniment plus de notions qu'on n'en avait autrefois. S'il essaye de poursuivre ses affaires comme on les poursuivait jadis, paisiblement, il s'aperçoit bientôt que ses voisins lui enlèvent sa clientèle, et il se sent obligé de se plonger dans des études qui eussent semblé, il y a trente ans, absolument étrangères aux tenants et aboutissants de son commerce.

Les hommes de ce temps doivent apprendre à changer l'amure de leurs voiles avec une habileté et une soudaineté qui auraient fait mourir à la peine leurs respectables pères et qui contribuent, pour une bonne part, à les exténuer. L'esprit doit changer avec une prestesse jusqu'à ce jour inconnue. Dans le tourbillon des affaires auxquelles s'ajoutent de tous côtés des exigences croissantes, chacun de nous risque d'épuiser l'énergie nerveuse mise à sa disposition ; car il ne faut pas oublier que nous n'en possédons pas un stock infini, mais une part strictement dosée dont la nature tient un compte très exact, tandis que nous la dissipons sans scrupule. Nous essayons de duper la nature à force d'élixirs et de toniques, d'alcool et de café ; ce ne sont là que coups d'éperons dans les flancs d'un cheval fourbu. Ils n'ajoutent et n'ajouteront jamais rien à la quantité de force dont nous disposons.

Il nous faut thésauriser notre énergie nerveuse et nous mettre à l'école du vieil avare. Nous nous rendons follement débiteurs de la nature, et il nous faut sans cesse solder de l'arriéré. Certes, ce créancier ne se refuse pas à recevoir son payement par acomptes, mais il exige tout son dû, jusqu'au dernier centime.

Hélas ! il arrive parfois que, modernes îlotes, nous sommes obligés de travailler encore, lorsque nous avons épuisé notre crédit à la banque des forces nerveuses. Nous avons beau supprimer, alors, toutes les dépenses inutiles et reconstituer nos réserves, avec le plus d'économie possible, nous avons beau ne plus gaspiller notre force, sous aucun prétexte, le déficit est trop grand, nous ne le comblerons jamais.

Regardons autour de nous. Les vraies tragédies de la vie se produisent souvent là où on les attendait le moins. Elles se jouent sous nos yeux, dans l'existence de bien des épouses et des mères, au sein de nos grandes villes. Les pauvres femmes, tiraillées par leurs devoirs envers leurs maris, leurs enfants, leur religion, leurs obligations mondaines, qui souvent ne sont pas minimes en raison de la situation présente ou éventuelle du mari, se tuent petit à petit devant nous, torturées en même temps par l'insuffisance du service domestique qui rend la tenue d'une maison ou d'un intérieur confortable très difficile. Combien en avons-nous vues de ces malheureuses, succomber sous les efforts qu'elles font courageusement pour jouer leur rôle jusqu'au bout ! Et il en meurt chaque jour ainsi autour de nous, avec un bon sourire sur les lèvres. Nous les rencontrons par centaines, dans la rue, dans les visites de l'après-midi. Ceux qui vivent en dehors de leur cercle ne voient en elles que des femmes gracieuses et brillantes ; ils inclinent la tête devant leur charme et leur élégance, mais ils ne se doutent pas qu'ils rendent hommage à des martyres.

Celles qui se reconnaîtront dans ces lignes sauront qu'on les connaît et qu'on s'intéresse à leur sort.

Équilibre entre la force musculaire et la force nerveuse. — La quantité de travail que l'on peut accomplir dépend de l'équilibre entre la force nerveuse et la force musculaire, bien plus que de la dose exacte de l'une ou de l'autre. Chez quelques-uns, l'équilibre est si délicatement ajusté qu'il n'y a pas de risque de les voir jamais s'user à la peine. N'était la loi de la nature, qui n'admet pas que la vie soit parfaite, si elle ne comprend pas la mort dans ses phases, il semble que ces privilégiés pourraient vivre éternellement.

Mais ces gens, si parfaitement équilibrés, sont l'exception. Les effets de la fatigue continue apparaissent partout. Ce sont les œuvres de la statuaire et de la peinture contemporaines qui l'attestent par leur perpétuel « inachevé » et leur manque de « conclusion ».

En définitive, que doivent faire les gens encore obligés de travailler alors qu'ils ont déjà épuisé leur crédit à la banque des forces nerveuses ? Deux choses : supprimer toutes les dépenses inutiles et reconstituer les réserves avec le plus d'économie possible. Les seuls moyens d'atteindre ce double but qui soient conformes aux vues de la nature sont le sommeil et le repos.

Le sommeil. — Le sommeil est le seul état dans lequel les dépenses nerveuses sont suspendues. A l'état de veille, même en dehors de toute activité musculaire, nous pensons toujours à quelque chose. Les cellules de notre cerveau libèrent constamment des déchets. L'idée la plus fugitive qui nous traverse l'esprit, pendant que nous somnolons, allongés sur l'herbe et que nous nous figurons ne rien faire, contribue cependant à diminuer notre puissance d'action. Quand bien même nous serions capables de paresse absolue, les battements de notre cœur et les mouvements de notre respiration détermi-

neraient encore une certaine dépense de force nerveuse. Dans le sommeil profond, cette dépense se réduit au minimum, tandis que les forces réparatrices demeurent à l'œuvre. C'est là ce qui explique le sentiment de bien-être éprouvé après une bonne nuit. Au surplus, le sommeil ne répare pas les forces seulement par le repos complet qu'il procure à certains organes et par la diminution de l'activité de tous ; c'est surtout en permettant au centre cérébral d'accumuler une nouvelle provision d'énergie nerveuse.

De même que la régularité dans les repas prévient et suffit parfois à guérir la dyspepsie, de même la régularité du coucher, dans les premières périodes de l'insomnie, suffit souvent à la faire disparaître. Il n'est rien au monde qui tende plus à se transformer en machine que le corps humain lui-même. Pour peu qu'on lui commande chaque soir de se soumettre au sommeil à heure fixe, on peut tenir pour à peu près certain qu'il obéira.

Se coucher régulièrement chaque soir, à la même heure, si l'on peut, est une règle d'hygiène. Si le sommeil ne vient pas aussitôt qu'on l'attend, ne pas s'agiter fébrilement, mais demeurer inerte jusqu'au bout du petit doigt. Cela contribuera puissamment à provoquer l'assoupissement et, lors même qu'il n'arriverait pas, le repos complet dont jouit déjà tout l'organisme évitera des dépenses nerveuses inutiles. Sans doute, demeurer parfaitement immobile quand on éprouve la démangeaison de s'agiter en tous sens demande une certaine concentration de la volonté, et il est permis de supposer que le cerveau s'en fatiguera presque autant que du mouvement réel.

Si, au bout d'un certain temps, la volonté ne réussit pas à provoquer le sommeil, il faudra recourir à quelque moyen particulier à chacun de nous et que l'expérience nous a enseigné. Il y a longtemps que les disciplines les plus nombreuses et les plus variées, se basant sur la nature de l'insomnie, ont été tentées pour la vaincre. On a conseillé de compter perpétuellement les mêmes chiffres, et, récemment, le Dr Reclam estimait qu'on arrivait régulièrement au résultat souhaité en comptant mentalement 1, 2, 1, 2, et en faisant coïncider le 1 avec l'inspiration et le 2 avec l'expiration. Il fut également recommandé de considérer fixement un objet, avec une insistance pleine de fermeté. Quelques-uns indiquent la chambre tapissée de bleu comme souveraine.

Avec les remèdes hypnotiques : véronal, sulfonal, trional, etc., on a également préconisé quelques médicaments nouveaux : l'huile d'olives, qui réussirait à merveille chez les dyspeptiques à réaction acide, les vaporisations de menthol, d'alcool ; l'emploi d'un mélange de vaseline et de paraffine pour boucher hermétiquement le conduit auditif, et jusqu'au vaccin antistreptococcique ! On ne saurait se montrer plus éclectique.

Couchez-vous de manière à détendre tous les muscles. Il est possible de supprimer le mouvement si l'on s'y applique sérieusement. Il ne faut pas donner à ses mains une position définie. Qu'elles tombent où elles voudront et comme elles pourront. Le balancement léger d'un hamac, comme celui du berceau, attire positivement le sommeil, car tout mouvement rythmique produit une influence assoupissante sur le cerveau, à la condition que ce mouvement se ralentisse insensiblement et finisse par s'éteindre tout à fait.

Dans la cure de l'insomnie nerveuse, le Dr Livet, repoussant l'emploi des hypnotiques, préconise l'hydrothérapie tiède sous forme de douches quotidiennes prises à la fin de l'après-midi. La régularité du sommeil s'obtient dans le cours du 2e mois ; le traitement doit être d'une régularité absolue. Le bain de lumière de 15 à 30 minutes avec repos égal consécutif est également très utile. L'élimination de toxines par la sueur en est probablement une explication partielle. Rosenthal est du même avis et s'élève contre l'abus des hypnotiques.

Avoir des habitudes. — Dans le cours normal de l'existence, ce n'est pas le travail, mais le surmenage qui tue. La meilleure façon d'éviter celui-ci est d'avoir des habitudes et de se rendre jusqu'à un certain point routinier. La régularité de la vie a ceci d'éminemment utile qu'elle dispense de prendre constamment des décisions sur ce qu'il convient de faire et d'éviter. Elle met l'individu dans la situation d'une personne qui n'a qu'à exécuter les ordres d'autrui.

Pour éviter le surmenage, rien n'est donc plus efficace que de se laisser entraîner à prendre des habitudes. Nous faisons avec aisance ce à quoi nous sommes accoutumés pour cette raison physiologique qu'une cellule nerveuse, quand elle a agi une première fois, possède une tendance à agir de nouveau dans le même sens. La substance nerveuse conserve l'empreinte des impressions qu'elle reçoit.

On économisera donc une grande quantité d'énergie nerveuse en remplissant sa vie d'habitudes. La nécessité constante de prendre des décisions nous use plus que toute autre fatigue. On m'a objecté que cette espèce d'automatisme implique une certaine infirmité de l'esprit. Je n'en crois rien. Il représente seulement un moyen efficace mis à notre disposition pour limiter la dépense de nos forces qui est incessante et semble croître indéfiniment.

Avoir l'esprit absorbé, d'ordinaire, par les menus détails de chaque jour, c'est se rendre incapable de rien lire en dehors de son journal, c'est n'avoir aucune liberté d'esprit. On se sent incapable d'intéresser ou même de distraire ceux que l'on voudrait le plus obliger. On se voit enfin vieillir avant l'âge, car rien ne creuse les rides aussi vite, aussi sûrement, que d'attacher son esprit aux chétifs soucis de la vie quotidienne. L'occupation régulière qui n'absorbe ni ne préoccupe, calme la fatigue nerveuse. Sans doute, nul ne peut se donner le calme à volonté. On ne l'acquiert pas de force. Mais ce que tout homme peut faire, c'est prendre à son gré la position de repos et attendre. Economiser notre force et diminuer le gaspillage de notre vigueur physique réclame de chacun de nous de la réflexion et de l'ingéniosité.

La règle est de ne faire aucun mouvement sans but ni portée. Si l'on observe cette règle, si l'on s'abstient chaque fois qu'on se surprend sur le point de l'enfreindre, on sera surpris du nombre des mouvements inutiles. On ne dessinera pas sur le sol des arabesques avec le bout d'une canne ; on ne jouera pas avec les petits paquets tenus à la main ; on ne tourmentera pas les goussets ou les boutons de son gilet ; on ne fouillera pas nerveusement dans

ses poches pour n'en rien extraire ; on demeurera parfaitement calme à table et on laissera en repos couteau, pain et serviette. Cela confine à des préceptes de civilité puérile et honnête, mais il n'est pas inutile de les rappeler quand ils s'accordent, comme c'est le cas, avec les principes mêmes de l'hygiène.

Le repos volontaire est, pour les gens affairés, un gain de temps. Voici comment l'un de mes maîtres regrettés, l'illustre chirurgien lyonnais Ollier, s'octroyait un repos volontaire : « Comment je m'y prends ? Je me retire dans mon cabinet ; j'éteins le jour de mes fenêtres ; j'allume un cigare ; je m'assieds et j'accomplis l'opération. Je ne sais comment rendre la chose en paroles ; mais c'est un état qui ressemble au sommeil, comme le sommeil ressemble à la mort. Il consiste à ne rien faire, absolument rien. Je ferme les yeux et j'essaye d'arrêter tous les mouvements. Je ne pense à rien. Il ne faut qu'un peu d'habitude pour étouffer ainsi la pensée (1). Dans ce farniente délicieux, je reste quinze à vingt minutes. C'est l'état le plus favorable à la digestion, et c'est ce qui explique l'habitude des animaux de dormir après le repas. J'aimerais mieux perdre de gros honoraires que ces vingt minutes de chaque jour. »

La hâte et la précipitation habituelles sont des vices infernaux. Elles sont l'apanage des gens dépourvus de méthode. Ceux pour lesquels l'ordre est un besoin doublé d'un plaisir esthétique, possèdent un moyen précieux d'éviter autant que possible la déperdition de nervosité. Ce que l'on économise de temps et de fatigue en tenant toute chose à sa place est incalculable. L'habitude de rester tranquille, d'une part, l'ordre et la méthode, d'autre part, sont des régulateurs puissants de nos dépenses nerveuses.

Ceux qui s'insurgent sans trêve contre les conditions de leur existence se fatiguent sans mesure ; ceux qui sont perpétuellement anxieux des choses contre lesquelles ils ne peuvent rien, consument à grand feu leur vie. S'en tenir aux choses essentielles et s'abandonner à ce courant irrésistible qui, d'un mouvement uniforme, porte les hommes, quelle que soit la route qu'ils suivent, au carrefour qu'ils doivent tous fatalement atteindre, caractérise le sage.

Agents physiques utiles pour produire le repos. — La science du repos ne comporte pas seulement l'immobilisation du corps, l'isolement de l'homme fatigué, l'alternance des occupations ou des exercices physiques, l'hygiène du sommeil. Elle comprend aussi diverses pratiques basées sur l'emploi de l'eau, de la lumière, de l'air froid ou chaud, du massage.

L'*eau*, convenablement utilisée, est un « défatigant » très efficace auquel l'homme de sport et l'athlète doivent avoir fréquemment recours. Chez le sujet qui vient de se livrer à un exercice assez vif, chez le coureur qui a fait

(1) Le Dr Guéniot, membre centenaire de l'Académie de médecine, a rappelé le souvenir et l'exemple de Denonvilliers, qui avait la faculté de ne penser à rien après son travail, et pour se reposer de ses fatigues intellectuelles, M. Guéniot donne le conseil de développer chez chacun cette aptitude spéciale.

sa performance, le boxeur et le lutteur qui ont combattu, l'escrimeur qui a fait assaut sans ménagements, le gymnaste qui a travaillé consciencieusement, on constate une certaine congestion des organes profonds, principalement des centres nerveux cérébro-spinaux, et les appareils enregistreurs attestent une certaine hypertension artérielle.

L'usage de l'eau a pour effet de décongestionner les organes et de ramener à la normale la pression sanguine. Mais elle doit être utilisée selon certaines règles.

Après l'exercice, lorsque le sujet est jeune (moins de vingt-cinq ans), on pourra employer l'eau froide. Dans tous les autres cas, je préconise l'eau chaude.

Sous l'action de l'eau froide, tout l'organisme éprouve d'abord une sensation de froid ; les capillaires de la peau se contractent violemment, mais presque aussitôt après, une *réaction* se produit, et, à cette vaso-constriction périphérique, succède une dilatation très énergique de ces mêmes capillaires. Le sang afflue à la peau et les organes centraux se décongestionnent. Il est des sujets chez lesquels la réaction se fait mal ou très lentement. L'eau froide ne leur convient pas. Au lieu de les reposer, elle les courbature.

Comment employer l'eau froide dans un collège de sports ? Sous la forme de douche froide, dont l'action est plus rapide et plus intense que celle du bain froid. Après une fatigue musculaire momentanée, la douche provoque une vaso-constriction, puis une vaso-dilatation compensatrice extrêmement reposante et s'accompagne d'une sensation de bien-être.

Si l'on emploie la douche écossaise, le premier jet chaud prépare la réaction des vaso-dilatateurs, le second jet froid, succédant sans transition au premier, stimule vivement le système nerveux périphérique et réveille les réflexes cérébro-spinaux. Je préfère cette seconde méthode plus agréable, plus efficace, et qui peut être supportée par beaucoup de personnes d'âge mûr.

Cependant, pour ces dernières et pour le petit nombre des adolescents qui ne peuvent s'habituer à l'eau froide, le procédé de choix est la douche chaude ou tiède, que l'on donne à l'aide d'une pomme d'arrosoir et sous faible pression. Elle est extrêmement sédative et très réconfortante.

Le bain chaud a l'inconvénient d'exiger une installation coûteuse, mais il est très efficace pour amener le délassement des athlètes et des hommes de sport. A Rome, les gladiateurs, en quittant l'arène, se plongeaient dans des piscines remplies d'eau chaude. Un bain à 35 degrés, prolongé un quart d'heure, à la suite d'un exercice musculaire qui, pendant un quart d'heure, a porté le pouls à 100 pulsations et la respiration à 35 mouvements par minute, est le moyen le plus efficace que je connaisse de désencombrer la circulation profonde, et de décongestionner les centres cérébro-spinaux, chez un homme de quarante à cinquante ans.

La *grande lumière*, si tonique au point de vue de la nutrition générale, n'est pas favorable au repos. La pénombre et l'obscurité, surtout lorsqu'elles sont combinées au silence, sont, au contraire, des conditions très favorables

pour obtenir une sensation de détente générale. On a dit que la lumière bleue était très calmante. Chez les malades nerveux peut-être. Il m'a paru qu'elle était au contraire irritante sur des individus normaux et n'allait pas sans provoquer une grande fatigue visuelle.

Enfin, chaque fois qu'un athlète ou un homme de sport, fatigué par un long entraînement, ou épuisé par une dure épreuve sportive, recherchera le retour à la normale, je lui conseillerai le *bain général d'air chaud*, auquel on n'a pas assez recours. C'est le moyen efficace d'accélérer l'élimination des déchets normalement expulsés par les glandes sudoripares. Nous avons vu, ailleurs, que leur toxicité n'est pas négligeable. Le bain d'air chaud est sédatif, reposant et très antitoxique. Il soutire à l'organisme une dose abondante de poisons variés et, en provoquant le jeu des nerfs sécrétoires, détermine dans le domaine du nerf sympathique des actions réflexes fort étendues, qui accélèrent les actes généraux de la nutrition.

Il est le meilleur remède contre l'insomnie due à la fatigue musculaire exagérée et prédispose à un sommeil profond et réparateur.

Le *massage* est un procédé facile, immédiat, très efficace, à la portée de tous, de provoquer le repos local d'un muscle ou d'une région musculaire fatiguée. Tous les hommes de sport, les athlètes, devraient être personnellement familiarisés avec sa pratique. L'effleurage, les frictions, les pressions légères ou fortes, le pétrissage, répondent à des indications particulières et peuvent être combinés diversement, pour amener dans les organes profonds, et surtout dans les muscles, une suractivité circulatoire à la faveur de laquelle les déchets accumulés par le travail sont plus activement entraînés.

Les mouvements passifs imprimés à la fibre musculaire, les pressions auxquelles elle est soumise, pendant le massage, contribuent à lui rendre la souplesse qu'une longue série de contractions énergiques peut avoir beaucoup diminuée. Le massage n'est pas une pratique qu'il convient de réserver au seul traitement des lésions musculaires ou articulaires. Il est non moins efficace chaque fois qu'il s'agit de défatiguer des muscles qui ont été soumis à un exercice intense. La sensation de détente qu'il produit est remarquable ; ses effets sont immédiats et durables. On voit chaque jour des coureurs fatigués, dont les muscles raidis sont dans l'impossibilité de poursuivre leur travail, remis en état de continuer une épreuve sportive par un massage bien fait.

CHAPITRE XX

APPRÉCIATION DE LA VALEUR PHYSIQUE BIOMÉTRIE

Une fois pour toutes, un sujet qui se propose de pratiquer les exercices physiques doit être l'objet d'un examen médical complet. Son aptitude étant reconnue par le médecin, le contrôle des résultats obtenus sera ensuite exercé, grâce à des mensurations et à des examens périodiques.

TAILLE

Il convient de mesurer :

1° La taille du sujet debout ;
2° La hauteur du tronc ;
3° La longueur des membres inférieurs ;
4° L'envergure.

La taille d'un sujet debout est donnée par la toise. La hauteur du tronc est également obtenue par la toise. Le sujet étant assis sur un tabouret de hauteur connue (0 m. 35 par exemple), il suffit de déduire du nombre indiqué par la toise, dans ces conditions, le nombre qui correspond à la hauteur du tabouret, pour obtenir les dimensions verticales du buste. Connaissant la taille du sujet debout et la hauteur de son buste, il est facile de déduire la longueur de ses membres inférieurs (fig. 192 à 195).

Nous savons que cette façon de procéder est critiquable, au point de vue anthropométrique. Mais nous l'avons adoptée, car elle est rapide, moins sujette à erreurs qu'on ne le croit et à la portée de toute personne n'ayant aucune notion des repères anatomiques.

Chez l'enfant, la taille augmente plus rapidement sous l'influence de l'exercice. Chez l'adulte, entre la vingtième et la vingt-cinquième année, alors que la croissance paraît terminée, la taille augmente de 5 millimètres à 2 centimètres pendant les six premiers mois de l'éducation physique régulièrement pratiquée, et les hommes les plus petits sont ceux qui bénéficient le plus de ce grandissement tardif.

En France, la taille moyenne atteint 164 cm. 6. Elle était de 166 cm. 5 vers 1725, d'après l'abbé de Fontenu. A deux siècles de distance, la hauteur du corps aurait donc fléchi de 1 cm. 9. Nous n'en croyons rien, pour notre part.

Les évaluations de l'abbé de Fontenu ont porté sur les hommes engagés par les sergents recruteurs qui avaient mission de choisir, de préférence, des sujets grands et bien découplés. Il s'agissait d'une sélection d'hommes dont la taille était certainement supérieure à celle de la moyenne des habitants. La taille de la femme est, dans l'Europe occidentale, inférieure de 8 à 10 centimètres à celle de l'homme du même âge. Le genre de vie et le milieu influencent la

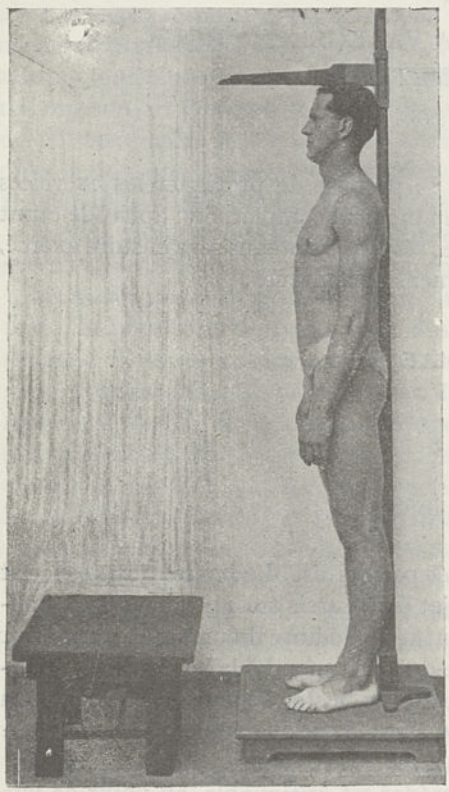


FIG. 192. — *Mesure de la taille à l'aide de la toise.*

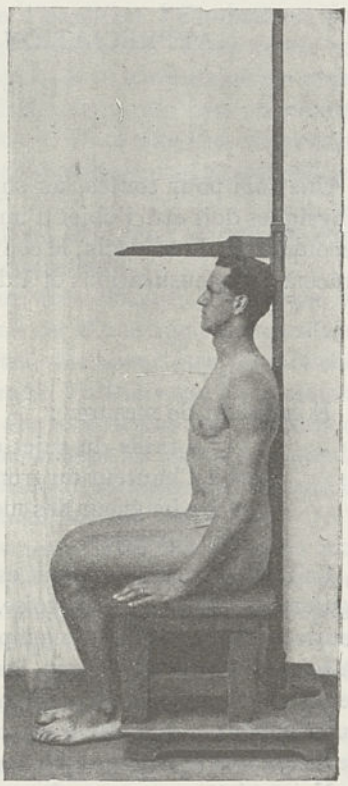


FIG. 193. — *Mesure de la hauteur du buste à l'aide de la toise et d'un tabouret de hauteur connue.*

taille. Beddoc a démontré que les ouvriers étaient généralement plus petits que la population environnante, et Houzé a fait voir que les ouvriers d'usine étaient plus petits que ceux de plein air. Bertillon et Manouvrier, observant sur plusieurs arrondissements de Paris, ont montré que les pauvres étaient plus petits que les riches dans un même pays et dans une même ville.

Voici, d'après Quételet, un tableau des moyennes de la taille et du poids aux différents âges de la vie, dans les deux sexes (v. le tableau de la page 516).

On voit qu'à partir de la cinquantaine, la taille, par suite de l'exagération

des courbures de la colonne vertébrale et, peut-être aussi, du tassement des disques intervertébraux, subit une véritable réduction qui atteint, en moyenne, 3 centimètres pour l'homme et 3 cm. 5 pour la femme. Les personnes de grande taille présentent une diminution de la taille plus accusée que les autres.

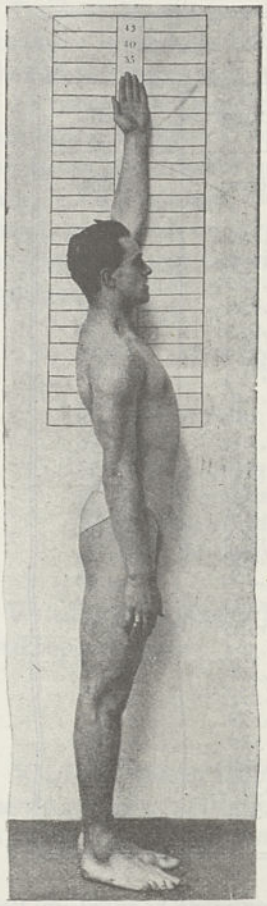


FIG. 194. — *Mesure de la hauteur totale du corps.*

COEFFICIENT THORACIQUE. — On appelle *coefficient thoracique* le rapport qui existe entre la hauteur du tronc et la hauteur de la taille. En examinant assises, des personnes ayant une même taille en station debout, on constate que la grandeur du tronc diffère de l'une à l'autre. Les dimensions du tronc sont à considérer, en raison de l'importance des organes qu'il renferme. Est-il

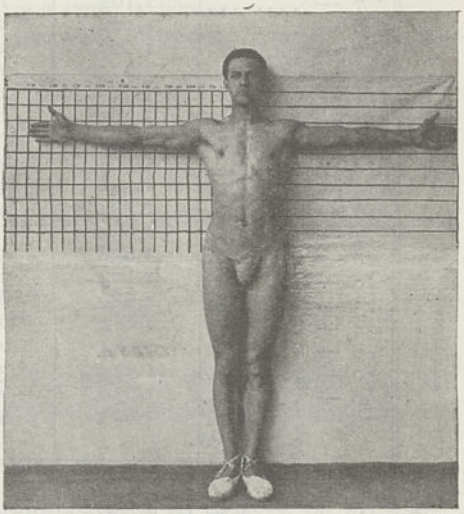


FIG. 195. — *Mesure de l'envergure.*

peu développé, il indique la faiblesse générale de constitution ; est-il, au contraire, massif, disproportionné, énorme, il est le signe d'un état pléthorique qui n'est pas sans inconvénient. Beaucoup de médecins ont remarqué que, dans ces deux cas, les sujets n'atteignent que rarement un âge avancé. Ils étaient fréquemment emportés soit par une affection pulmonaire, soit par une maladie du cœur. La longévité paraît être, au contraire, l'apanage des hommes dont le tronc est bien proportionné.

Lorsque le tronc est développé normalement, lorsque les proportions du corps sont harmonieuses, le coefficient thoracique oscille aux environs de 0,53 (0,5378 pour les petites tailles et 0,5285 pour les grandes).

$$\frac{\text{Tronc}}{\text{Taille}} = 0{,}53$$

TABLEAU DES MOYENNES DE LA TAILLE ET DU POIDS AUX DIFFÉRENTS AGES DE LA VIE (D'APRÈS QUÉTELET).

AGE	HOMMES		FEMMES	
	Hauteur	Poids	Hauteur	Poids
	Mètres	Kilos	Mètres	Kilos
0	0,500	3,20	0,490	2,91
1 an	0,698	9,45	0,690	8,99
2 ans.....	0,771	11,34	0,780	10,67
3 —	0,864	12,47	0,852	11,79
4 —	0,928	14,23	0,915	13,00
5 —	0,988	15,77	0,974	14,36
6 —	1,047	17,24	1,103	16,01
7 —	1,105	19,10	1,146	17,54
8 —	1,162	20,76	1,181	19,08
9 —	1,219	22,65	1,195	21,36
10 —	1,275	24,52	1,248	23,52
11 —	1,330	27,10	1,299	25,65
12 —	1,385	29,82	1,353	29,82
13 —	1,439	34,38	1,403	32,94
14 —	1,493	38,76	1,453	39,70
15 —	1,546	43,62	1,499	40,39
16 —	1,594	49,67	1,535	43,57
17 —	1,634	52,85	1,555	47,31
18 —	1,658	57,85	1,564	51,83
20 —	1,674	60,06	1,572	52,28
25 —	1,680	62,93	1,577	53,28
30 —	1,684	63,65	1,579	54,33
40 —	1,684	63,67	1,579	55,23
50 —	1,674	63,46	1,536	56,16
60 —	1,639	62,94	1,516	54,30
70 —	1,623	59,52	1,514	51,51

On admet que, dans les mêmes conditions de développement harmonieux, l'envergure de l'adulte dépasse la taille de 4 centimètres pour un sujet de 1 m. 75.

Le développement du tronc est tout à fait indépendant de celui des membres. Manouvrier a dénommé *macroskèles* (littéralement, jambes longues), les sujets qui ont un buste court et des membres inférieurs relativement longs, et *brachyskèles* (jambes courtes, « courtauds ») ceux dont les membres inférieurs sont trop courts.

On avait l'habitude de classer dans l'armée les hommes par rang de taille, afin d'homogénéiser les unités en vue de la marche à pied. Dans l'ensemble, ce classement est utile. Mais ce que nous venons de dire des rapports du tronc avec les membres inférieurs démontre que les sujets d'une même taille n'ont pas, forcément, des jambes de même longueur. Dans la pratique on ne tient pas compte de ces différences, qui sont souvent minimes. Mais, au point de vue sportif, ce n'est pas tant la taille qu'il faudrait mesurer que la longueur respective des membres inférieurs, notamment chez les coureurs de vitesse et chez les spécialistes du saut en hauteur.

POIDS

Pendant les six premiers mois d'une période d'éducation physique bien conduite, le poids doit diminuer chez les pléthoriques et les obèses, augmenter chez les malingres et ne pas varier chez des sujets qui sont en équilibre nutritif.

Le tableau de Quételet nous indique les poids moyens dans les deux sexes aux différents âges. L'homme adulte pèse en moyenne 65 kilogrammes et la femme 55. On observe une diminution de poids aux environs de la cinquantaine. *Le type normal, au point de vue de la corpulence,* a été défini par Bouchard, au moyen du *segment anthropométrique.* On nomme ainsi le quotient du poids du corps (exprimé en kilogrammes) par la taille (exprimée en décimètres).

$$Q = \frac{\text{Poids}}{\text{Taille}} = \frac{P}{H} \begin{array}{l}\text{(Poids en kilogrammes).}\\ \text{(Hauteur en décimètres).}\end{array}$$

$$\text{A l'état normal, } Q = \begin{cases} 3{,}9 \text{ pour la femme.} \\ 4{,}0 \text{ pour l'homme.} \end{cases}$$

A l'état de maigreur ..... $Q = 3{,}6$
A l'état d'obésité ..... $Q = 5{,}4$
A l'état de marasme ..... $Q = 2{,}9$
A l'état de marasme extrême (inanition). ..... $Q = 2{,}0$

Un adulte qui pèse 62 kg. 15 et dont la taille est de 1 m. 59 a pour segment anthropométrique :

$$Q = \frac{62{,}15}{15 \text{ dm. } 9} = 3{,}91.$$

Voici un tableau indiquant, d'après Bouchard, la taille, le poids, les segments anthropométriques moyens, la graisse du segment et la graisse de tout le corps dans l'état normal.

TAILLE, POIDS, SEGMENTS ANTHROPOMÉTRIQUES MOYENS, GRAISSE DU SEGMENT, GRAISSE DE TOUT LE CORPS (D'APRÈS BOUCHARD).

TAILLE en décimètres H	POIDS en kilogrammes P	POIDS du segment $\frac{P}{H}$	GRAISSE en grammes du segment	GRAISSE de tout le corps
14,0	45,81	3,27	425	5,955
14,1	46,66	3,31	430	6,066
14,2	47,50	3,35	435	6,170
14,3	48,36	3,38	440	6,292
14,4	49,18	3,42	444	6,384
14,5	50,05	3,45	449	6,506
14,6	50,88	3,49	453	6,614

TAILLE en décimètres H	POIDS en kilogrammes P	POIDS du segment $\frac{P}{H}$	GRAISSE en grammes du segment	GRAISSE de tout le corps
14,7	51,73	3,52	462	6,725
14,8	52,58	3,55	462	6,835
14,9	53,45	3,59	466	6,948
15,0	54,32	3,62	471	7,062
15,1	55,21	3,66	475	7,173
15,2	56,09	3,69	480	7,192
15,3	56,93	3,72	483	7,401
15,4	57,78	3,75	488	7,511
15,5	58,64	3,78	492	7,623
15,6	59,50	3,81	496	7,735
15,7	60,38	3,85	500	7,849
15,8	61,26	3,88	504	7,964
15,9	62,45	3,91	508	8,080
16,0	62,91	3,93	511	8,178
16,1	63,76	3,96	515	8,291
16,2	64,61	3,99	518	8,392
16,3	65,46	4,02	522	8,509
16,4	66,26	4,04	525	8,610
16,5	67,06	4,06	528	8,712
16,6	67,79	4,08	531	8,815
16,7	68,55	4,11	534	8,912
16,8	69,30	4,13	536	9,005
16,9	69,98	4,14	538	9,092
17,0	70,69	4,16	541	9,197
17,1	71,38	4,17	543	9,285
17,2	72,07	4,19	545	9,374
17,3	72,78	4,21	547	9,463
17,4	73,48	4,22	549	9,552
17,5	74,11	4,24	551	9,642
17,6	74,77	4,25	552	9,715
17,7	75,40	4,26	554	9,806
17,8	76,04	4,27	555	9,879
17,9	76,77	4,29	558	9,998
18,0	77,42	4,30	559	10,062
18,1	78,08	4,31	561	10,150
18,2	78,73	4,33	562	10,228
18,3	79,40	4,34	564	10,321
18,4	80,06	4,35	566	10,414
18,5	80,73	4,36	567	10,489
18,6	81,39	4,38	569	10,583
18,7	82,07	4,39	571	10,678
18,8	82,76	4,40	572	10,759
18,9	83,43	4,41	574	10,849
19,0	84,11	4,43	576	10,544
19,1	84,79	4,44	577	11,021
19,2	85,48	4,45	579	11,117
19,3	86,17	4,47	581	11,213
19,4	86,85	4,48	582	11,291
19,5	87,48	4,49	583	11,372
19,6	88,08	4,49	584	11,446
19,7	88,81	4,51	586	11,544
19,8	89,32	4,51	586	11,603
19,9	89,87	4,52	587	11,681
20,0	90,40	4,52	588	11,752

Le poids est incontestablement le meilleur index de l'état de la nutrition, sous l'influence des exercices. Sa connaissance est indispensable, surtout chez les nourrissons et les enfants. Chez l'adulte qui fait de la culture physique, des sports, de l'entraînement, *sa constance* est la seule garantie de la réparation suffisante des tissus par les apports alimentaires pendant l'entraînement.

Dans le *Paris Médical* du 6 décembre 1919, René Ledent a relevé environ 500 mensurations d'enfants de cinq à quinze ans, pratiquées dans des milieux divers, avant, pendant, après la guerre, à l'école, au dispensaire ou en clientèle. Il n'a retenu que la notation du poids et de la taille et, considérant qu'on prend comme base les moyennes fournies par le statisticien belge Quételet, il a pensé qu'il y avait lieu de reviser les tailles officielles.

Voici le résultat des observations de Ledent, en ce qui concerne le poids, élément dont la notation s'éloigne le plus de celle de Quételet. (Voyez le tableau ci-dessous.)

AGE	GARÇONS			FILLES	
	Quételet	Binet	Ledent	Quételet	Ledent
5	15,77	17	18,6	14,36	14,5
6	17,24	18	19	16,01	17,5
7	19,10	20	20,1	17,5	19,5
8	20,76	22	23,5	19,08	22,9
9	22,65	26	24,6	21,3	24,5
10	24,52	28	26,7	23,5	27
11	27,10	29,5	30	25,6	28,7
12	29,82	33	31,1	29,8	31
13	34,38	35	36	32,9	33,8
14	38,76	»	38,8	36,7	36,5
15	43,62	40	44,3	40,3	37,6

Il semble que les chiffres de Quételet soient, en général, un peu au-dessous de la normale et qu'ils correspondent à des enfants retardés dans leur développement.

VARIATIONS DU POIDS PENDANT LE TRAVAIL (1). — Nous avons, pour notre part, procédé, au laboratoire de l'école de Joinville, à de très nombreuses pesées sur des stagiaires de tout âge et dans les circonstances les plus diverses de repos et d'entraînement. Nous avons notamment fait porter nos recherches sur les *variations du poids pendant les exercices physiques* et sur les *variations du poids au repos*. Voici les résultats de quelques-unes de nos observations :

(1) A. VERHAEGHE et J. BERTHOU. Influence des exercices physiques sur l'évolution pondérale d'une collectivité d'adultes jeunes. *Soc. méd. du Nord*, 25 février 1944.

NOMS	DATE ET HEURE	DURÉE du travail (assaut d'escrime)	POIDS	
			Avant l'assaut	Après l'assaut
			kilos	kilos
Fay....	21 janvier 1921, 16 h. 45.	15 minutes.	64,170	63,950
Herl....	—	—	64,220	64,000
Fleur...	—	—	56,700	56,400
Imb....	—	—	66,600	66,400
Ray....	28 janvier 1921, 16 heures.	—	63,950	63,860
Dur....	—	—	56,300	56,150
Tar....	1er février 1921, 15 heures.	—	66,300	66,100
Leco....	—	—	64,010	63,720
Tri.....	8 février 1921, 15 h. 30.	—	56,250	56,125
Mar....	—	—	66,200	66,100

Les observations précédentes ont porté sur des sujets de vingt à vingt et un ans n'ayant que trois semaines d'entraînement régulier.

NOMS	DATE ET HEURE	DURÉE du travail (assaut d'escrime)	POIDS	
			Avant l'assaut	Après l'assaut
			kilos	kilos
Bar....	21 janvier 1921, 16 h. 5.	15 minutes.	61,100	60,950
Bour...	—	—	68,950	68,800
Char...	—	—	62,050	61,810
Besn...	—	—	74,900	74,700
Cab....	28 janvier 1921, 15 h. 35.	—	68,490	68,320
Quaj...	—	—	58,910	58,700
Bourg..	1er février 1921, 16 heures.	—	68,850	68,650
Barl....	—	—	60,950	60,400
Bosl....	8 février 1921, 15 h. 45.	—	74,600	74,250
Chard..	—	—	61,800	61,500
Quay...	18 février 1921, 16 heures.	—	58,700	58,350
Cabo...	—	—	68,100	67,750

Les observations précédentes ont porté sur de jeunes sujets de vingt et un ans ayant plus de deux mois et moins de quatre d'entraînement régulier.

NOMS	DATE ET HEURE	DURÉE du travail (assaut d'escrime)	POIDS	
			Avant l'assaut	Après l'assaut
			kilos	kilos
De Conn	22 janvier 1921, 15 h. 30.	15 minutes.	62,500	62,440
Gras...	—	—	62,650	62,510
Fauc...	25 janvier 1921, 15 heures.	—	68,450	68,200
Hateb..	—	—	65,500	65,400
Sim....	28 janvier 1921, 16 h. 10.	—	67,400	67,300
Math...	—	—	68,050	67,800
Gras...	1er février 1921, 15 h. 45.	—	62,610	62,500
Corm...	—	—	65,510	65,410
Hort...	4 février 1921, 16 heures.	—	68,400	68,150
Rur....	—	—	66,615	66,400
Math...	8 février 1921, 17 heures.	—	67,980	67,600
Arit....	—	—	67,450	67,300
Deconn.	15 février 1921, 16 h. 10.	—	68,380	68,120
Gras...	—	—	65,515	65,400

Les observations précédentes ont porté sur des maîtres d'armes de vingt-huit à trente-cinq ans, techniciens habiles mais très inégalement entraînés, au point de vue de la résistance à la fatigue.

NOMS	DATE ET HEURE	DURÉE du travail (course de 5.000 m.)	POIDS	
			Avant	Après
			kilos	kilos
Fay....	31 janvier 1921, 15 h. 15.	20 minutes	64,100	63,910
Herl...	—	—	63,600	63,100
Leco...	2 février 1921, 16 heures.	20 minutes.	64,200	63,980
Tri.....	—	—	63,500	63,270
Bros...	10 février 1921, 15 h. 10.	20 minutes.	64,050	63,830
Harl...	—	—	64,000	63,800

Les observations précédentes ont porté sur des coureurs de vingt et un ans bien entraînés au sport de la course.

VARIATIONS DU POIDS PENDANT LA JOURNÉE, AU REPOS.

HEURES	TEMPS	POIDS	OBSERVATIONS	VARIATIONS des poids
			Pva..., 21 ans.	kilos
7	Beau temps frais.	61,650	Après le petit déjeuner	»
7,10		61,185	Après la selle	— 0,465
8,45		61,060		— 0,125
8,50			Vient d'uriner	— 0,165
10,10		60,830		— 0,065
10,15		60,625	Vient d'uriner	— 0,205
13	Chaud.	62,010	Après le déjeuner	+ 1,385
15,15		61,870	— uriner	— 0,140
17		61,540	— la selle	— 0,330
17,10		61,440		— 0,100
19	Orageux.	62,995	Après le dîner	+ 1,555
19,10		62,700	Vient d'uriner	— 0,295
19,35		62,475		— 0,225
21,5		62,295	Vient d'uriner	— 0,180
5,30	Pluie.	61,555	Réveil	— 0,730
5,35		60.870	Après la selle	— 0,695
6,30		61,150	Après le petit déjeuner (Perte = — 500 grammes en vingt-quatre heures.)	— 0,280
			Cas..., 21 ans.	
7	Temps couvert.	58,860	Après le petit déjeuner	»
9		57,875	Deux heures travail intellectuel	— 0,805
10,45		57,195	Vient d'uriner	— 0,580
12,45		58,260	Après le déjeuner	+ 1,165
15,45	Pluie.	57,970	Vient d'uriner	— 0,390
17,10		57,615		— 0,355
18,25		59,050	Après le dîner	+ 1,435
7	Pluie.	58,715	N'a pas encore déjeuné, vient d'uriner. (Perte = — 145 grammes en vingt-quatre heures.)	— 0,335
			Bya..., 22 ans.	
7	Beau temps frais.	63,205	Après le déjeuner	»
8,40		63,100		— 0,105
8,50		62,840	Vient d'uriner	— 0,260
10,10		62,790		— 0,500
13	Chaud.	64,380	Après le petit déjeuner	+ 1,590
13,15		63,870	— la selle	— 0,510
15,15		63,720		— 0,150
17		63,580		— 0,140
19		64,805	Après le dîner	+ 1,225
19,5		64,560		— 0,245
21,5		64,280	Vient d'uriner	— 0,280
21,20		64,120	Vient d'uriner	— 0,160

HEURES	TEMPS	POIDS	OBSERVATIONS	VARIATIONS des poids
				kilos
5,30	Pluie.	63,620	Au réveil	— 0,500
5,35		63,205	Vient d'uriner	— 0,415
6,40		63,495	Après le petit déjeuner (Gain = + 290 grammes en vingt-quatre heures.)	+ 0,290
			Houil..., 22 ans.	
7	Beau temps frais.	69,590	Après le déjeuner	»
8,45		69,395		— 0,195
10,10		69,300		— 0,095
13		70,100	Après le déjeuner	+ 0,810
13,5	Chaud.	69,920	— la selle	— 0,190
15,15		69,735		— 0,185
17		69,510		— 0,125
19		70,420	Après dîner	+ 0,810
21		69,985	— uriner	— 0,290
5,30	Pluie.	69,400	Au réveil	— 0,585
5,35		69,040	Vient d'uriner	— 0,360
6,40		69,445	Après le petit déjeuner (Perte = — 145 grammes en vingt-quatre heures.)	+ 0,405

MENSURATIONS THORACIQUES

On les effectue à l'aide d'appareils très divers. Nous ne mentionnerons que ceux qui sont le plus couramment employés.

Le COMPAS THORACIQUE est un compas d'épaisseur à pointes d'ivoire ; disposé de façon à prendre la valeur des diamètres du thorax et, de plus, à mesurer l'étendue des mouvements de celui-ci dans les deux phases extrêmes de l'inspiration et de l'expiration (fig. 196).

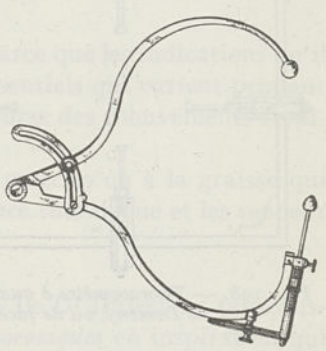


FIG. 196.
Compas thoracique de Demeny.

Ce compas peut aussi servir à inscrire les mouvements respiratoires en durée et en amplitude. Il donne sur la conformation du thorax des indications bien plus utiles que le ruban métrique ; car il permet de se mettre à l'abri des erreurs dues aux contractions des muscles lorsqu'on fait des mesures des circonférences du thorax.

Le THORACOMÈTRE est destiné à donner la forme exacte d'une section hori-

zontale du thorax à une hauteur quelconque. Il se compose d'une ceinture métallique, à laquelle sont ajustées des tiges à ressort que l'on met au contact du corps. Un mécanisme spécial permet, au moyen d'un serrage unique, d'immobiliser toutes ces tiges et de conserver ainsi la forme d'une section du thorax après que le sujet en expérience est sorti de l'appareil (fig. 197).

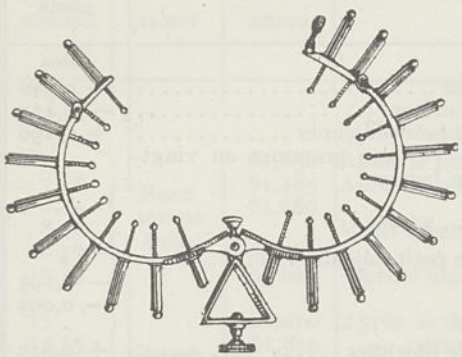


FIG. 197. — *Thoracomètre à branches multiples de Demeny.*

Comme le temps qu'il faut pour faire une expérience est très court, on peut prendre la forme du thorax en expiration ou en inspiration et se rendre ainsi compte du jeu des côtes dans le mécanisme de la respiration.

Le **THORACOMÈTRE A QUATRE BRANCHES** est une réduction du thoracomètre précédent. Il ne contient que quatre tiges mobiles fixées à un cadre pouvant s'ouvrir en deux.

Il est beaucoup plus précis que le compas thoracique, car c'est un compas à quatre branches donnant d'un seul coup les deux diamètres rectangulaires du thorax dans un même plan horizontal, avec les différences de ces diamètres pendant les mouvements respiratoires (fig. 198 et 199).

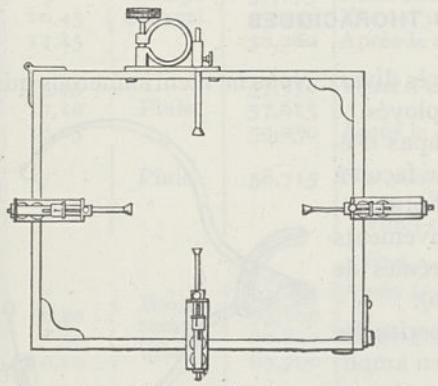


FIG. 198. — *Thoracomètre à quatre branches de Demeny, vu de face.*

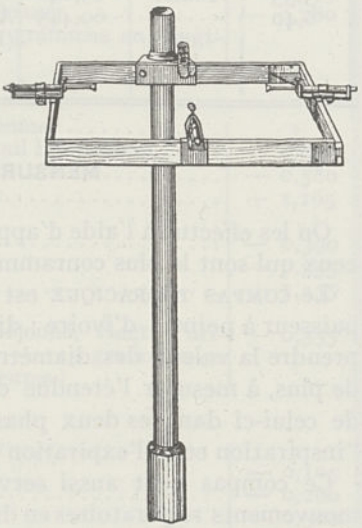


FIG. 199. — *Thoracomètre de Demeny à quatre branches, monté sur un support.*

Comme dans le compas thoracique, les tiges au contact de la poitrine sont rappelées par des ressorts ; des index mobiles marquent sur les tubes gradués la course des tiges entre l'inspiration et l'expiration. La tige qui s'appuie sur

le dos règle la position du sujet dans le cadre de l'appareil. Les trois autres tiges peuvent être fixées au moyen de vis de serrage, et pour compléter la course des tiges, quelquefois insuffisante, un chariot à glissière porte le tube et la tige, ce qui permet toujours d'amener les boutons d'ivoire au contact du corps.

On a ainsi immédiatement les deux diamètres antéro-postérieur et transverse du thorax dans un même plan horizontal avec leurs variations pen-

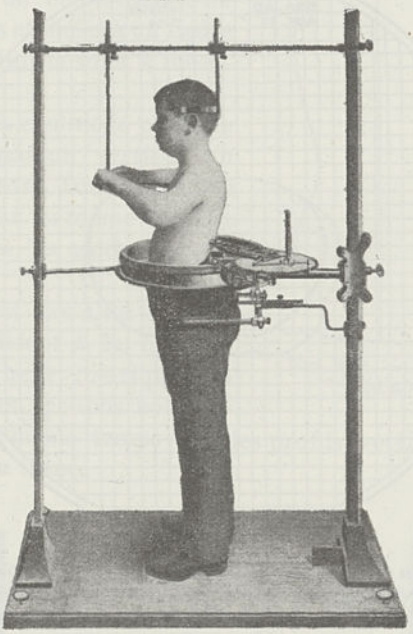


FIG. 200. — *Appareil enregistreur de Dufestel.*

dant une inspiration. Cet appareil est précieux parce que les indications qu'il donne portent justement sur un des éléments essentiels qui varient pendant l'entraînement, c'est-à-dire l'amplitude ou la course des mouvements respiratoires.

Il met à l'abri des causes d'erreur dues aux muscles ou à la graisse qui influencent souvent les mesures de la circonférence thoracique et les rendent parfois illusoires.

APPAREIL ENREGISTREUR DU Dr DUFESTEL. — Le Dr Dufestel a fait construire un *appareil enregistreur des périmètres thoraciques* en inspiration qui donne exactement le tracé du périmètre thoracique, à toutes les hauteurs du thorax. Il est basé sur l'usage d'un pantographe qui, tournant autour du thorax, inscrit toutes les sinuosités de surface de ce dernier. Le pantographe, muni d'un stylet, inscrit sur un papier quadrillé au demi-centimètre le cir-

cuit thoracique, ce qui permet de calculer facilement les dimensions du thorax (fig. 200 et 201).

L'APPAREIL INSCRIPTEUR DES PROFILS du corps permet de prendre directement et en grandeur naturelle un profil quelconque du tronc. Il se prête tout particulièrement à l'inscription des courbures antéro-postérieures de la colonne vertébrale (fig. 202).

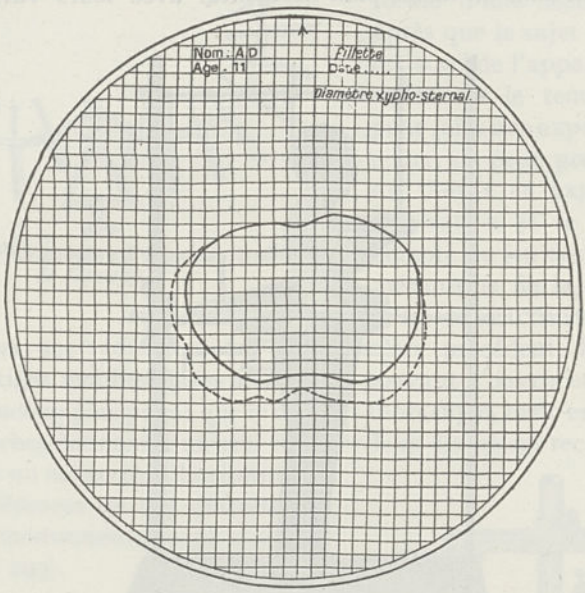


FIG. 201. — *Coupe du thorax d'une fillette de* 11 *ans.* (Le trait plein marque le tracé en expiration, le trait pointillé marque le tracé en inspiration.)

Le RACHIGRAPHE est spécialement destiné à donner le dessin exact des courbures de la colonne vertébrale. Il donne les *courbures normales* antéro-postérieures et les *courbures latérales pathologiques*. Les tracés sont obtenus directement sur papier. Le tracé des courbures latérales est pris à l'aide d'un pantographe. Grâce à un dispositif double mobilisable verticalement sur une potence, il est possible de recueillir, avec cet appareil, le tracé linéaire, non seulement du profil des courbures antéro-postérieures, mais aussi des déviations latérales de la colonne vertébrale. Les tracés sont obtenus au crayon, directement sur papier (fig. 203, 204, 205).

Le CONFORMATEUR UNIVERSEL, construit par Demeny, est constitué par une série de fiches en bois (fig. 206) mobiles autour d'un axe qui peut être fixé sur un bâti ou un montant fixe.

On amène l'extrémité des fiches au contact du corps, et on les immobilise ensuite par un serrage suivant l'axe. Cet axe se détachant de son support, on peut prendre sur le papier le contour sinueux des extrémités des fiches.

Si la courbe est gauche, ce qui arrive dans le cas d'une scoliose, on en prend

deux dessins sur deux plans rectangulaires ; on en suit le contour au moyen d'un trusquin normal au papier et portant un crayon. Avec deux appareils maintenus parallèles (fig. 207), on obtient immédiatement la forme de la section du tronc ou les profils antérieurs, postérieurs et latéraux du corps.

Pour obtenir le tracé de la section horizontale du thorax, on emploie quatre tiges garnies de fiches et fixées à un cadre dans lequel on introduit le sujet à mesurer (fig. 208).

Une disposition très commode consiste à réunir le conformateur vertical au conformateur horizontal. Tout l'appareil est ainsi rassemblé sur un même support et permet de prendre les sections à une hauteur déterminée.

Le conformateur est fixé à un chariot vertical qui le maintient à la hauteur indiquée par une échelle métrique. On peut prendre plusieurs sections horizontales de la poitrine en même temps que les profils verticaux et avoir ainsi une idée des reliefs du tronc.

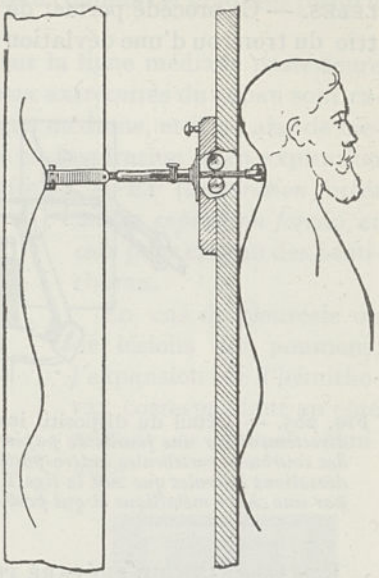


FIG. 202. — *Inscripteur des profils* (d'après Demeny.)

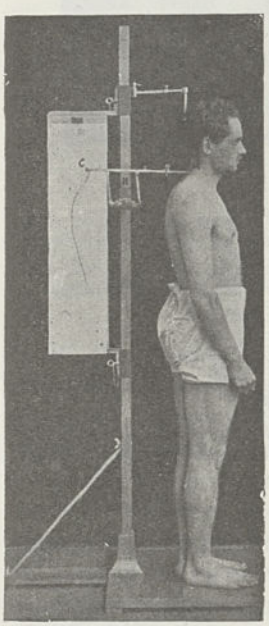


FIG. 203. — Rachigraphe de l'auteur. *Le sujet est disposé de manière à permettre le tracé des courbures antéro-postérieures de la colonne vertébrale ; C, crayon reproduisant directement sur une feuille de papier fixée à une planchette verticale le tracé des courbures vertébrales que suit une mollette* M. *L'ensemble du système inscripteur se déplace verticalement, à volonté, le long d'une potence* H.

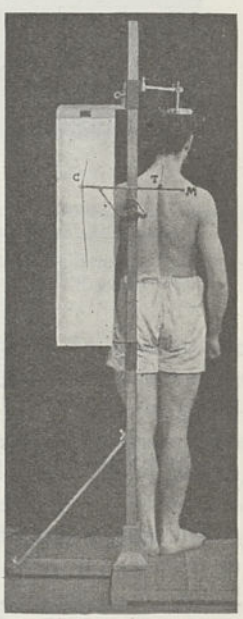


FIG. 204. — Rachigraphe de l'auteur. *Le sujet est disposé de manière à permettre le tracé des déviations latérales de la colonne vertébrale. Le sujet qui a posé ci-dessus présente une légère déviation à concavité droite :* C, *crayon reproduisant le tracé des sinuosités latérales de la colonne vertébrale que suit une tige* T, *perpendiculaire à* CM.

CADRE FIXE GARNI DE FILS A PLOMB ET DE FILS HORIZONTAUX ET PARALLÈLES. — Ce procédé permet de juger, au premier coup d'œil, d'une asymétrie du tronc ou d'une déviation de la colonne vertébrale (fig. 209, 210, 211).

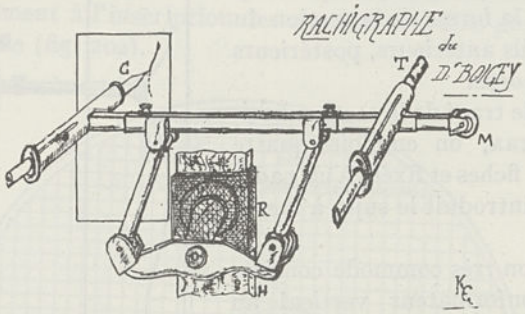


FIG. 205. — Détail du dispositif inscripteur du rachigraphe. — C, *crayon reproduisant directement sur une feuille de papier fixée à une planchette verticale, d'une part, le tracé des courbures vertébrales antéro-postérieures que suit la molette* M *et, d'autre part, celui des déviations latérales que suit la tige* T *perpendiculaire à* CM. *Tout le dispositif est supporté par une chape métallique* R *qui peut être déplacée à la main le long d'une potence* H.

RUBAN MÉTRIQUE PRÉPARÉ POUR LA MESURE DES DEUX HÉMITHORAX. — Pour mesurer comparativement les deux moitiés de la poitrine, il est bon de recourir à un ruban métrique ayant son zéro au milieu et présentant deux

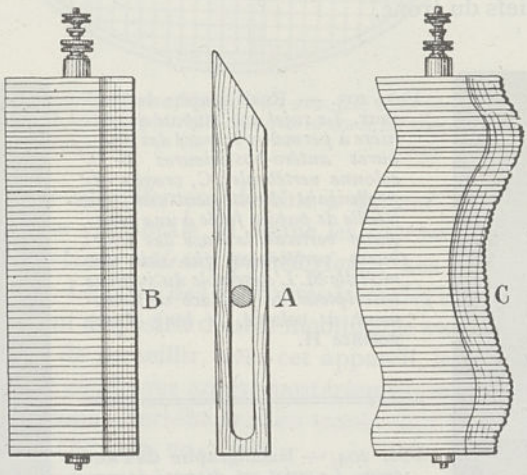


FIG. 206. — A, *fiche en bois, et* B, *série de fiches montées sur une tige formant l'élément principal du conformateur universel. La figure* C *montre le profil de la colonne vertébrale obtenu au moyen du conformateur universel de Demeny.*

graduations s'éloignant de ce centre ; en pratique, rien n'est plus simple que de prendre un ruban ordinaire de 1 m. 50 dont se servent les couturières, de le couper en deux et de réunir les deux moitiés par une suture bout à bout,

de façon à avoir deux échelles partant d'un zéro commun et graduées jusqu'à 0 m. 75 (M. Perrin) (1).

Le zéro du ruban ainsi obtenu est placé sur la ligne médiane postérieure et maintenu à ce niveau par un aide ; les deux extrémités du ruban sont ramenées en avant, croisées au-devant de la ligne médiane, et il est aisé de mesurer la dimension des deux hémipérimètres en inspiration et en expiration forcées ; des chiffres lus on déduira l'*indice* IF — EF (*inspiration forcée* moins *expiration forcée*), et cela pour chacun des hémithorax.

En cas de pleurésie ou de lésions des poumons, l'expansion de l'hémithorax correspondant au côté malade se trouve diminuée.

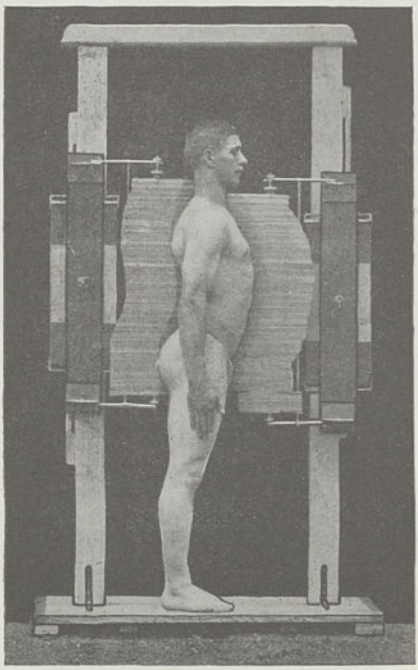


Figure 207.

Figure 208

FIG. 207. — *Appareil conformateur de Demeny disposé pour donner la forme d'une section verticale du tronc passant par la colonne vertébrale et par la ligne médiane antérieure.*

FIG. 208. — *Thoracomètre supporté par les montants d'un conformateur de Demeny. Ce thoracomètre permet d'obtenir la section horizontale de la poitrine à une hauteur quelconque.*

MÉTHODE PHOTOGRAPHIQUE. — Il est possible de faire, du mouvement respiratoire, une étude photographique en fixant, sur un même cliché, les positions extrêmes que peut prendre la poitrine. Une telle méthode, appliquée à l'étude de la respiration, peut donner des renseignements utiles. Prise de profil, comme l'ont fait Marey, Demeny et J. Gautrelet, avec deux pauses, l'une en inspiration forcée, l'autre en expiration forcée, cette façon de procéder indique le type et l'amplitude de la respiration (fig. 212 et 213).

(1) M. PERRIN. Ruban métrique pour la mensuration simultanée des deux hémithorax. (*Société médico-chirurgicale du Cher*, 9 nov. 1916, et *Paris médical*, 10 février 1917, nº 9.)

MÉTHODE GRAPHIQUE. — Elle est pratiquée avec les pneumographes de Paul Bert ou de Marey. La méthode graphique de Marey constituant, selon la définition de l'auteur, l'exploration microscopique du mouvement, donne des résultats intéressants dans l'exploration du fonctionnement de chaque hémithorax, à condition qu'on utilise un double pneumographe dont il existe différents modèles : citons le stéthographe bilatéral de A. Gilbert et de H.

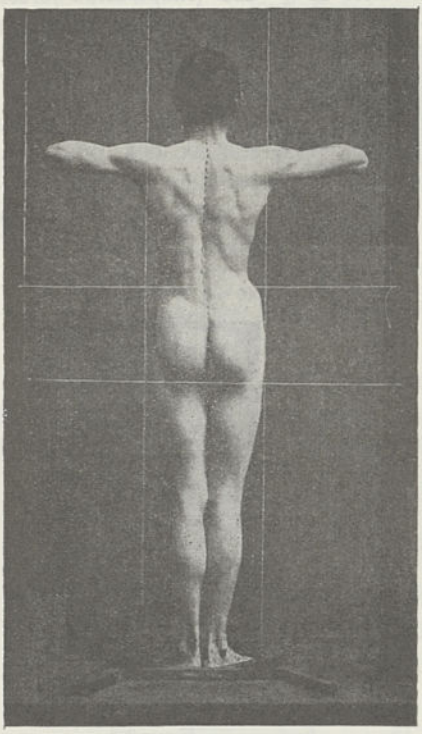


FIG. 209. — *Deux fils à plomb tangents au corps permettent de juger les déformations de la taille. Deux fils horizontaux tangents aux plis fessiers et aux crêtes iliaques permettent d'apprécier l'aplomb du bassin.*

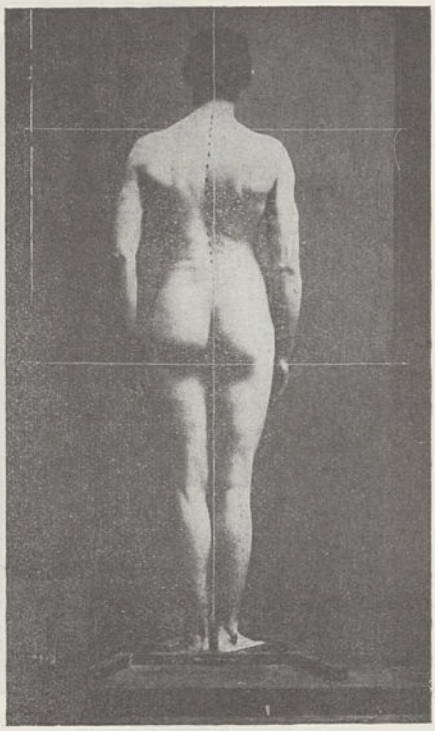


FIG. 210. — *Un fil à plomb central permet de juger de la rectitude de la colonne vertébrale dont les apophyses épineuses ont été ponctuées au trait noir.*

Roger, le modèle de Ch. Verdin, l'appareil de R. May, le pneumographe de Humbert et Reh, le dispositif de Lamothe et celui de G. Reichter.

Léon Binet a utilisé le stéthographe bilatéral d'A. Gilbert et H. Roger (fig. 214) composé de deux tambours à petite cuvette reposant chacun sur une plaque d'aluminium que l'on fixe sur la face antérieure de la poitrine à droite et à gauche du sternum (1). Pour tendre le caoutchouc des tambours,

(1) LÉON BINET. Etude comparée de l'ampliation des deux hémithorax (*Presse médicale*, 8 sept. 1919).

un lien, parti de chaque appareil, circonscrit le thorax jusqu'à la colonne vertébrale où il est fixé, ou mieux encore un seul lien tend les deux caoutchoucs en contournant les faces latérales et postérieures du thorax, et ce n'est qu'après avoir tendu uniformément le fil qu'on le fixe par du diachylon sur le rachis, de façon à isoler les deux appareils explorateurs.

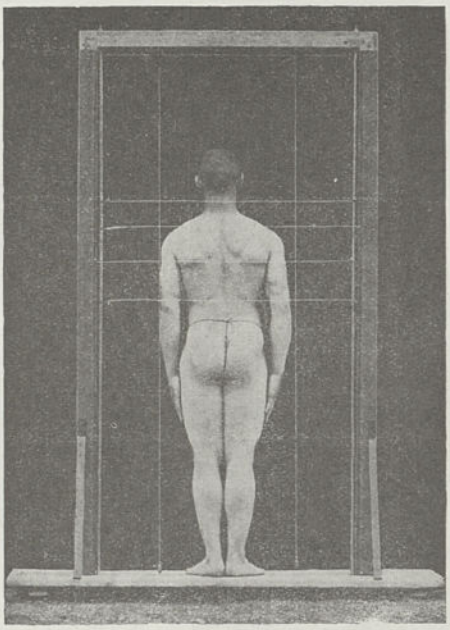


FIG. 211. — *Etude de la symétrie corporelle au moyen de fils à plomb et de lignes horizontales parallèles les unes aux autres.*

Chaque stéthographe est réuni à un tambour enregistreur et, dans la prise du tracé, il est bon d'alterner les différents appareils, mettre à droite ceux qui, d'abord, étaient à gauche, afin d'éviter des causes d'erreur qui pourraient dépendre de la différence de sensibilité des appareils explorateurs ou enregistreurs.

La stéthographie bilatérale donne des tracés qui traduisent toujours l'inégalité fonctionnelle des deux moitiés de la poitrine, lorsqu'une lésion souvent insoupçonnée des plèvres, des poumons ou de la paroi thoracique existe. Elle permet, en outre, de déceler les parties du thorax qui s'amplifient mal ou insuffisamment (fig. 215).

Le SPIROMÈTRE introduit en physiologie et en médecine par Hutchinson est un gazomètre formé d'une cloche graduée, équilibrée par un poids et plongeant dans un vase contenant de l'eau. Un tube qui aboutit au-dessus du niveau de l'eau, au centre de la cloche, établit la communication avec l'appareil respiratoire. Le sujet procède à une grande inspiration. Ce faisant, il em-

magasine l'air complémentaire ; après quoi, il saisait entre ses lèvres l'embout qui termine le tube du spiromètre, expulse de ses poumons tout l'air

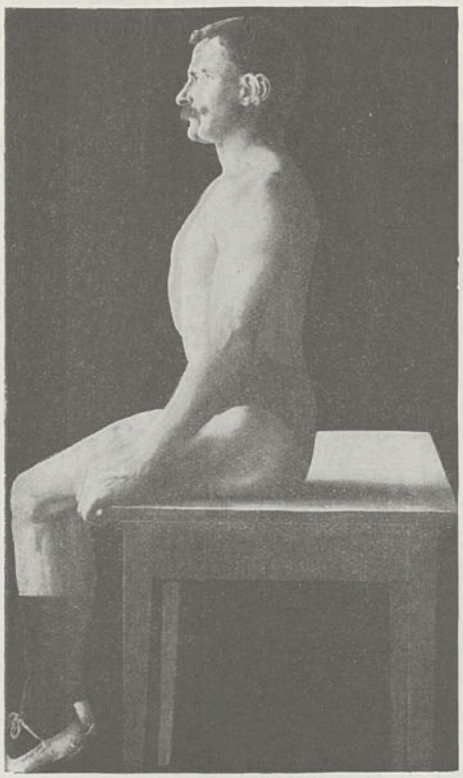


FIG. 212. — *Photographie composite du mouvement respiratoire. On a fixé sur un même cliché les positions extrêmes que peut prendre la poitrine pendant l'inspiration et l'expiration.*

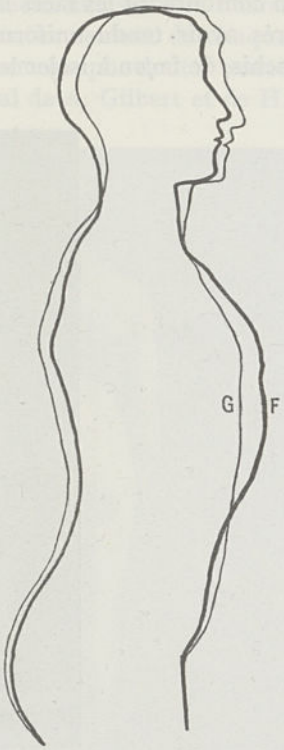


FIG. 213. — *Tracé obtenu après photographie du mouvement respiratoire* (type respiratoire costal).

F, silhouette en inspiration. — G, silhouette à la fin de l'expiration.

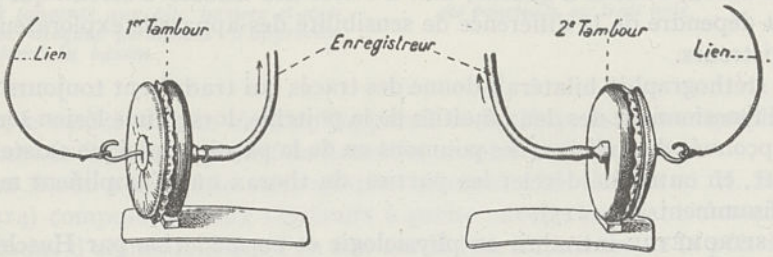


FIG. 214. — *Stéthographe bilatéral de MM. Gilbert et Roger*

qu'il peut et le fait passer dans la cloche qui reçoit ainsi : l'air complémentaire, l'air courant et l'air de réserve. On obtient, par la lecture directe de la

graduation tracée sur les parois de la cloche de verre, l'indication en litres et fractions de litre de la *capacité vitale* qui est en moyenne de : 1 l. 600 (air de réserve) + 1 l. 670 (air complémentaire) + 0 l. 500 (air courant) = 3 l. 770. (Voir plus loin le paragraphe consacré à la ventilation pulmonaire.)

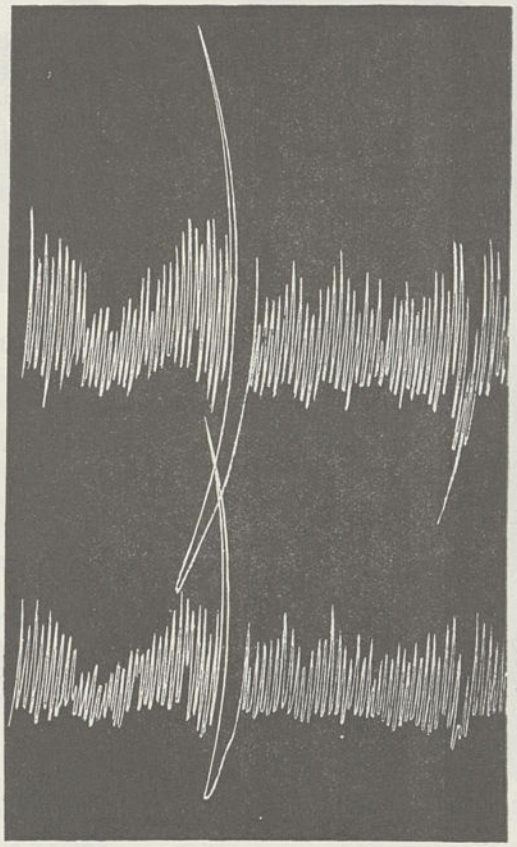


FIG. 215. — *Tracé obtenu avec le stéthographe bilatéral de Gilbert et Roger.* Le mouvement d'expiration forcée que provoque la toux, se traduisant par l'ascension du tracé, est nettement amoindri du côté blessé (d'après L. Binet).

Le spiromètre exprime la ventilation maxima des poumons (fig. 216).

Outre le spiromètre d'Hutchinson, existent de nombreux types de spiromètres métalliques qui ont l'avantage d'être portatifs et de permettre l'enregistrement de la ventilation pulmonaire pendant un temps plus ou moins long, sans quitter l'embouchure du spiromètre (fig. 217). Le spiromètre d'Hutchinson ne permet d'enregistrer que la ventilation au cours d'un seul mouvement respiratoire. Il faut, après chaque mouvement respiratoire, ramener la cloche au zéro.

Spirométrie de l'homme, de la femme et de l'enfant. — La capacité spirométrique de l'homme adulte varie entre 3 litres 500 et 4 litres ou davantage. Cette capacité est en rapport direct avec le développement et la hauteur du thorax.

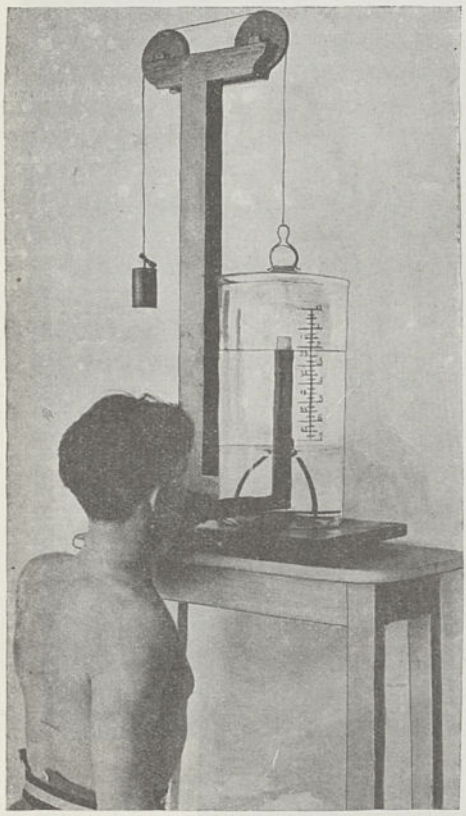


Fig. 216. — *Spiromètre d'Hutchinson.*

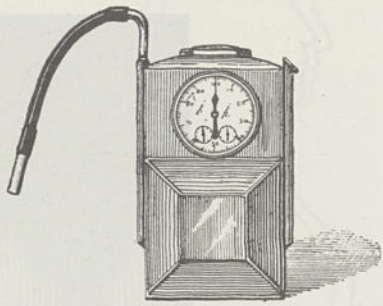


Fig. 217.
Spiromètre métallique de Verdin.

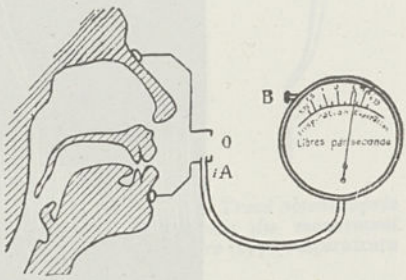


Fig. 218.
Schéma du masque manométrique de Pech.

Voici, d'après le Dr Mac Auliffe, qui a fait de la spirométrie, chez la femme française, une étude spéciale, quelle est la capacité spirométrique moyenne des femmes de notre pays, en tenant compte de leur taille. (Résultats obtenus à la suite de mensurations ayant porté sur 423 femmes françaises, groupées par tailles de cinq en cinq centimètres.)

TAILLE DE CINQ EN CINQ CENTIMÈTRES	CAPACITÉ SPIROMÉTRIQUE
1 m. 38 à 1 m. 42	1 l. 800
1 m. 43 à 1 m. 47	2 l. 150
1 m. 48 à 1 m. 52	2 l. 400
1 m. 53 à 1 m. 57	2 l. 600
1 m. 58 à 1 m. 62	2 l. 700

TAILLE DE CINQ EN CINQ CENTIMÈTRES	CAPACITÉ SPIROMÉTRIQUE
1 m. 63 à 1 m. 67	2 l. 900
1 m. 68 à 1 m. 72	2 l. 900
1 m. 73 à 1 m. 77	3 l. 150
1 m. 78 à 1 m. 82	3 l. 200

D'après le Dr Mac Auliffe, la capacité vitale ou spirométrique féminine croît en moyenne avec la taille. Mais la capacité vitale peut s'accroître encore alors que la taille a acquis son complet développement. A ce propos, cet auteur a établi la statistique suivante :

Femmes de 21 à 25 ans	2 l. 700
— 26 à 35 ans	2 l. 770
— 36 à 45 ans	2 l. 740
— 46 à 50 ans	2 l. 300

Les capacités vitales élevées s'observent surtout chez les campagnardes et dans la classe riche des villes. Les spirométries de faible valeur sont observées le plus souvent dans la classe pauvre des villes. Le milieu atmosphérique pauvre et les conséquences d'une vie réduite qui retentissent sur l'ensemble de l'organisme sont les principales causes de ces poitrines étroites dont la capacité est faible. Enfin, les spirométries de valeur très faible caractérisent aussi les femmes âgées.

Voici, d'après L. Binet, la capacité spirométrique des enfants de 6 à 15 ans.

AGE	TAILLE	POIDS	CAPACITÉ SPIROMÉTRIQUE
6 à 7 ans	1 m. 10	22 kg. 7	1 l. 27
7 à 8 ans	1 m. 16	23 kg. 7	1 l. 42
8 à 9 ans	1 m. 23	28 kg. 8	1 l. 59
9 à 10 ans	1 m. 28	29 kg. 8	1 l. 75
10 à 11 ans	1 m. 32	32 kg. 2	1 l. 82
11 à 12 ans	1 m. 38	33 kg. 52	2 l. 12
12 à 13 ans	1 m. 42	37 kg. 9	2 l. 25
13 à 14 ans	1 m. 48	41 kg. 6	2 l. 45
14 à 15 ans	1 m. 57	46 kg. 8	3 l. 05

Masque manométrique. — Cet appareil, construit par J.-L. Pech, permet de mesurer le débit respiratoire d'un être vivant en litres à la seconde. Ce débit, très variable d'un moment à l'autre, au cours des divers actes de la vie, présente une valeur maximum dont l'évaluation est particulièrement intéressante, car ce *débit respiratoire maximum* traduit en une valeur numérique simple (litres à la seconde) la valeur fonctionnelle d'un appareil respiratoire. Ce chiffre constitue une notion objective facile à retenir et toujours comparable à elle-même pour un même sujet.

Le débit respiratoire maximum fournit sur l'état d'un appareil respira-

toire des renseignements au moins aussi précieux que ceux donnés par la mesure de la tension artérielle sur l'état de l'appareil circulatoire.

L'instrument se compose d'un masque métallique stérilisable relié à un manomètre. Le masque s'applique exactement sur le visage du sujet à examiner, au moyen d'un rebord pneumatique en caoutchouc pouvant être plus ou moins gonflé. Il est maintenu en place par un lien élastique entourant la tête du sujet. Dans ces conditions, l'intérieur du masque ne communique avec l'atmosphère qu'au moyen d'un orifice O (fig. 218 et 219) percé dans une mince paroi. Cet orifice est calculé de telle façon qu'il ne peut, en aucun cas, gêner la respiration du sujet examiné. En arrière de l'orifice O, et un peu au-

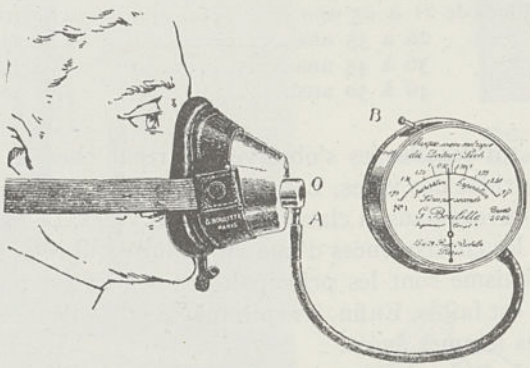


FIG. 219. — *Le masque manométrique est appliqué.*

dessous de son bord inférieur, s'ouvre une tubulure A, que l'on peut relier au manomètre mensurateur par un tube de caoutchouc.

Le manomètre, très sensible et très rigoureusement étalonné, donne par lecture directe la valeur du débit respiratoire, en litres et fractions de litre à la seconde, du sujet porteur du masque. Un bouton latéral B permet, par une légère rotation, de faire coïncider l'aiguille indicatrice avec le zéro de la graduation, opération qui doit être faite avant toute mesure.

Pour utiliser l'appareil, on procède aux actes suivants :

1° Placer le masque sur le visage du sujet en emprisonnant son nez et sa bouche ; le fixer par le lien élastique passé autour de la tête ;

2° Relier par le tube en caoutchouc le masque au manomètre mensurateur dont l'aiguille a été préalablement amenée à coïncider avec le zéro de la graduation par manœuvre du bouton latéral. On voit aussitôt l'aiguille se mouvoir tantôt dans le sens *inspiration*, tantôt dans le sens *expiration*. L'amplitude des oscillations donne à chaque instant la valeur du débit respiratoire du sujet en expérience ;

3° Procéder à la mesure du débit maximum en demandant au sujet de respirer aussi énergiquement et aussi fort qu'il le peut, de façon à donner à l'aiguille les plus grandes oscillations possibles. Un sujet adulte normal pré-

sente un débit maximum de 1 l. 700 à la seconde, environ, aussi bien à l'inspiration qu'à l'expiration.

Le masque manométrique de Pech permet surtout de contrôler l'éducation et la rééducation respiratoires ; il révèle les défectuosités tenant à l'insuffisance de la perméabilité nasale quand on le fait fonctionner à l'aide de la voie nasale seule. Il peut servir enfin d'appareil d'entraînement respiratoire.

RÉSULTATS DES MENSURATIONS THORACIQUES

Elasticité thoracique. — La commission internationale, réunie à l'occasion du XVe Congrès d'Anthropologie, a décidé, très judicieusement, que la circonférence thoracique serait désormais mesurée selon un plan horizontal passant par la base de l'appendice xyphoïde et que l'on prendrait la moyenne des mesures notées à l'inspiration et à l'expiration.

L'élasticité thoracique (et non l'amplitude respiratoire, comme on dit à tort) augmente sous l'influence des exercices. Elle est exprimée en centimètres par la différence qui existe entre le périmètre maximum mesuré à la fin d'un mouvement d'inspiration profonde et le périmètre minimum mesuré à la fin d'un mouvement d'expiration forcée.

Voici, d'après nos propres observations, la valeur moyenne de l'élasticité thoracique.

A six ans : 1 cm. 20 à 2 centimètres ;
A dix ans : 3 à 4 centimètres ;
A quinze ans : 4 à 6 centimètres ;
A dix-huit ans : 4 à 7 centimètres ;
A vingt ans : 6 à 10 centimètres ;
A vingt-quatre ans : 6 à 10 centimètres.

Il ne faut pas chercher une relation constante entre la capacité des poumons et l'élasticité thoracique. Les deux valeurs ne suivent pas toujours une progression parallèle.

L'élasticité thoracique est, de plus, indépendante de la valeur absolue du périmètre. Nous avons connu des coureurs qui avaient un périmètre thoracique moyen plutôt inférieur à la moyenne ; mais, chez eux, la différence attestée par le ruban métrique entre le périmètre inspiratoire et le périmètre expiratoire était considérable et allait jusqu'à 15 et même 17 centimètres.

L'élasticité thoracique est fonction de la mobilité des articulations des côtes et de la puissance des muscles de la respiration. Des hommes qui ont un thorax de grandes dimensions ne sont pas forcément ceux qui présentent la plus grande élasticité thoracique ; un thorax de grandes dimensions, mais dont la mobilité est faible, est doué de peu d'élasticité ; au contraire, un thorax de petites dimensions, mais très mobile, se dilate beaucoup, et la valeur de son élasticité est importante. Elle peut atteindre un chiffre assez élevé (entre 9 et 15 centimètres) chez des sujets entraînés.

VENTILATION PULMONAIRE. — Dans l'état de repos, on évalue à 0 l. 500 la quantité d'air mobilisée par chaque mouvement respiratoire ordinaire. C'est ce que les physiologistes appellent l'*air courant*. Si, à la fin d'une inspiration ordinaire, nous poursuivons ce mouvement jusqu'à ses extrêmes limites, nous faisons entrer dans notre poitrine une quantité d'air supplémentaire, évaluée à 1 l. 670 : c'est l'*air complémentaire*. Si, d'autre part, nous prolongeons une expiration ordinaire aussi loin qu'il nous est possible, nous expulsons une quantité d'air évaluée à 1 l. 600 : c'est l'*air de réserve*.

A la suite d'une expiration forcée, on estime, depuis Gréhant, qu'il reste encore dans les poumons une quantité d'air évaluée à 1 l. 880 ; c'est l'*air résiduel* qu'aucun effort, si violent soit-il, ne nous permet d'expulser.

Air courant..... } = *capacité vitale*
Air de réserve..... } (qui exprime la ventilation maxima).
Air complémentaire. }

On dit souvent que le spiromètre nous donne la capacité respiratoire. C'est une erreur. Ici les mots ont une signification précise, et il faut la connaître. Le spiromètre nous renseigne sur la *capacité vitale*, c'est-à-dire sur la ventilation maxima. La *capacité respiratoire*, telle qu'elle a été définie par Gréhant, est autre chose. Elle comprend l'air résiduel et l'air de réserve. Autrement dit, c'est *la capacité de l'appareil respiratoire à la fin d'une expiration ordinaire*.

Pour évaluer la *capacité respiratoire* (air résiduel + air de réserve), il faut recourir obligatoirement à une méthode d'évaluation indirecte, très employée en physiologie, celle des mélanges.

La capacité respiratoire, chez un adulte bien constitué, oscille entre 3 l. 200 et 3 l. 400.

L'exercice accroît beaucoup la *capacité vitale*. Nous l'avons fréquemment vue s'élever après six mois, de 3 l. 600 à 4 l. 500 et plus.

A l'âge de trois ans, la capacité vitale est seulement de 0 l. 400.

Elle subit un accroissement annuel de 0 l. 120 à 0 l. 150. Arnod a admis que la capacité vitale suivait le développement de la *taille* à raison de 0 l. 05 ou de 0 l. 04 par centimètre, suivant qu'il s'agit de l'homme ou de la femme, et à partir de la quatrième année. Nous n'avons jamais pu vérifier ces données, dont l'allure mathématique cadre mal avec celle des phénomènes biologiques.

La capacité vitale est fonction du poids chez un sujet normal, ce qui est exprimé par la formule $\frac{Pn}{VC} = K_1$, P étant le poids en grammes, VC la capacité vitale en centimètres cubes, n un coefficient égal à 0,72, K étant une constante. D'autre part, la capacité vitale est en rapport avec la surface du corps, la hauteur du tronc et le périmètre thoracique suivant les relations $Pn = K_2$, $\frac{\text{long. du tronc} \times 2}{\text{V. C.}} = K_3$, $\frac{\text{périmètre} \times 2}{\text{V. G.}} = K_4$. Dreyer a trouvé pour K_1, K_3 et K_4, chez des sujets sains, les valeurs respectives suivantes : 0,69, 1,9 et 1,8. Chez les tuberculeux pulmonaires, il a constaté une diminu-

tion de la capacité vitale, et sa mesure par rapport aux autres données numériques lui a permis, sans connaître autrement les malades, d'en établir un classement selon la gravité en conformité complète avec le classement fait par les cliniciens.

Divers auteurs ont repris chez 174 sujets, dont 50 tuberculeux, l'étude de la capacité vitale. Chez les sujets normaux, ils trouvent des constantes très voisines de celles de Dreyer. Chez les tuberculeux pulmonaires, leurs résultats confirment ceux de Dreyer, et ils estiment que le degré de diminution de la capacité vitale, dans ses rapports avec les autres mesures corporelles, permet de préciser l'importance des lésions pulmonaires. La capacité vitale diminue, en effet, par rapport au poids du corps proportionnellement aux progrès de la maladie ; l'inverse se produit lorsque l'état s'améliore. Ainsi, à la troisième période, on peut trouver pour K_1, K_3 et K_4 des valeurs de 1,8, 5,4, 4,9, tandis que, dans les cas de tuberculose arrêtée, ces constantes sont très voisines de celles des sujets sains.

Rapports entre la capacité vitale et le poids. — Coefficient pulmonaire. — La valeur de la capacité vitale est un indice certain de la vitalité de l'individu.

Rapportée au poids, elle donne des indications précises sur la résistance d'un sujet. Ce rapport représente même un critérium de la qualité d'un individu, envisagé comme machine à produire du travail mécanique.

Plus un homme bien portant est pesant, plus est grande la masse de ses muscles et de ses tissus consommateurs d'oxygène et producteurs d'acide carbonique. Pour les entretenir dans un état constant d'oxygénation normale et pour leur permettre d'éliminer les déchets du travail, au fur et à mesure de leur production, il est nécessaire qu'une large ventilation pulmonaire soit assurée.

Le rapport de la capacité vitale des poumons avec le poids est infiniment plus intéressant que celui de la capacité vitale à la taille envisagé par quelques auteurs. La taille d'un individu n'a pas en effet de relation nécessaire avec son poids ; elle ne donne aucune idée de la quantité de tissus que son corps contient, ni de la quantité de sang qui doit être entretenue dans un état constant d'oxygénation.

Au contraire, pour les raisons que nous venons de donner, le rapport de la capacité vitale au poids mesure précisément l'état du sujet, au point de vue de son rendement probable en travail mécanique.

En établissant le rapport :

$$\frac{\text{Capacité vitale (en litres)}}{\text{Poids du corps (en kilos)}}$$

on obtient un *coefficient pulmonaire* qui indique la capacité de résistance au travail d'un sujet donné. On suppose, bien entendu, que tous les organes de ce dernier sont indemnes de lésion ancienne ou actuelle en évolution. Plus le coefficient est élevé, plus grande est leur résistance au travail.

Demeny avait déjà saisi l'importance de cette relation. Le 13 avril 1889, il écrivait dans une communication à la Société de Biologie : « Nous avons fait un nombre considérable d'observations sur des jeunes gens de dix-neuf à vingt-cinq ans, faisant partie de sociétés de gymnastique, et nous avons mesuré la taille, le poids et la capacité vitale de chacun.

« En examinant nos documents, nous avons cherché si nous ne trouverions pas, parmi eux, un critérium de la qualité de l'individu, au point de vue de son aptitude au travail musculaire.

« Déjà, dans des mensurations faites sur les enfants du collège Sainte-Barbe-des-Champs, nous avions constaté que la capacité vitale moyenne des élèves ayant le même âge est sensiblement proportionnelle à leur poids, et que, si l'on construit la courbe du poids et de la capacité pulmonaire en fonction de l'âge, les deux courbes sont parallèles.

« Ces observations nous ont amené à comparer la capacité vitale des sujets entraînés à leur poids, et nous avons vu immédiatement que le rapport de ces deux quantités est beaucoup plus élevé chez eux que chez les sujets sédentaires.

« Voici quelques chiffres obtenus :

POIDS	CAPACITÉ VITALE	RAPPORT $\frac{C.\ V.}{P.}$
—	—	—
57	4,5	0,079
63	5,0	0,079
67	5,25	0,078
66	5,0	0,076
63	4,75	0,0755
53	4,0	0,075
70	5,25	0,075
78	5,75	0,074
70	5,0	0,0715
49,5	3,5	0,071

« De plus, le rapport de la capacité vitale au poids s'accroît avec le degré d'entraînement, et cela s'explique si l'on se rappelle que l'entraînement augmente, d'une part, la capacité vitale et, d'autre part, diminue, au début, le poids du corps, en faisant disparaître une partie des tissus de réserve. »

Aussi, en prenant au hasard des jeunes gymnastes et en les classant par rapport à la grandeur décroissante de ce rapport, Demeny avait-il constaté qu'il en avait fait, par cela même, un classement correspondant sensiblement à leur degré de résistance. Ceux qui n'avaient pas bénéficié des exercices du corps, à ce point de vue, donnaient les chiffres suivants :

POIDS	CAPACITÉ VITALE	RAPPORT $\frac{C.\ V.}{P}$
—	—	—
72	2,75	0,0385
67	3,25	0,048
56,5	2,75	0,049

Tandis que la moyenne des observations faites sur les sujets entraînés était :

Age	22 ans.
Poids	65 kg. 600
Capacité vitale	4 l. 200
Rapport de la capacité vitale au poids.	0,0615

Les moyennes prises sur des hommes non exercés méthodiquement, mais sains, étaient :

Poids	63 kg. 500
Capacité vitale	3 litres
Rapport de la capacité vitale au poids	0,047

Depuis cette époque, de nombreux auteurs ont soutenu la même idée sans toujours en rapporter le mérite à son véritable auteur. C'est ainsi que dans la *Revue millitaire suisse* de septembre 1919, le 1er lieutenant médecin F.-Ed. Koby fait allusion au coefficient pulmonaire, sans citer le nom de Demeny. Il est vrai qu'il multiplie arbitrairement par 100 tous les coefficients obtenus, de manière à obtenir des chiffres d'unités. Cette légère modification ne change rien au principe. La notation de Koby est la suivante :

$$\frac{100 \times \text{capacité vitale (en litres)}}{\text{poids du corps (en kilos)}}$$

Cet auteur estime qu'il devrait être, chez des hommes jeunes, d'au moins 5,7. Des individus maigres entraînés peuvent avoir jusqu'à 8 (et non 0,08). Il note, très justement, qu'on trouve parfois une grande capacité vitale du poumon chez des sujets pourtant inférieurs au point de vue physique, par suite d'amaigrissement ; à les juger d'après cette capacité, on les eût cotés très haut. En la rapportant au poids, on voit qu'elle est médiocre ou insuffisante. Exemple : chez un individu de 112 kilos, ayant une capacité vitale de 4 l. 500, le coefficient pulmonaire n'est ici que 4, c'est-à-dire insuffisant.

Capacité vitale de l'enfant. — (Binet).

6 ans	825
7 et 8 ans	1190
9 ans	1270
10 ans	1510
11 et 12 ans	1610
13 ans	1830
14 ans	2210

Capacité vitale de l'enfant aux différents âges pour chaque centimètre de taille. — (Wintrich.)

Entre 6 et 8 ans	6,5 à 9	centimètres cubes.
8 et 10 ans	9 à 10	—
10 et 12 ans	11 à 13	—
12 et 20 ans	13 à 22	—
20 et 25 ans	22 à 24	—
25 et 30 ans	22 à 24	—

Capacité vitale par rapport au poids. — (M. Dupont-Binet.) Pour un kilo de poids, l'enfant normal a une capacité de :

A 6 ans	50 cc. 26
7 ans	52 cc. 45
8 ans	53 cc. 10
9 et 10 ans	55 cc. 80
11 et 13 ans	58 cc. 65
14 ans	60 cc. 75

RECHERCHE DU MAXIMUM D'APNÉE VOLONTAIRE. — Les médecins chargés de sélectionner les élèves pilotes ont attiré l'attention sur la valeur d'une épreuve clinique consistant à déterminer la durée maxima de la pause respiratoire volontaire. Martin Flank qui, le premier, préconisa un tel mode d'exploration, considéra comme inaptes au vol les adultes ne pouvant rester en

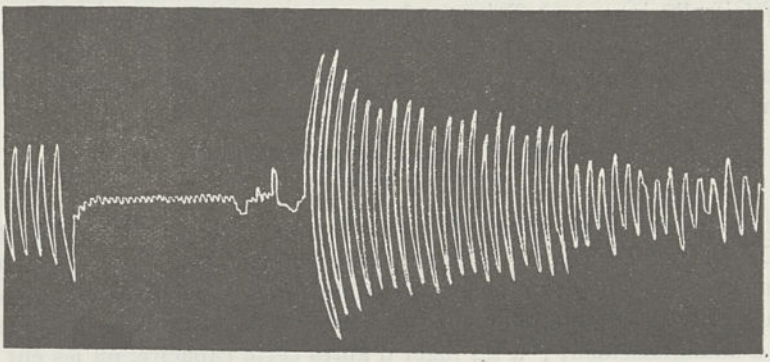


FIG. 220. — *Evaluation du temps maximum d'apnée* (d'après L. Binet).

apnée plus de quarante-cinq secondes ; de tels sujets sont, d'après cet auteur, des insuffisants respiratoires et se trouvent dans l'impossibilité de gagner des altitudes élevées sans en éprouver une gêne de la respiration. Les travaux de E. C. Schneider et G. W. Danis, de Laurentz, de G. Anderson, les nombreuses observations de Georges Guillain et de ses collaborateurs, au Centre médical de l'aviation, mirent en évidence la valeur pratique de « la durée de suspension respiratoire après une inspiration profonde » pour décider de l'aptitude des sujets à la navigation aérienne.

Il nous a semblé intéressant d'étudier, au point de vue sportif, cette épreuve que Léon Binet et Maurice Bourgeois appellent l'*épreuve du maximum d'apnée volontaire* (1).

« L'épreuve consiste à pratiquer une inspiration forcée et à suspendre la respiration pendant un temps aussi prolongé que possible. Que deviennent le rythme respiratoire et la ventilation pulmonaire lors de la reprise de la respiration ?

(1) *Presse Médicale*, 12 juin 1920.

L'enregistrement de la respiration (fig. 220) nous montre qu'après l'apnée, l'ampliation respiratoire est particulièrement développée et, avant de reprendre son type antérieur, on voit la respiration passer par une pause où elle est ralentie et superficielle. Tout se passe comme si l'organisme luttait contre l'arrêt de la respiration par hyperventilation secondaire, qui est telle qu'elle dépasse le but cherché, au point d'entraîner une phase d'hyperventilation avant le retour à la normale.

« La détermination de la ventilation pulmonaire, à l'aide de la soupape Tissot et du spiromètre de Verdin, confirme cette conception, et tel sujet, ayant une ventilation de 4 l. 500 à la demi-minute, présente, sitôt après la phase d'apnée, une ventilation de 8 litres, qui tombe ensuite à 3 l. 500 avant d'atteindre le chiffre de 4 l. 500. »

De nos observations il résulte que la durée de l'apnée volontaire s'accroît avec l'entraînement, surtout au début.

C'est un bon moyen de se rendre compte du contrôle qu'un sujet est capable d'exercer sur sa fonction respiratoire.

Les sujets porteurs de lésions pulmonaires ne peuvent suspendre leur respiration que pendant une période plus ou moins brève (quatorze secondes, en moyenne, pour des tuberculeux au début, d'après Binet et Bourgeois). De même les rénaux, les cardiaques, etc. La durée moyenne d'apnée, chez un sujet bien portant, est de quarante à cinquante secondes. Elle peut s'élever jusqu'à cent et même cent cinquante secondes.

L'examen doit avoir lieu sur un sujet au repos absolu.

La position étendue accroît la durée du maximum d'apnée.

Pratiquement, la durée de l'apnée volontaire traduit la puissance respiratoire d'un sujet, et sa détermination mérite d'être consignée au cours de l'établissement d'une fiche physiologique.

MESURE DU DEGRÉ DE SENSIBILITÉ
EXAMEN DU SENS MUSCULAIRE

Nous avons exposé, dans une autre partie de ce livre, ces diverses questions. Il suffira de s'y reporter pour en avoir une idée sommaire. L'exploration du sens musculaire a une grande importance pratique. Elle permet de déceler, avant toute espèce d'exercice physique, des imperfections neuromusculaires souvent très accusées chez quelques sujets. Elle donne à l'éducateur les moyens de suivre, au jour le jour, les progrès accomplis par les élèves dans cet ordre d'idées.

EXAMEN DES RÉFLEXES PUPILLAIRES

Les mouvements de la pupille sont très faciles à apprécier. Lorsqu'on approche une bougie de l'œil ouvert, on voit la pupille se rétrécir par contraction de l'iris ; elle se dilate à nouveau quand on éloigne la lumière. C'est le réflexe rétino-pupillaire.

Lorsqu'on fait fixer un objet tenu éloigné de l'œil, un doigt, par exemple, la pupille apparaît relativement dilatée. Si l'on rapproche peu à peu le doigt de l'œil observé, ce dernier continuant à fixer le doigt qui se rapproche, on voit la pupille se rétrécir. Dans la vision des objets éloignés, la pupille se dilate ; dans la vision des objets rapprochés, elle se contracte. C'est le réflexe d'accommodation.

Dans certaines maladies (tabes, paralysie générale), le réflexe pupillaire peut avoir disparu. La constatation des réflexes pupillaires normaux est généralement l'indice d'une intégrité sensitivo-sensorielle. Il convient de noter que la vivacité de ce réflexe est l'indice d'un bon équilibre nerveux. Au contraire, sa paresse que l'on constate parfois chez des sujets indemnes de toute lésion nerveuse, témoigne d'une faible résistance du système nerveux.

ÉVALUATION PHYSIOLOGIQUE D'UN SUJET DONNÉ PAR LE CALCUL DES INDICES DE ROBUSTICITÉ

A. Indice de Pignet. — La taille, le poids et le périmètre thoracique, considérés isolément, ne peuvent fournir que des éléments d'appréciation incomplets. Pignet a tenté de faire entrer leur valeur respective dans une formule unique qui deviendrait ainsi l'expression de la valeur physiologique de l'individu.

Il a primitivement dénommé cette formule « valeur numérique de l'homme ». Aujourd'hui, on la désigne plus communément sous le nom « d'indice » ou de « coefficient de robusticité ».

Le calcul de l'indice se fait de la manière suivante : la taille, le poids et le périmètre thoracique sont mesurés séparément. On additionne alors le poids et le périmètre, et on soustrait ce total de la taille exprimée en centimètres :

Exemple	Taille	1 m. 70
	Poids	60 kilos
	Périmètre	0 m. 90

Indice = 170 — (60 + 90) = 20.

Il se produit des cas (rares) dans lesquels l'addition du poids et du périmètre donnent un total supérieur au chiffre de la taille :

Exemple	Taille	1 m. 70
	Poids	78 kilos
	Périmètre	0 m. 98

Dans cet exemple, la somme du poids et du périmètre = 176. Elle est supérieure de trois unités au chiffre de la taille 173. Dans ce cas, on soustrait la taille du total du poids et du périmètre, et l'on fait précéder l'indice obtenu du signe + :

Exemple : (78 + 98) — 173 = + 3.

Dans les cas les plus nombreux, où la taille est supérieure à la somme du poids et du périmètre, l'indice est précédé du signe — :

Exemple : 170 — (60 + 90) = — 20.

Ce mode de notation a été critiqué. M. Besson le défend en disant : « La taille est prise comme *terme de comparaison* ; si la somme du poids et du périmètre lui est inférieure, c'est bien un écart *en moins*, vis-à-vis d'elle, que note la soustraction ; il faut donc employer le signe — ; si, au contraire, cette somme lui est supérieure, c'est bien un écart *en plus*, vis-à-vis d'elle, que notera la soustraction ; donc, cette fois, il sera justifié d'utiliser le signe + (1). »

Il est un autre moyen plus expéditif de calculer l'indice de Pignet. Il ne s'acquiert qu'avec quelque entraînement, mais une fois acquis, le calcul est, pour ainsi dire, instantané. Il consiste à noter les deux écarts : 1° entre le nombre de centimètres de la taille au-dessus du mètre et le chiffre du poids ; 2° entre le chiffre du périmètre et le chiffre 100 ; on additionne ces deux écarts : le total est l'indice.

Exemple	Taille	1 m. 70
	Poids	60 kilos
	Périmètre	0 m. 90

Ecart : entre les centimètres de la taille au-dessus du mètre (soit 70) et le poids (soit 60).....	écart = 10	Total des écarts = 20.
Ecart : entre le périmètre (soit 90) et le chiffre 100.....	écart = 10	

L'indice de Pignet n'est, malgré son utilité, qu'un aide et un contrôle. Il ne saurait servir de base unique pour déterminer l'aptitude physique. De plus, il n'a de valeur qu'entre 18 et 30 ou 35 ans. Après trente-cinq ou quarante ans, la taille étant désormais fixée, l'augmentation fréquente de poids fausse notablement la signification de l'indice. Celui-ci ne saurait se substituer à l'examen médical. Le sens clinique et la science du médecin expert, appliqués à l'examen des grands viscères (cœur, poumons, foie, reins) demeurent les éléments fondamentaux de l'appréciation de la valeur physiologique d'un sujet.

Le chiffre du coefficient de robusticité est d'autant plus élevé que la constitution du sujet apparaît plus faible. Un sujet mesurant 1 m. 70, pesant 65 kilogrammes, ayant un périmètre de 0 m. 90, a un indice de — 15, qui laisse supposer une robuste constitution. Au contraire, un sujet mesurant 1 m. 70, pesant 50 kilogrammes, ayant un périmètre de 0 m. 80, a un indice de — 40 et doit être classé parmi les sujets très faibles.

Lorsque les sujets sont particulièrement robustes, on trouve alors des indices +, la somme du poids et du périmètre dépassant la taille. Ils se rencontrent aussi chez les obèses, qui sont d'une valeur physique très médiocre.

(1) *Archives de médecine et de pharmacie militaire*, 1918, p. 436.

Voici une échelle de valeur numérique de l'aptitude physique normale, proposée par Besson, et qui peut être utilement consultée. On suppose que les sujets examinés ne sont atteints d'aucune affection organique et qu'ils ne sont pas âgés de plus de trente ans.

Au-dessus de + 10	=	surcharge graisseuse ;
De + 10 à — 10	=	constitution très vigoureuse ;
De — 11 à — 20	=	constitution forte ;
De — 21 à — 25	=	constitution moyenne ;
De — 26 à — 30	=	zone limite (discutable) ;
De — 31 à — 35	=	médiocre ;
Au delà de — 35	=	nettement mauvais.

Dans tous les cas où il n'y a pas lésion organique latente (bronchite et pleurésie chroniques, affection du cœur, du foie, des reins, etc.), l'indice est abaissé par les exercices physiques, ce qui indique, comme nous l'avons vu, une évolution favorable dans le sens de l'accroissement de la robusticité.

B. Formule de Broca. — En soustrayant de la stature 100, on obtient le poids de l'individu :

$$P = (T - 100) \text{ kilos.}$$

Messerli admet une variation de 10 kilos au-dessous de cette formule. Mais, si cet écart dépasse 10 kilos, une recrue serait décidément impropre au service. Le médecin-major Tartière admettait déjà 15 kilos. Villaret, generalarzt, a fait remarquer que la règle de Broca ne convient qu'aux hommes petits. L'expérience démontre que cette formule ne s'applique qu'aux tailles de 154-156 centimètres. Il faudra donc y apporter la correction de Brugsch. Pour les tailles de 165-175 centimètres :

$$P = (T - 105) \text{ kilos.}$$

et pour celles de 175-185 centimètres :

$$P = (T - 110) \text{ kilos.}$$

C. Indice de F.-Ed. Koby. — Les sujets qui se distinguent dans les exercices corporels ont tous deux qualités : 1° une certaine force musculaire, exprimée avec assez d'approximation par le périmètre thoracique moyen après déduction du tour de taille (*d*) ; 2° une souplesse suffisante de la cage thoracique combattant l'essoufflement et donnée par l'amplitude respiratoire (*a*).

En divisant le produit ($a \times d$) par la stature, on obtient un *indice de robusticité* donnant, avec assez d'approximation et beaucoup plus exactement que les formules connues jusqu'ici, la valeur physique d'un individu :

$$\frac{(\text{thorax moyen} - \text{ceinture}) \times (\text{thorax max.} - \text{thorax min.})}{\text{stature}}$$

ou plus simplement :

$$\frac{a \times d}{T}$$

L'indice sera : insuffisant de 0-0,3.
médiocre de 0,3-0,5.
bon de 0,5-0,7.
excellent de 0,7-1 ou plus.

On peut trouver chez des individus physiquement très cultivés un indice allant jusqu'à 3, mais au-dessus de 1, la robusticité n'augmente plus proportionnellement.

D. Indice de Ruffier. — Il se formule :

$$\text{Indice} = A + R - E.$$

A, R, E représentent des différences. A est la différence entre vingt-cinq ans et l'âge réel du sujet, à condition *que cet âge ne soit ni supérieur à* 25 *ni inférieur à* 15 *ans* ; autrement dit, A n'entre pas en ligne de compte pour les enfants au-dessous de quinze ans, ni pour les hommes faits au-dessus de vingt-cinq. R représente la différence entre le périmètre thoracique *pris en inspiration forcée*, au niveau des mamelons, et le périmètre abdominal pris en expiration, au point où ce périmètre abdominal est le plus grand. Le chiffre obtenu n'est positif que chez les maigres, et il est d'autant plus élevé que le périmètre thoracique est plus élevé. Il devient négatif chez les obèses, chez les distendus du ventre, qui évidemment ont une valeur physique diminuée. Quant à E, il mesure l'écart entre le poids, exprimé en kilos, et la taille exprimée par le nombre de centimètres dépassant le mètre. Cet écart est toujours négatif, que ce soit le poids ou la taille qui donne le nombre le plus élevé ; cela parce qu'on estime que l'idéal se trouve dans l'équivalence de ces deux chiffres.

Voici quelques exemples d'application de cet indice.

Un jeune homme chétif : seize ans ; thorax = 82 abdomen = 70 ; taille = 172 ; poids = 48 kilos. L'indice est 9 + 12 — 24 = — 3. C'est très faible.

Un jeune homme normal de vingt-trois ans dont les mensurations, dans l'ordre : âge, thorax, abdomen, taille et poids, sont 23, 95, 82, 163 et 61, a pour indice 13 ; ce qui est une bonne moyenne.

Un obèse avec 25, 105, 117, 172, 87 donne — 27, très mauvais, alors que le Pignet lui aurait donné 172 — (87 + 105) = — 10, soit un indice d'athlète !

Bouin, à vingt-trois ans, avec 23, 100, 80, 167, 64 avait 19, ce qui est merveilleux pour un coureur à pied.

Carpentier, à dix-huit ans : 18, 105, 82, 176, 73 avait pour indice 27.

Camilli, vainqueur du Concours de beauté plastique, avait pour mensurations : 22, 119, 82, 178, 82, ce qui donne pour indice 36.

E. Quotient vital de Spehl. — Spehl (1) a proposé une formule dans

(1) Spehl. *La lutte contre la tuberculose pulmonaire*, Bruxelles, 1919.

laquelle on envisage : la taille, le poids et la capacité vitale, celle-ci étant déterminée à l'aide d'un spiromètre et représentant la quantité maximum d'air que peut chasser le sujet examiné quand, après avoir fait une inspiration forcée, il fait une expiration forcée.

En multipliant le poids évalué en kilogrammes par la capacité vitale en centimètres cubes et en divisant le produit par la taille en centimètres, on obtient le « quotient vital » :

$$\frac{CV \times P}{T} = QV.$$

Normalement, le quotient vital augmente de 6 à 30 ans pour diminuer ensuite.

Chez l'enfant, à partir du moment où il est possible de déterminer la capacité vitale, on obtient un quotient qui s'élève au fur et à mesure que l'enfant grandit. Ainsi Jules Renault, Léon Binet et Mlle Renée Sicard (1) ont noté les chiffres suivants :

A 6 ans	Q. V. = 130
A 7 et 8 ans.....	Q. V. = 225
A 9 ans	Q. V. = 245
A 10 ans	Q. V. = 320
A 11 et 12 ans.....	Q. V. = 360
A 13 ans	Q. V. = 440
A 14 ans	Q. V. = 565

Chez l'adulte normal, on note un quotient qui est voisin de 800 ; étudié chez le tuberculeux, ce quotient s'abaisse d'une façon considérable, et V. Cordier, Delore et Jean Hassler ont noté des quotients très affaiblis (2).

F. Coefficient de nutrition. — Pelidisi. — Des nombreux travaux qu'il a entrepris chez l'adulte et chez l'enfant, Von Pirquet (3) a tiré une formule qui permet d'exprimer approximativement les conditions d'une bonne nutrition ; elle est représentée par la racine cubique de dix fois le poids du corps divisé par la hauteur de la taille assis, évaluée en centimètres. Von Pirquet indique l'état de nutrition par le vocable Pelidisi, ce mot dérivant de la *Pondus decies linearis divisio sedentis altitudo.*

$$\text{Pelidisi} = \sqrt[3]{\frac{P \times 10}{H}}$$

Ce quotient est voisin de 100. Un quotient supérieur à 100 indique une surnutrition ; un quotient inférieur à 94,5 révèle une sous-nutrition.

(1) Jules Renault et Léon Binet. Hygiène scolaire du *Traité de pathologie médicale et de thérapeutique appliquée.*

(2) V. Cordier, Delore, Hassler. Note sur quelques coefficients permettant d'évaluer le fonctionnement respiratoire et la robustesse de l'individu sain et tuberculeux. (*Soc. Méd. des Hôp. de Lyon*, 21 février 1922.)

(3) Pirquet. *System der Ernahrung.* Vienne, 1920.

Chez les tuberculeux, V. Cordier, Delore et Hassler ont noté des coefficients abaissés, et le coefficient le plus faible qu'ils aient noté est de 90, révélant une sous-nutrition très marquée.

INDICE DE RÉSISTANCE DU CŒUR A L'EFFORT, DE RUFFIER (1). — Pour contrôler périodiquement la puissance et la souplesse du cœur, Ruffier utilise un indice qui tient compte :

1° Du pouls moyen et normal de 70 à la minute (P) ;

2° De l'écart que fait, en plus ou en moins, le pouls du sujet avec ce pouls moyen (p). Cet écart (p) est donc positif quand le pouls est au-dessus de 70, négatif quand il est au-dessous. Il vaut 15 avec un pouls à 85 et — 8 avec un pouls à 62

3° Du pouls accéléré (P'), après 30 accroupissements effectués en partant de la station droite, en fléchissant à fond sur les jarrets, puis en se redressant. Inspirer en se redressant, expirer en fléchissant. La cadence est donnée par l'observateur qui compte à haute voix les flexions de façon à en obtenir 30 en 50 secondes.

4° Du pouls accéléré (P''), une minute après l'épreuve.

Ces quatre éléments sont réunis dans la formule :

$$\text{I. R. C. (Indice de résistance cardiaque)} = \frac{(P' + P'') - 2\,(70 - p)}{10}$$

Le dénominateur 10 n'a pour rôle que d'abaisser à un rang assez bas le nombre obtenu.

Voici un exemple : soit un sujet dont le pouls, à 76 au repos, monte à 140 immédiatement après l'épreuve, pour retomber à 90 une minute après. L'indice cardiaque s'établira, p valant 6, comme suit :

$$\frac{(140 + 90) - 2\,(70 - 6)}{10} = \frac{230 - 128}{10} = 10{,}2$$

Un autre cœur, passant de 84 ($p = 14$) à 160 pour retomber à 120, aura :

$$\frac{(160 + 120) - 2\,(70 - 14)}{10} = 16{,}8$$

C'est un cœur faible.

Un cœur athlétique, partant de 60 pour monter à 104 et retomber à 60 aura, p valant — 10 :

$$\frac{104 + 60 - 2\,(70 + 10)}{10} = 0{,}4$$

Ici p, l'écart du pouls réel au pouls normal, soit — 10 étant négatif s'ajoute à 70 dans le second facteur de l'équation, car — (—) donne +. On voit, en

(1) *Bulletin de la Ligue d'Education physique, C. R. Congrès*, sept. 1943, Paris.

somme, que l'indice est d'un chiffre d'autant plus élevé : 1° que le pouls est plus précipité au départ ; 2° qu'il s'accélère davantage par l'épreuve ; 3° qu'il s'abaisse moins en une minute de repos. Au-dessus de + 10 le cœur est peu résistant. Peu au-dessus ou en dessous de 0, le cœur est vigoureux.

Cet indice de résistance cardiaque est d'un calcul à la fois très simple, très rapide et très précis. Il mérite d'entrer dans la pratique courante avec le léger correctif suivant concernant l'évaluation du pouls moyen. 70 est le pouls moyen d'un adulte de 20 ans. Il doit être remplacé par 82 pour un jeune homme de 16 ans, par 80 pour une femme de 20 ans.

Indice d'essoufflement de Verdun (1). — Le moteur cardiaque est essentiellement solidaire, dans son fonctionnement, du comportement respiratoire. Aussi Verdun a-t-il proposé de joindre systématiquement à la recherche de l'I. R. C. de Ruffier, celle de l'indice d'essoufflement (I. E.). On l'exprime de la façon suivante :

$$\text{I. E.} = \frac{(R' + R'') - 2\,(16 - r)}{10}$$

R' étant le nombre de mouvements respiratoires après 30 accroupissements,

R'' étant le nombre des respirations une minute après l'épreuve ;

r étant l'écart entre la respiration du sujet au repos et la respiration moyenne 16 ;

16 étant la respiration moyenne, au repos, en une minute chez l'adulte.

Voici un exemple : après l'épreuve des 30 flexions sur place, le rythme respiratoire d'un sujet passe de 20, au repos, à 35, et s'abaisse à 24 après une minute de repos. En appliquant la formule ci-dessus, nous obtenons, dans le cas présent :

$$\text{I. E.} = \frac{(35 + 24) - 2\,(16 - 4)}{10} = \frac{59 - 24}{10} = + 3{,}5$$

Il s'agit d'un sujet peu résistant ou non entraîné au point de vue respiratoire.

Un sujet normal devrait donner :

$$\text{I. E.} = \frac{(22 + 14) - 2\,(16 - 0)}{10} = \frac{36 - 32}{10} = 0{,}4$$

Chez les sujets très vigoureux ou très entraînés, les deux indices de résistance cardiaque et d'essoufflement oscillent l'un et l'autre autour de 0.

De l'aveu même de leurs auteurs, ces indices ne définiront correctement le comportement et la valeur cardio-respiratoire d'un sujet donné que s'ils sont eux-mêmes interprétés dans le cadre plus large d'un examen clinique et biométrique vraiment complet.

(1) *Archives hospitalières*, 1947.

MORPHOLOGIE

Il est possible d'établir périodiquement un graphique morphologique permettant de se rendre compte de la croissance relative des différentes parties du corps. Il est basé sur certaines mesures qui sont les suivantes :

Le diamètre bi-acromial ;

Le diamètre de ceinture, mesuré immédiatement au-dessus du bourrelet musculaire que forme le grand oblique en s'attachant à la crête iliaque ;

Le diamètre bi-iliaque mesuré d'une épine iliaque antéro-supérieure à l'autre.

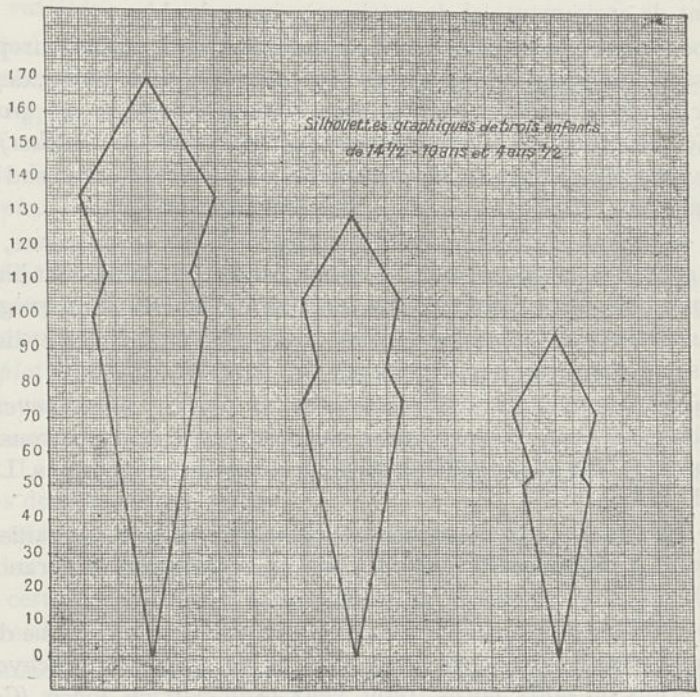


FIG. 221. — *Silhouettes morphologiques* (d'après HOUDRÉ).

Ces mesures sont prises à l'aide d'un compas d'épaisseur. Elles sont reportées sur un graphique millimétrique où une division correspond à un centimètre. Les points redéterminés sur le graphique sont réunis par des droites et donnent la silhouette schématique du corps examiné.

A. Silhouette morphologique d'une fillette de 14 ans et demi, de taille supérieure à la moyenne. Tronc court affaissé en cyphose (d'après Houdré). Mesures : Taille, 1 m. 69 ; ceinture, 25 ; bi-acromial, 37 ; bi-iliaque, 32.

B. Silhouette morphologique d'une fillette de 10 ans étroite d'épaules et insuffisamment musclée (d'après Houdré). Mesures : taille, 1 m. 32 ; ceinture, 20 ; bi-acromial, 28 ; bi-iliaque, 24.

C. Silhouette morphologique d'une fillette de 4 ans et demi, nettement rachitique : torse gras, jambes courtes. Mesures : taille, 0 m. 94 ; ceinture, 19 ; bi-acromial, 25 ; bi-iliaque, 20 (fig. 221).

Morphologie humaine et biotypologie. — On a essayé de catégoriser les formes du corps humain. On a tenté de déterminer un certain nombre de types morphologiques. Chacune des classifications est basée sur des caractères que leurs auteurs considèrent quelquefois, arbitrairement, comme primordiaux. Il n'y a pas de type pur. Chaque individu est le produit d'une longue évolution, d'un processus de différenciation extrêmement complexe résultant de croisements et de métissages innombrables.

On peut cependant admettre que dans la race blanche européenne, il existe sans conteste un *groupe blond* (race xanthochroïde de Huxley, groupe xanthochroïde de Deniker, race blonde de Montandon), et un *groupe brun* (race mélanochroïde de Huxley, groupe mélanochroïde de Deniker).

Cette première distinction un peu sommaire, en vérité, comprend plusieurs subdivisions :

Race nordique de Deniker (grande taille, 1 m. 73 en moyenne, cheveux blonds, souvent roussâtres, ondulés, yeux clairs, pour la plupart bleus, peau d'un blanc rosé, nez proéminent, droit) (Suède, Danemark, Norvège).

Race subnordique de Deniker (grande taille, cheveux blonds et lisses, face anguleuse au nez retroussé) (Allemagne du nord, Pays baltes).

Race ibéro-insulaire de taille petite (1 m. 61 à 1 m. 62), de cheveux noirs, parfois bouclés, yeux enfoncés, peau basanée, nez droit ou retroussé (Presqu'île ibérique, îles de la Méditerranée occidentale, Angoumois, Limousin, Périgord, Italie).

Race littorale ou atlanto-méditerranéenne, de Deniker. La taille est en moyenne de 1 m. 66, mésocéphalie, cheveux et yeux foncés (France, Italie du nord).

Race occidentale ou cévenole de Deniker (race alpine, race celtique de Broca, race ligure). Petite taille 1 m. 63 ou 1 m. 64 en moyenne, brachycéphalie, cheveux bruns ou noirs, corps trapu, yeux brun clair ou foncé (Cévennes, Plateau central, Bretagne, Poitou, Alpes occidentales, Italie, Suisse, Autriche, Moravie, Pologne, Ukraine).

Race adriatique ou dinarique de Deniker. Grande stature (1 m. 68 à 1 m. 72 en moyenne), brachycéphalie, cheveux ondulés bruns ou noirs, yeux foncés, nez fin, droit ou aquilin, teint légèrement basané (Albanie, Bosnie, Dalmatie, Alsace, Bassin de la Loire, Carpathes, Ukraine, Grèce occidentale, Serbie).

Classifications morphologiques. — Elles sont fort nombreuses. Nous ne retiendrons ici que les plus notoires, celles qui ont suscité les études les plus pénétrantes et sont susceptibles d'ouvrir le plus de possibilités aux observateurs et aux biologistes.

a) CLASSIFICATION DES FORMES D'APRÈS L'ÉCOLE MORPHOLOGIQUE FRANÇAISE. — Elle résulte des travaux de Claude Sigaud, de Lyon, et de Léon Mac-Auliffe. Les quatre types humains sont : le *respiratoire*, le *musculaire*, le *digestif* et le *cérébral*. Ces types morphologiques se créent sous l'influence des milieux et des facteurs héréditaires. Ils ne se rencontrent pas toujours à l'état pur. L'action simultanée de plusieurs facteurs héréditaires et nosologiques explique qu'il y a aussi des types *mixtes* ou *irréguliers*.

Ces derniers se distinguent par des variations de la surface du corps qui autorisent d'autres subdivisions importantes. A ce point de vue, ils forment les deux grandes catégories des *plats* et des *ronds* comprenant elles-mêmes plusieurs variétés.

C'est ainsi que Mac Auliffe distingue :

1° Le *plat uniforme*, chez lequel « la silhouette est faite d'ondulations de si faible amplitude qu'elle paraît rectiligne. C'est le triomphe de la ligne droite ». Le sujet a un thorax resserré, un bassin étroit ; la face est longue et étroite ; le dos n'a que de faibles cambrures. La maigreur est habituelle ;

2° Le *plat ondulé*, dont les ondulations du corps sont à courbe plus ample ;

3° Le *plat bossué*, dont les tissus forment des « bosses » visibles souvent au niveau de certains muscles et entourées de dépressions qui répondent aux insertions aponévrotiques ;

4° Le *plat graisseux*, le plus souvent à prédominance digestive et qui manifeste une tendance assez précoce à la dégénérescence graisseuse.

5° Le *rond uniforme*, qui accuse une prédominance nette du tronc sur les membres. Le crâne et le visage sont ronds, le ventre est globulaire, les membres et les doigts sont arrondis ;

6° Le *rond ondulé*, qui présente un modelé assez riche. Il offre des courbes amples, des creux caractéristiques où les tissus s'affaissent tout en conservant une certaine courbure et sont visibles sur la surface du corps ;

7° Le *rond cubique* qui paraît équarri, taillé à coups de hache.

La terminologie employée par les morphologistes français est éminemment critiquable. De plus, il est absolument certain que les autres types morphologiques francs ne sont pas des types d'adaptation au milieu cosmique. Ce qui le prouve, c'est que les changements dus à l'ambiance ne s'observent pas chez tous les individus subissant les mêmes influences extérieures. Il n'y a pas de liaison étroite entre la forme et les conditions d'existence qui peuvent, sans doute, modifier l'organisme, mais n'agissent pas nécessairement dans le sens d'une adaptation meilleure. Les particularités somatiques sont, suivant l'expression d'Et. Rabaud, « absolument quelconques ». Elles sont dues au jeu de causes complexes héréditaires qui priment toutes les autres. L'adaptationnisme de Sigaud et de Mac Auliffe apparaît à la fois comme sommaire et outrancier. Il a poussé presque au raffinement l'étude des formes et du modelé, mais il néglige les mensurations. (Voir au chap. VII : Morphologie et glandes endocrines, pages 180 à 183.)

b) *CLASSIFICATION DE L'ÉCOLE CONSTITUTIONNISTE ANTHROPOMÉTRIQUE ITALIENNE* de Viola. — Ici, c'est la priorité de la mesure qui apparaît. Les données essentielles de la classification sont anthropométriques. Viola réhabilite la notion quelque peu oubliée de l'homme moyen, introduite autrefois par Quételet. A côté du *normotype* parfait, réalité rare, et se détachant de lui en deux directions opposées, on trouve le *brachytype* et le *longitype*.

Pour lui les mesures nécessaires (1) pour le diagnostic de la constitution sont de deux sortes : celles du « système clos », qui comprend les mensurations strictement indispensables, et celles du « système ouvert » qui se compose des mesures facultatives, pouvant être multipliées à l'infini, suivant les buts particuliers de la recherche.

Voici celles du « système clos » nécessaires pour le diagnostic de la constitution :

Mesures thoraciques :

1. Hauteur du sternum (du bord antérieur de l'incisura jugulaire à la base de l'appendice xiphoïde).
2. Diamètre thoracique transversal (au niveau de la IVe côte).
3. Diamètre thoracique antéropostérieur (au même niveau).

Mesures de l'abdomen supérieur :

4. Hauteur xipho-épigastrique (de la base de l'appendice xiphoïde au point de croisement de la ligne médiane du corps avec l'horizontale qui passe par la marge inférieure de la Xe côte).
5. Diamètre hypocondriaque transversal (au niveau du point qui coupe en deux parties égales la hauteur xipho-épigastrique).
6. Diamètre hypocondriaque antéropostérieur (au même niveau).

Mesures de l'abdomen inférieur :

7. Hauteur épigastro-pubienne (du point de croisement de la ligne médiane du corps avec l'horizontale qui passe par la marge inférieure de la Xe côte au bord supérieur de la symphyse pubienne).
8. Diamètre bi-iliaque.

(Le diamètre hypocondriaque antéropostérieur joue le rôle de la troisième dimension dans le calcul du volume ou indice de l'abdomen inférieur.)

(1) Pour procéder aux mesures biométriques, une instrumentation spéciale est nécessaire. Elle comprend : le *compas anthropométrique* dont on se sert pour la mesure des diamètres transversaux : bipariétal, bitemporal, bizygomatique, bigoniaque et du diamètre fronto-occipital, etc. ;

le *compas glissière millimétrique* à l'aide duquel on prend les diamètres antéro-postérieurs de la face : auriculo-nasal supérieur, auriculo-nasal inférieur, auriculo-mentonnier, et la hauteur auriculo-bregmatique ;

le *prosopomètre* que Verdun a fait construire et qui permet de repérer, par rapport à la hauteur de la tête totale, la hauteur de l'échancrure et de l'épine nasale, ainsi que des lignes physiognomoniques de la bouche, des yeux et de l'épi frontal de la chevelure.

Des *valeurs absolues* recueillies par les mensurations directes sont dégagées les *valeurs proportionnelles* qui expriment pour le tronc et pour la tête, comme pour les membres, la main et les doigts, par rapport au segment total considéré, le pourcentage des segments partiels : proximal, médial et distal, dans leur développement linéaire.

Pour la main, il convient de recourir au procédé indirect des empreintes, sur lesquelle sont pratiquées les mensurations.

Membres :

9. Membre supérieur (de l'acromion à la ligne articulaire du poignet).
10. Membre inférieur (du bord supérieur de la symphyse pubienne au point le plus proéminent de la malléole interne).

Mesures composées :

11. Taille (prise directement sur le sujet).
12. Hauteur jugulo-pubienne (hauteur du sternum + hauteur xypho-épigastrique + hauteur épigastro-pubienne).
13. Hauteur totale de l'abdomen (hauteur xypho-épigastrique + hauteur épigastro-pubienne).

Poids :

En partant de ces mesures, on calcule les indices fondamentaux suivants :

1. Indice (volume) thoracique (diam. thor. antéro-postérieur × diam. thor. transversal × hauteur du sternum).
2. Indice de l'abdomen supérieur (hauteur xypho-épigastrique × diam. hypoc. ant.-post. × diam. hypoc. transv.).
3. Indice de l'abdomen inférieur (hauteur épigastro-pubienne × diam. bi-iliaque × diam. hypoc. ant.-post.).
4. Indice de l'abdomen total (somme des deux précédents).
5. Indice du tronc (indice thoracique + indice de l'abdomen total).
6. Indice des membres (longueur du membre supérieur × longueur du membre inférieur).

Nous renvoyons aux travaux de Viola pour la détermination de la constitution d'un indivdu, en utilisant les indices précédents *exprimés en degrés centésimaux.*

Lorsqu'il y a rapport d'égalité entre les indices, la constitution est *normotypique, normosplanchnique.*

Lorsqu'il y a prépondérance du tronc sur les membres, la constitution est *brachytypique, mégalosplanchnique.*

Lorsque enfin il y a prépondérance des membres sur le tronc, la constitution est *longitypique* et *microsplanchnique.*

Chez le *brachytype*, le corps est trapu, l'abdomen est volumineux et proéminent, le thorax court, développé dans le sens antéro-postérieur. Les muscles sont courts et volumineux. La tension artérielle est supérieure à celle des longitypes. La capacité vitale est inférieure à celle du normotype et du longitype. La musculature est hypersténique et hypertonique.

Chez le *longitype microsplanchnique* le cou est long ; les épaules sont tombantes. La cage thoracique aux côtes très inclinées se rapproche en bas des crêtes iliaques. Le thorax est allongé, aplati, développé dans le sens vertical. L'abdomen est plat. Les membres sont longs. Les muscles sont longs, peu volumineux. Le tension artérielle est basse. La capacité vitale est supérieure à celle du normotype. Les parois abdominales sont hypotoniques.

Le rapport tronc-membres, choisi par Viola comme principe fondamental

de classification, traduit la relation qui, dans chaque cas concret, s'établit entre les deux systèmes antagonistes : celui de la vie végétative dont les appareils président à l'évolution pondérale et siègent dans le thorax et l'abdomen et celui de la vie animale qui a son expression dans la forme, la valeur et les dimensions des membres.

Le brachytype est caractérisé par la prépondérance du système végétatif, le longitype par celle du système de la vie animale. L'équilibre entre les deux systèmes est réalisé chez le normotype.

c) *CLASSIFICATION DE BARBARA.* — Il établit comme Viola une série de distinctions fondées sur le rapport tronc-membres. Mais il divise le groupe des longitypes et celui des brachytypes, chacun en deux variétés : longitype A et B, brachytypes A et B. De plus il distingue des formes intermédiaires. Enfin, il attribue à la céphalométrie une certaine importance pour caractériser la constitution, alors que Viola, dans son système clos, fait complètement abstraction des mesures de la tête (1).

d) *MÉTHODE D'ÉVALUATION VOLUMÉTRIQUE DE TOUS LES SEGMENTS DU CORPS HUMAIN DE M. VERDUN.* — Reprenant la question, le Dr M. Verdun a proposé récemment une méthode nouvelle d'évaluation volumétrique de tous les segments organo-fonctionnels du corps humain (2).

Les segments du tronc : thorax, abdomen supérieur et inférieur sont évalués d'après la méthode de Viola, en multipliant la hauteur de chaque segment par ses diamètres transverse et antéro-postérieur. Viola et Pende s'en étaient tenus là. Verdun applique leur méthode à l'étude des trois segments de la tête : buccal, nasal et cranien. Restent le cou et les membres dont l'évaluation volumétrique échappe à toute mesure directe. Mais une fois connues les valeurs volumétriques de la tête et du tronc, il suffirait de connaître le volume global du corps humain pour l'obtenir par différence. Or, les travaux déjà anciens de J. Mics, de Cologne, ont déterminé la densité moyenne du corps humain vivant avec assez de précision pour que la valeur volumé-

(1) Les *Types humains*, par EUGÈNE SCHEIDER (Hermann, édit., 1937).
Morphologie médicale ; étude des quatre types humains, par CHAILLOU et MAC AULIFFE (Paris, 1912).
Les tempéraments, par MAC AULIFFE (Paris, 1926).
Biologie du travail et Biotypologie, exposés publiés sous la direction de LAUGIER (Hermann, édit., Paris).
Les Origines de la maladie, essai sur l'évolution du corps humain, par C. SIGAUD et L. VINCENT (Paris, 1912).
La costituzione individuale, par G. VIOLA (Bologne, 1933, 3 vol.).
Le problème de la constitution selon l'école italienne, par G. VIOLA (1931).
Semeiotica della costituzione, par G. VIOLA (Milan, 1933).
Critères d'appréciation de la valeur physique, morphologique et fonctionnelle des individus, par G. VIOLA (Biotypologie, III, 1933).
I fondamenti della tipologia umana, par M. BARBARA (Milan, 1929).
I fondamenti della craniologia costituzionalistica, par M. BARBARA (Rome, 1933).
Les races et les peuples de la terre, par J. DENIKER (2e édit., Paris, 1926).
La race, les races, par G. MONTANDON (Paris, 1933).

(2) M. VERDUN. Une méthode nouvelle d'évaluation clinico-anthropométrique, des grands segments biotypologiques du corps humain. *Bulletin de l'Académie de Médecine*, no 5, 8 février 1944, p. 64.

trique globale d'un sujet donné puisse être calculée d'après son poids, selon la formule $V = \frac{P}{d}$.

C'est ainsi qu'un homme de 25 ans, de corpulence moyenne, d'un poids de 65 kg. 500, aura pour valeur volumétrique globale $\frac{65,5}{1,035} = 63,285$. Si la valeur volumétrique de son tronc total, obtenue par mesure directe, est de 24,927, la valeur des cinq extrémités est de 63,285 — 24,927 = 38,358. Il suffit d'en soustraire la valeur volumétrique de a tête totale (crâne + face supérieure + face inférieure) 5,212 également connue par mensurations directes, pour obtenir la valeur volumétrique du cou et des membres : 33,146.

En divisant par 63,285 chacune des valeurs volumétriques partielles × 100, on en obtient le pourcentage dans la formule somatique globale. On peut ainsi juger de leur développement relatif chez un sujet donné, quelles que soient sa taille et sa corpulence, par référence aux valeurs moyennes dégagées de l'étude d'un grand nombre de sujets de même sexe et de même âge. (Voir, ci-après, le tableau des valeurs moyennes pour des adultes de 20 à 25 ans.)

Il sera, dans le cas présent, de 39,4 % pour le tronc ; dont 15,3 pour l'abdomen inférieur, 11,3 pour l'abdomen supérieur, 12,8 pour le thorax ; 8,23 % pour la tête, dont 1,12 pour la face inférieure, 1,04 pour la face supérieure, 6,06 pour le crâne ; 52,3 % pour le cou et les membres.

En rapportant les valeurs volumétriques des segments buccal, nasal et cranien non plus à la valeur somatique globale, mais à la valeur volumétrique de la tête totale, on obtient leur proportion respective dans la formule céphalique, soit : 13,7, 12,7 et 73,6 %.

Le rapport cranio-facial : $\frac{\text{val. vol. de la face totale} \times 100}{\text{val. volum. du crâne}}$ étant alors de 35,9.

Toutes valeurs très proches, dans le cas présent, des valeurs moyennes obtenues jusqu'ici par Verdun.

Mais que l'on constate, par exemple, 15,4 % pour le segment buccal dans la formule céphalique et 32 % pour l'abdomen total dans la formule somatique globale, on peut affirmer, chiffres en mains, la prédominance des segments digestifs.

Voilà qui permet pour la première fois la vérification expérimentale des descriptions et de la doctrine sigaudiennes.

Verdun en a exposé les premiers résultats dans un important mémoire paru en 1945 dans les Archives des maladies professionnelles (1).

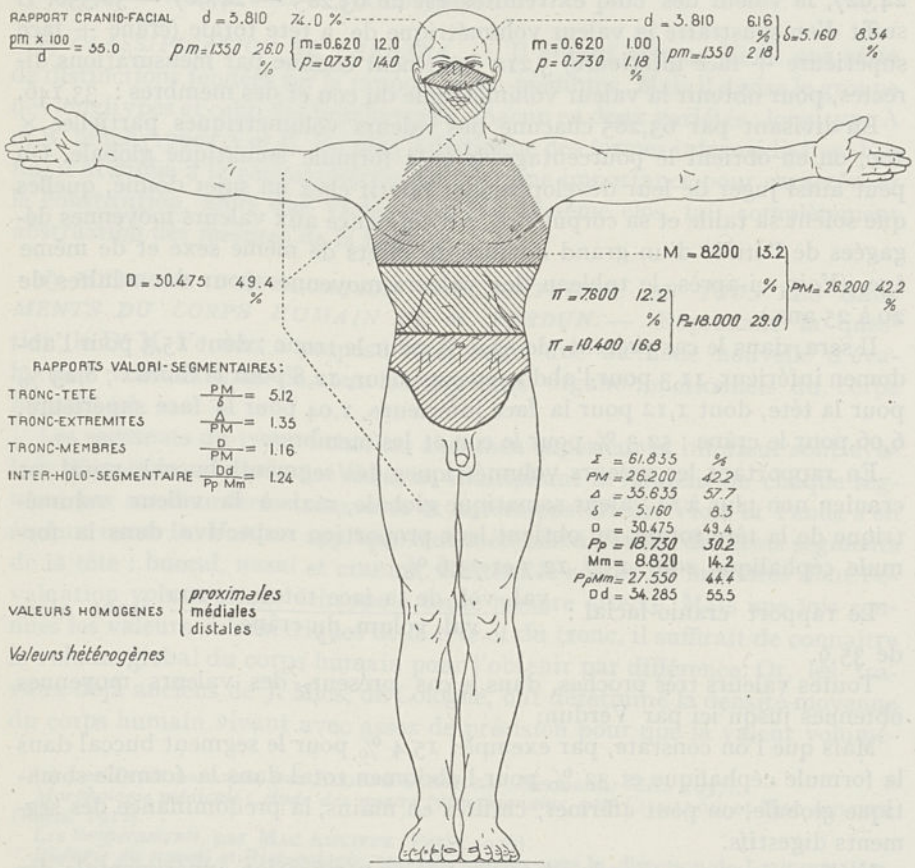
Il existe bien, selon lui, des sujets à prédominance digestive, cardio-respiratoire, ostéo-musculaire et cérébrale, décelables dans la triple formule morphologique : *somatique*, *céphalique* et *tégumentaire*, le développement

(1) M. VERDUN. Une méthode nouvelle d'exploration des aptitudes caractérielles : l'expertise biotypologique. *Archives des Maladies professionnelles*, t. VI, nos 6 et 7. Paris, Masson, édit., 1944-1945, p. 275 sq et 351 sq.

respectif des trois couches de la peau suivant généralement celui des grands segments organo-fonctionnels :

La couche profonde, hypodermique, chargée de lymphe et de graisse, constituant avec l'abdomen et son seuil buccal, le *segment proximal*, par où commence tout l'édifice organique ;

La couche moyenne, dermique, celle des vaisseaux et des glandes sudo-



ripares, constituant avec le thorax, l'arbre vocal, et son seuil nasal, le *segment médial* par où l'organisme tend à s'exprimer et à s'épancher au dehors ;

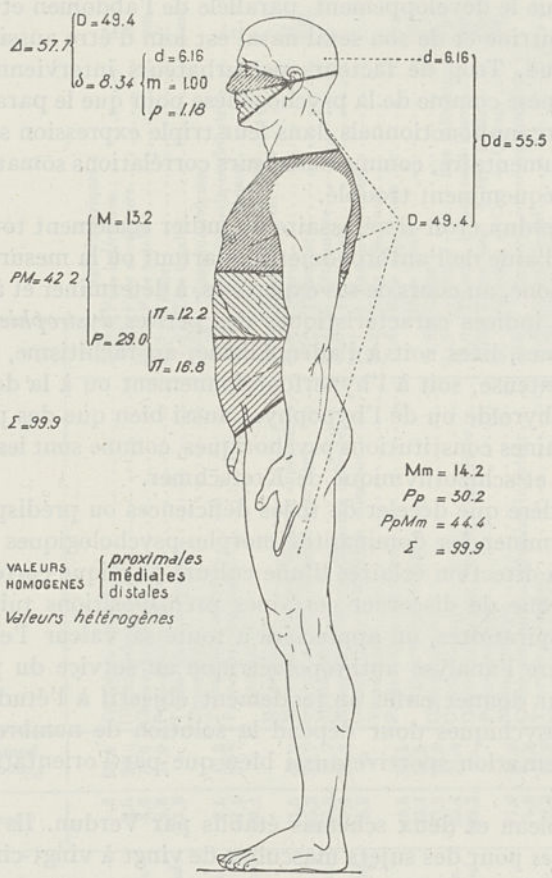
Le crâne et les membres constituant avec sa couche superficielle, l'épiderme, les organes des sens et les phanères, le *segment distal* par où l'organisme explore le monde et s'en empare.

A quoi répondent respectivement dans le domaine psychique les quatre tendances instinctives fondamentales par où l'homme tend à construire et à s'installer après s'être construit, puis à essaimer et à se déplacer, à chercher

enfin le monde cosmique et social, afin de s'en emparer, tout ce qui lui est nécessaire pour vivre et pour se survivre.

Les digestifs sont donc aussi des constructeurs, volontiers sédentaires. Car construire, c'est se fixer ;

Les cardio-respiratoires sont des semeurs, et pour semer et essaimer, volontiers migrateurs ;



Les ostéo-musculaires, dont le segment distal se développe en volume davantage qu'en longueur, ce que permet de préciser une nouvelle série d'indices, sont psychologiquement des prédateurs ;

Les cérébraux, enfin, dont le segment distal, long et mince, semble fait pour explorer et palper les richesses du monde plus que pour s'en emparer de vive force, sont avant tout des investigateurs.

Il est enfin des sujets admirablement proportionnés, chez qui le développement respectif de tous les segments organo-fonctionnels approche de la

moyenne idéale et dont toutes les tendances instinctives fondamentales, antagonistes et complémentaires, s'épanouissent, s'intériorisent et se subliment en un harmonieux équilibre du caractère, corrélatif de leur équilibre morphologique.

Il s'en faut toutefois que ces corrélations idéales soient aussi constantes qu'une observation purement empirique et descriptive pouvait le laisser supposer.

C'est ainsi que le développement parallèle de l'abdomen et de son seuil buccal, de la poitrine et de son seuil nasal est loin d'être aussi fréquent que le pensait Sigaud. Trop de facteurs perturbateurs interviennent au cours de la morphogénèse comme de la psychogénèse pour que le parallélisme idéal des segments organo-fonctionnels dans leur triple expression somatique, céphalique et tégumentaire, comme dans leurs corrélations somato-psychiques, ne soit point fréquemment troublé.

Aussi bien Verdun croit-il nécessaire d'étudier également tous ces *facteurs perturbateurs* à l'aide de l'anthropométrie, partout où la mesure est possible.

Il s'attache donc, au cours de ses expertises, à déterminer et à grouper tous les rapports et indices caractéristiques des petites *dystrophies*, carentielles ou endocriniennes, liées soit à l'adénoïdisme, au rachitisme, à l'hypotonie articulo-ligamenteuse, soit à l'hyperfonctionnement ou à la déficience de la gonade, de la thyroïde ou de l'hypophyse aussi bien que des petites *dysplasies* liées à certaines constitutions psychotiques, comme sont les constitutions cyclothymique et schizothymique de Kretschmer.

Si l'on considère que déceler de telles déficiences ou prédispositions aussi bien que déterminer les dominantes morpho-psychologiques est aussi important pour la direction éclairée d'une culture physique corrective ou d'un entraînement, que de discerner certaines prédispositions tuberculeuses ou déficiences respiratoires, on appréciera à toute sa valeur l'effort de Verdun pour mettre l'analyse anthropométrique au service du praticien, non moins que pour donner enfin un fondement objectif à l'étude des corrélations somato-psychiques dont dépend la solution de nombreux problèmes posés par l'orientation sportive aussi bien que par l'orientation scolaire et professionnelle.

Voici un tableau et deux schémas établis par Verdun. Ils expriment les *valeurs moyennes* pour des sujets masculins de vingt à vingt-cinq ans. (Pages 558, 559 et 561.)

Valeurs moyennes. — Adultes de 20 à 25 ans.

VALEURS LINÉAIRES

		Absolues	Proportion pour 100
Dactylomeriques :			
Phalange	*p.*	6,3	55,0
Phalangine	*m.*	2,5	21,0
Phalangine	*pm.*	8,8	76,0
Phalangette	*d*	2,8	24,0
Médius total	*pmd.*	11,6	»
Cheiromériques :			
Paume	*pm.*	8,5	42,2
Médius	*d.*	11,6	57,7
Main totale	*pmd.*	20,1	»
Olénomeriques :			
Bras	*p.*	31,6	41,0
Avant-bras	*m.*	25,2	32,7
Avant-bras	*pm.*	56,8	73,7
Main	*d.*	20,1	26,2
Membre supérieur total	*pmd.*	76,9	»
Skélomériques :			
Cuisse	*p.*	44,5	39,5
Jambe	*m*	39,4	36,5
Jambe	*m.*	83,9	76,0
Pied (au repos)	*pm.*	25,4	24,0
Membre inférieur total	*pmd.*	109,3	»
Kormomériques :			
Abdomen	*p.*	37,0	43 8
Thorax	*m*	15,9	18,8
Tronc	*pm.*	52,9	62,6
Tête et cou	*d.*	31,4	37,3
Buste total	*pmd.*	84,3	»
Céphalomériques :			
Face inférieure	*p.*	6,8	32,0
Face supérieure	*m.*	5,1	25,0
Face totale	*pm.*	11,9	57,0
Crâne frontal	*d.*	10,3	43,0
Tête totale	*pmd.*	22,2	»
Taille	»	173,0	»

RAPPORTS LINÉOSEGMENTAIRES

Téléphalangien	33,0
Digito-palmaire	1,36
Cheiro-brachial	35,5
Podo-skélique	28,4
Tronc-Membre moyen	1,57
Tronc-Tête	0,55
Tronc-Extrémités 1	1,37
Tronc-Extrémités 2	1,07
Périmètres :	
Métacarpien	20,6
Musculaire moyen. Membre supérieur	24,6
Osseux moyen. Membre supérieur	8,7
Métatarsien	23,7
Musculaire moyen. Membre inférieur	42,0
Osseux moyen. Membre inférieur	22,1
Thoracique	83,2
Poids moyen du tronc	79,4
Rapports périmétriques :	
Cheiro-plastique	1,03
Oléno-plastique	43,5
Ostéo-musculaire. Membre supérieur	76,0
Podo-plastique	0,93
Skélo-plastique	50,[illegible]
Ostéo-musculaire. Membre inférieur	52,6
Thoraco-plastique	1,43
Kormo-plastique	1,35
Rap acromio-thoracique de Kretschmer	45,0

VALEURS VOLUMÉTRIQUES

		Absolues	Proportion pour 100
Céphalomériques :			
Face inférieure	*p.*	0,730	14,0
Face supérieure	*m.*	0,620	12,0
Face totale	*pm.*	1,350	26,0
Crâne	*d.*	3,810	74,0
Tête totale	*pmd.*	5,160	
Somatomériques :			
Valeur somatique globale	Σ.	61,835	%
Abdomen inférieur	Π.	10,400	16,8
Abdomen supérieur	π.	7,600	12,2
Abdomen total	P.	18,000	29,0
Thorax	M.	8,200	13,2
Tronc total	PM.	26,200	42,2
5 Extrémités	Δ.	35,635	57,7
Tête totale	δ.	5,160	8,3
4 Membres et Cou	D.	30,475	49,4
Face inférieure	*p.*	0,730	1,18
Face supérieure	*m.*	0,620	1,00
Face totale	*pm.*	1,350	2,18
Crâne	*d.*	3,810	6,16
Abdomen tot. + face inférieure	Pp.	18,730	30,2
Thorax + face supérieure	M*m.*	8,820	14,2
Tronc total + face totale	Pp. M*m*	27,550	44,4
Membre et Cou + Crâne	D*d.*	34,285	55,5
Rapports valori-segmentaires :			
Cranio-facial	*pm* × 100/*d.*		35,0
Tronc-Tête	PM/δ.		5,12
Tronc-Extrémités	Δ/PM.		1,35
Tronc-Membres	D/PM.		1,16
Inter-holo-segmentaire	Dd/Pp.M*m.*		1,24

CHAPITRE XXI

FICHES PHYSIOLOGIQUES ET BARÈMES DE PERFORMANCES

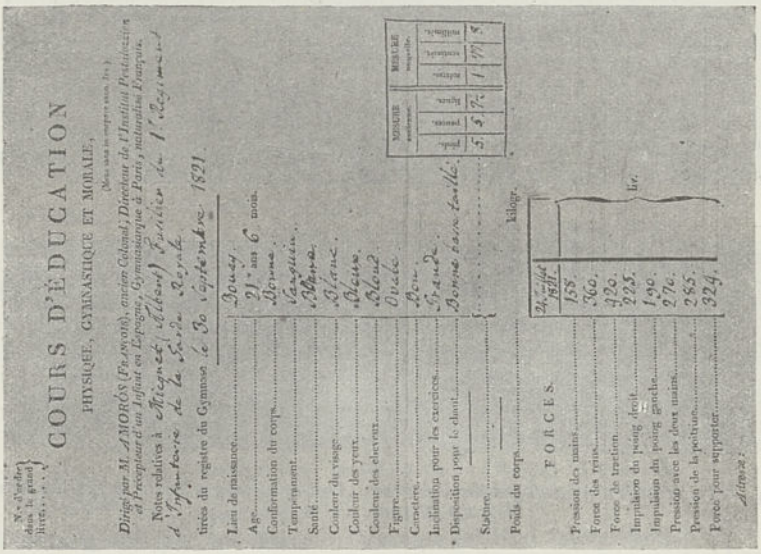
FICHES PHYSIOLOGIQUES. — L'éducateur doit pouvoir contrôler les effets des exercices auxquels est soumis l'élève. Il y a fort longtemps qu'on procède à ce contrôle. Quelque part, Galien décrit les signes auxquels il reconnaissait que les gladiateurs étaient en état de combattre et, pour tout dire, en condition. Si l'on voulait établir une fiche qui fût complète, il faudrait passer en revue chaque organe, examiner ses réactions vis-à-vis de l'exercice corporel, analyser le sang et les urines, radioscoper et radiographier le cœur, les poumons, les viscères, recourir, en somme, à tous les procédés d'investigation biologique, examen clinique, méthode graphique, analyse chimique, examens microscopiques, radiographiques, photographiques et cinématographiques. Ainsi entendu, l'établissement d'une fiche réclamerait le concours de plusieurs spécialistes. Mais il serait vraiment un inventaire exact établi au début et à la fin des échanges nutritifs influencés par les exercices physiques.

Etant donnés les moyens dont la majorité des éducateurs et des clubs disposent, il convient de se montrer plus modeste et de limiter les constatations à celles qui sont, pour ainsi dire, à la portée de presque tous.

Voici la reproduction des fiches qu'Amoros établissait pour les élèves de son gymnase. Ce spécimen témoigne du souci qu'avait ce précurseur de se rendre compte des effets physiques et moraux de l'exercice corporel. On y devine aussi sa tendance à l'analyse psychologique de ses élèves (fig. 222, 223, 224).

Nous proposons un modèle que nous croyons bon (page 565). Mais il sera loisible à chacun d'y ajouter ce qu'il croira utile et d'en retrancher ce qu'il considérera comme superflu. Nous nous dispenserons de rapporter ici tous les modèles qui nous ont été communiqués. Il nous faudrait y consacrer une cinquantaine de pages, et le lecteur n'en retirerait, croyons-nous, aucun profit véritable. Une fiche uniforme ne saurait convenir à tous les âges. La physiologie de l'enfance, si particulière, par suite de la prédominance du mouvement d'assimilation sur celui de la désassimilation, et en raison des actes de la croissance, exige un modèle de fiche spécial pour l'enfant.

Nous reproduisons ici celle que nous a communiquée Latarjet. Elle s'applique à l'enfance et à l'adolescence (p. 566-570).



N° d'ordre dans le grand livre.....

COURS D'ÉDUCATION

PHYSIQUE, GYMNASTIQUE ET MORALE,

(Mention non imprimée sur les)

Dirigé par M. AMOROS (Francisco), ancien Colonel, Directeur de l'Institut Pédotechnique et Précepteur d'un Infant en Espagne, Gymnasiarque à Paris, naturalisé Français.

Notes relatives à Mignet (Adhémar) Élève de l'Institut d'éducation physique de la Seine royale

tirées du registre du Gymnase le 30 septembre 1821

Lieu de naissance..... Douai

Age..... 21 ans 6 mois.

Conformation du corps..... Bonne.

Tempérament..... Sanguin.

Santé..... Bonne.

Couleur du visage..... Blême.

Couleur des yeux..... Bleue.

Couleur des cheveux..... Bleu.

Figure..... Ovale.

Caractère..... Bon.

Inclination pour les exercices..... Grande.

Disposition pour le chant..... Bonne sans taille.

Stature..... ..... Mètre.

Poids du corps..... ..... Kilogr.

FORCES.

	Avant l'éducation	Après l'éducation
Pression des mains.....	155	
Force des reins.....	360.	
Force de traction.....	320.	
Impulsion du poing droit.....	225.	Kil.
Impulsion du poing gauche.....	190.	
Pression avec les deux mains.....	270.	
Pression de la poitrine.....	285.	
Force pour supporter.....	324.	

Amoros.

MOYENNE mesurée. | MOYENNE supposée. | Mètres. | Kilogr.

Résumé des rapports faits par MM. les Inspecteurs, les Gymnarques et les Professeurs sur les progrès des élèves, dans les cours hebdomadaires de cette division.

Conduite pendant les exercices..... Très bonne.

Cours théoriques, compris de toutes les connaissances élémentaires relatives à notre organisation, aux mouvements, à la Physiologie, à l'hygiène.....

Chant, Musique..... Bien.

Art de se présenter et de marcher..... Bien.

Art de courir..... Médiocre.

Art de sauter..... Très bien.

Art de monter et de grimper..... Médiocre.

Art des équilibres..... Bien.

Art de supporter des poids..... Très bien.

Art de lutter (?)..... Extrêmement vigoureux.

Spéléologie, et Art de nager..... Ne peut prendre l'élève.

Art de nager et de plonger..... Idem le Gymnase n'a pas encore l'élève.

Art de glisser et de ramper..... Sans exercice.

Art de l'équitation et de l'équilibre..... Médiocre.

Art de danser..... Inconnu.

Art des armes..... Inconnu.

Dispositions plus ou moins heureuses pour les exercices.

De force..... Très grande.

D'adresse..... Médiocre.

D'agilité..... Médiocre.

De vélocité..... Médiocre.

D'industrie..... Grande.

De vigueur..... Très grande.

Prix obtenus, ou Nominations qu'il a méritées, lorsqu'elles supposent, ou lui ont donné occasion, ou ils jugent dans les exercices..... Il a reçu plusieurs prix dans l'Institut en temps de la table, et pour prix de la course.

Influence morale, ou exercée sur les autres de ses élèves, et Art des intelligences..... Son exemple les beaucoup plus fort que les paroles. Il reçoit mieux que les autres les conseils de la force, il est plus social plus énergique, il est plus porté vers la gloire.

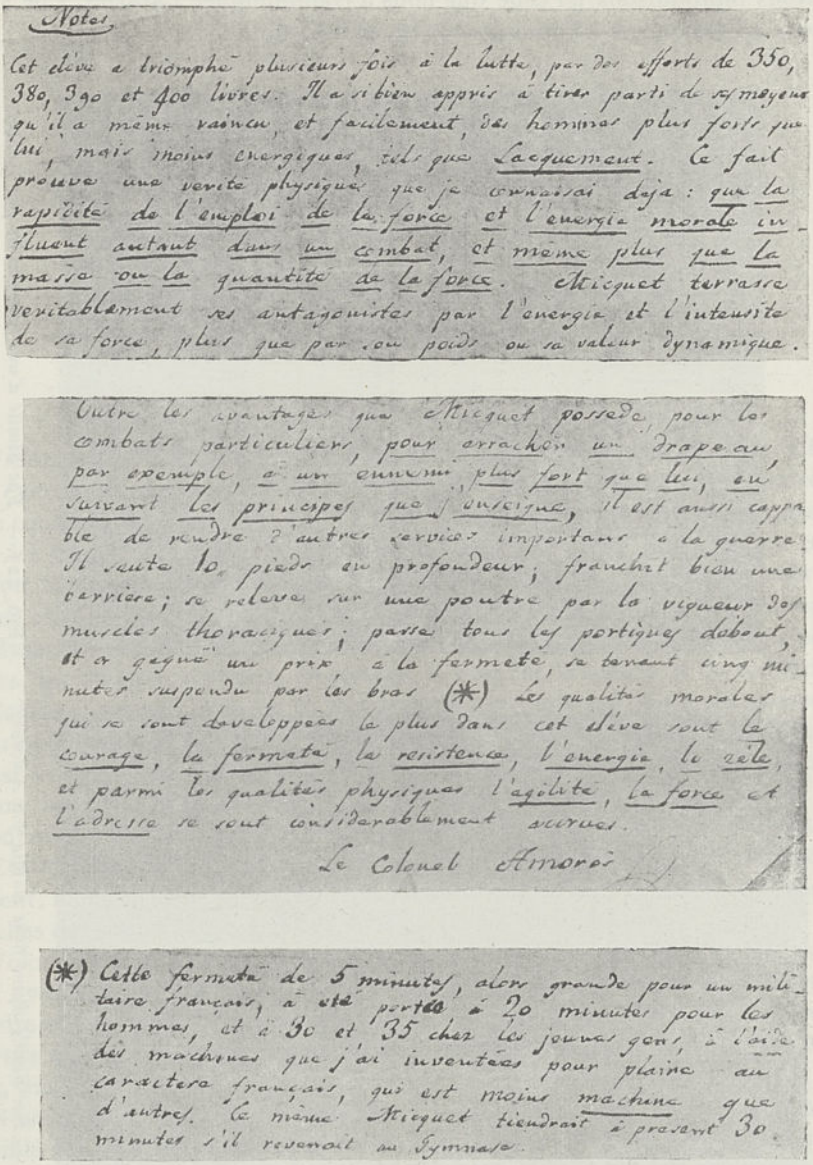
PARIS, le 30 sept. 1821.

Cl. Amoros, Inspecteur général de l'instruction.

FIG. 222. — *Fac-Similé d'une fiche établie par Amoros.*

FIG. 223. — *Fac-Similé d'une fiche établie par Amoros.*

Il faudrait une fiche physiologique pour l'athlète, avec indication des performances ; une autre pour l'homme jeune qui s'exerce par hygiène sans participer aux compétitions des concours, — c'est celle dont nous



Notes.

Cet élève a triomphé plusieurs fois à la lutte, par des efforts de 350, 380, 390 et 400 livres. Il a si bien appris à tirer parti de ses moyens qu'il a même vaincu, et facilement, des hommes plus forts que lui, mais moins énergiques, tels que Lacquement. Ce fait prouve une vérité physique que je connaissai déjà : que la rapidité de l'emploi de la force et l'énergie morale influent autant dans un combat, et même plus que la masse ou la quantité de la force. Micquet terrasse véritablement ses antagonistes par l'énergie et l'intensité de sa force, plus que par son poids ou sa valeur dynamique.

Outre les avantages que Micquet possède pour les combats particuliers, pour arracher un drapeau par exemple, à un ennemi plus fort que lui, en suivant les principes que j'enseigne, il est aussi capable de rendre d'autres services importants à la guerre. Il saute 10 pieds en profondeur, franchit bien une barrière ; se relève sur une poutre par la vigueur des muscles thoraciques ; passe tous les portiques debout, et a gagné un prix à la fermeté, se tenant cinq minutes suspendu par les bras (*). Les qualités morales qui se sont développées le plus dans cet élève sont le courage, la fermeté, la résistance, l'énergie, le zèle, et parmi les qualités physiques l'agilité, la force et l'adresse se sont considérablement accrues.

Le Colonel Amoros

(*) Cette fermeté de 5 minutes, alors grande pour un militaire français, a été portée à 20 minutes pour les hommes, et à 30 et 35 chez les jeunes gens, à l'aide des machines que j'ai inventées pour plaire au caractère français, qui est moins machine que d'autres. Le même Micquet tiendrait à présent 30 minutes s'il revenait au Gymnase.

FIG. 224. — *Fac-similé d'un autographe d'Amoros. Appréciation portée sur le fusilier Micquet, élève du gymnase d'Amoros.*

donnons ci-après le modèle (p. 565), — une autre, enfin, pour l'homme ayant dépassé la quarantaine et où une place plus grande serait faite aux investigations un peu spéciales portant sur l'analyse du sang et des urines.

MODÈLE DE FICHE PHYSIOLOGIQUE DE L'AUTEUR (Homme jeune).

NOM ..... DATE .....

AGE ..... LIEU DE NAISSANCE .....

	A l'arrivée	3e mois	5e mois	9e mois
Taille.... Debout.....				
Taille.... Hauteur du buste.....				
Taille.... Longueur des membres inférieurs.....				
Coefficient thoracique (moyenne : 0,53) = tronc / taille				
Poids.....				
Segment anthropométrique (moyenne : 3,9). = poids (exprimé en kilos) / taille (exprimée en décimètres)....				
Périmètre thoracique. Inspiration maxima				
Périmètre thoracique. Expiration maxima.....				
Périmètre thoracique. Elasticité thoracique (différence)				
Indice de robusticité = [taille — (poids + périmètre)] (Pignet)..				
Spirométrie (capacité vitale)				
Coefficient pulmonaire (moyenne : 0,06) = capacité vitale / poids				
Débit respiratoire (masque manométrique). Inspiration : Débit buccal				
Débit respiratoire (masque manométrique). Inspiration : — nasal.....				
Débit respiratoire (masque manométrique). Expiration : Débit buccal				
Débit respiratoire (masque manométrique). Expiration : — nasal.....				
Recherche du maximum d'apnée				
Rythme respiratoire. Nombre des mouvements respiratoires au repos.				
Rythme respiratoire. Nombre des mouvements respiratoires après 400 m. de pas gymnastique.....				
Rythme respiratoire. Temps mis pour revenir au calme.				
Rythme circulatoire. Nombre des pulsations au repos				
Rythme circulatoire. — après 400 mètres de pas gymnastique.				
Rythme circulatoire. Temps mis pour revenir au calme.....				
Urines ..... Albumine et sucre.....				
Urines ..... Quantité en 24 heures				
Performances. 100 mètres.....				
Performances. 1.500 mètres.....				
Performances. Saut en longueur.....				
Performances. Grimper à la corde.....				
Performances. Lancer du boulet.....				
Performances. Natation (50 mètres en nage libre).....				
Force musculaire. Pression des fléchisseurs de l'avant-bras droit.				
Force musculaire. Extension des masses musculaires dorso-lombaires.....				
Particularités que fait ressortir l'examen médical (antécédents pathologiques).....				
Particularités morphologiques				
Caractère.....				
Tendances sportives. Spécialisation.....				

FICHE DE L'INSTITUT D'EDUCATION PHYSIQUE
DE L'UNIVERSITÉ DE LYON (Enfance et Adolescence).

Groupement .....

Nom .....

Adresse .....

Sports pratiqués .....

FICHE BIOMÉTRIQUE.

Cette fiche biométrique doit être établie par l'instituteur ou l'institutrice, par le professeur d'éducation physique ou par le moniteur sportif. Ce n'est pas une fiche médicale ; elle a pour objet d'établir quelques mesures capables de donner des renseignements précis sur la croissance et la valeur physique du sujet. Il est nécessaire qu'elle soit tenue régulièrement à jour, au moins deux fois par an, au début et à la fin de l'année.

ÉTABLISSEMENT DE LA FICHE BIOMÉTRIQUE.

1° *Taille debout.* — La taille est prise pieds nus, talons touchant le mur, menton ramené vers le cou. La taille assis se prend du siège au sommet de la tête.

2° *Poids.* — Le poids doit être pris à la même heure, loin des repas, sur la même bascule, avec les mêmes habits, ou de préférence nu.

3° *Colonne vertébrale.* — Droite ; déviée latéralement (scolioses) ; ensellure ; examiner l'enfant torse nu, dans l'attitude du soldat sans armes ; vérifier la rectitude avec le fil à plomb, descendant sur la ligne médiane, appuyé sur la protubérance occipitale externe facile à sentir. Si déviation, adresser l'enfant au médecin.

4° *Périmètre thoracique. Périmètre abdominal.* — *P. th.* : se prend au niveau de l'appendice xyphoïde ; *P. abd.* : se prend au niveau de l'ombilic. Placer le mètre bien horizontalement ; inscrire les chiffres obtenus au moment de l'inspiration et de l'expiration maxima ; le périmètre thoracique indique l'élasticité du thorax, le périmètre abdominal mesure le jeu du diaphragme.

5° *Spirométrie.* — Mesure la quantité d'air contenue dans le poumon, *capacité vitale.* Faire inspirer à fond le sujet, puis expirer à fond dans le spiromètre uniquement avec la bouche. Il est inutile d'habituer le sujet à cette manœuvre avant de prendre la mesure définitive. (Faire serrer les narines avec les doigts au moment de l'expiration). Stériliser par flambage le tube de verre du spiromètre pour chaque enfant, ou fournir un tube par chaque enfant.

6° *Epreuve du pouls.* — Consiste à étudier les réactions du rythme cardiaque après un effort. Prendre le pouls du sujet au repos plusieurs fois de suite pour éliminer les erreurs. Le sujet fait sur place du pas gymnastique, en fléchissant les jambes à angle droit sur les cuisses au rythme de deux pas par seconde. *Au bout d'une minute*, arrêter l'épreuve, noter immédiatement le chiffre des pulsations. Le noter 3 minutes après. Si le rythme du repos n'est pas encore revenu, reprendre le pouls à la cinquième minute. Si l'accélération persiste montrer l'enfant au médecin.

7° *Perméabilité nasale.* — Faire moucher l'individu, puis faire exécuter en position debout 20 mouvements respiratoires, d'abord par les deux narines, puis par une seule, en fermant l'autre avec un doigt sans forte pression. Plusieurs cas peuvent se présenter : *a*) le sujet exécute toutes les épreuves (bonne perméabilité) ;

b) d'autres peuvent faire les 20 respirations avec les narines, mais non avec une seule ; *c*) d'autres enfin ne peuvent faire avec les deux narines qu'un petit nombre de respirations. Faire examiner médicalement les sujets des deux dernières catégories.

8° *Audition.* — Eloigner progressivement de l'oreille examinée une montre. Noter la distance maxima perçue. Examiner les deux oreilles. Cet examen fournit des renseignements sur l'organe de l'ouïe et sur l'état du pharynx nasal (Pharyngite, Végétations adénoïdes).

9° *Vision.* — Mesurer la vision de chaque œil séparément. Utiliser l'échelle optométrique de Monnoyer. Le chiffre placé au-dessus des plus petits caractères que le sujet pourra lire à 5 mètres de distance donnera la mesure de l'acuité visuelle.

10° *Dynamométrie.* — Mesurer : *a*) la force de la main : serrer au maximum l'appareil avec la main ; *b*) la force des muscles scapulaires : tirer avec les deux mains suivant le grand axe du dynamomètre à l'aide de baguettes de bois placées à l'extrémité du cadre ; *c*) la force des muscles lombaires : fixer l'appareil au plancher à l'aide d'un piton, faire tirer en passant un manche en bois à l'extrémité libre observer que la gradation des mesures de pression (force de la main) et celle de traction (muscles scapulaires et muscles lombaires) sont différentes : sur le dynamomètre de Colin l'échelle traction est inscrite au bord du cadran.

Instruments nécessaires pour pratiquer l'examen.

1° *Taille.* — Toise ou double mètre fixé au mur et une équerre.

2° *Poids.* — Bascule juste et suffisamment sensible.

3° *Colonne vertébrale.* — Fil à plomb, crayon dermographique pour tracer la ligne des apophyses épineuses.

4° *Périmètre.* — Un ruban métrique de couturière, en toile inextensible de préférence.

5° *Spirométrie.* — Spiromètre de Verdin ou spiromètre de la maison Boulitte (Paris). Il est possible de réaliser à bon marché un spiromètre, en utilisant une bonbonne ou une bouteille à large goulot de 5 litres, graduée extérieurement par une bande de papier où sont marqués des repères tous les dixièmes de litre. Placer le récipient, goulot en bas, sur une cuvette d'eau et distante de 1 ou 2 centimètres du fond de la cuvette grâce à un support métallique, de façon à pouvoir y amener l'air à l'aide d'un tube coudé.

6° *Epreuve du pouls.* — Montre avec aiguilles à secondes.

7° *Perméabilité nasale.* — Aucun appareil.

8° *Audition.* — Une montre est suffisante (de préférence toujours la même).

9° *Vision.* — Echelle optométrique de Monnoyer.

10° *Dynamométrie.* — Dynamomètre modèle Colin.

11° *Examen des Uurines.* — Recueillir les urines jusqu'à mi-hauteur d'un tube à essai propre, verser doucement quelques gouttes d'acide azotique le long des parois du tube. Observer s'il se produit un disque blanc laiteux à la partie inférieure du tube entre l'acide et l'urine.

12° *Indices.* — Se servir des mensurations précédentes et établir :

a) *L'indice de Mayet* :

$$\text{Taille (en cm.)} - \left[\text{Poids (en kg.)} + \frac{\text{Périmètre Insp.} + \text{Périmètre Exp.}}{2}\right]$$

1948 191 Dr Maurice BOICET

MESURES BIOMÉTRIQUES

Date des examens.....						
Taille debout..... Taille assis ..... Poids.....						
Colonne vertébrale : Droite ou déviée. (Barrer l'indication inexacte)						
Périmètre thoracique xyphoïdien : Inspiration..... Expiration ..... Périmètre abdominal : Inspiration..... Expiration. ..... Spirométrie (C. V.).....						
Numération du pouls : Au repos assis..... Tout de suite après une minute de pas gymnastique sur place au rythme de 2 pas par seconde.... 3 minutes après..... 5 minutes après						
Mouvements respiratoires : Au repos assis..... Tout de suite après une minute de pas gymnastique sur place au rythme de 2 pas par seconde..... 3 minutes après ..... 5 minutes après..						
Perméabilité nasale { 2 narines..... Narine droite ..... Narine gauche.....						
Audition : Montre perçue { Oreille droite..... Oreille gauche						
Vision { Œil droit ..... Œil gauche						
Dynamométrie : Main ..... Muscles scapulaires ..... Muscles lombaires						
Urines (albumine).....						
Indice de robusticité : *Indice de Pignet :* Taille — (Poids + Pr. th. moyen).. (en cm.) (en kg.) (en cm.) *Rapport de Spehl :* C. V. (en cc.) × P. (en kg.) / Taille (en cm.)						

PERFORMANCES

MINIME					
Dates					
VITESSE : 30, 40, 60 mètres					
SAUT... Hauteur					
SAUT... Longueur					
LANCER : Balles de 90 grammes					
POIDS : 2 kgr., 4 kgr.					
NATATION					

JUNIOR					SENIOR				
Dates					*Dates*				
Vitesse 80					Vitesse 100				
1/2 fond 1200					Vit. pr. 100				
Haies 83					1/2 fond 1500				
Poids 5 kg					Fond 3000				
Disque					Haies 110				
Saut					Poids 7 kg. 250.				
Hauteur					Disque				
Longueur					Saut				
Natation					Hauteur				
					Longueur				
					Natation				

GYMNASTIQUE CORRECTIVE ET D'ASSOUPLISSEMENT

Dates				
Attitude générale				
Fixation des épaules				
Extension des membres supérieurs à la verticale en position droite				
Souplesse des épaules (ailes de moulin, grands cercles)				
Projection des membres inférieurs en avant, tous les segments étant en extension, le corps en position verticale				
Prendre l'angulation à angle droit comme moyenne				
Projection des membres inférieurs latéralement				
Projection des membres inférieurs en arrière				
Flexion des jambes, tronc à la verticale, talons ne quittant pas le sol				
Flexion du tronc, en position verticale (talons joints, membres inférieurs en rectitude, paume des mains regardant le sol)				
Même mouvement en position horizontale				
Extension en arrière de la colonne vertébrale en position verticale				

L'indice de Mayet est en moyenne de 32 à 5 ans, de 38 à 7 ans, de 42 à 9 ans, de 43,5 à 11 ans, de 41 à 13 ans, de 35 à 15 ans, de 32 à 16 ans, de 26 à 18 ans, de 25 à 19 ans, de 23,5 à 20 ans.

b) *Rapport de Spehl* : Il établit une relation intéressante entre la capacité vitale, le poids et la taille. Il s'exprime de la façon suivante :

$$\frac{\text{Capacité vitale (en cc.)} \times \text{poids (en kg.)}}{\text{Taille (en cm.)}}$$

Il donne les variations suivantes :

A 7 ans ..	160	A 17 ans .	939	A 19 ans....	1.143
A 13 ans....	479	A 18 ans...	1.030	A 20 ans....	1.204
A 16 ans....	759				

Il croît de 50, puis de 40 par an entre 7 et 12 ans ; de 87 entre 12 et 13 ans ; de 100 par an, environ, entre 13 et 16 ans ; de 100 puis de 60 entre 17 et 20 ans.

Dans l'ensemble de ces mensurations ou rapports, la capacité vitale, qui augmente toujours avec l'âge, croît plus que le poids jusqu'à 12 ans, et moins que lui après cet âge, ces deux valeurs ayant toujours une augmentation plus forte que la taille.

13° *Capacité respiratoire moyenne aux différents âges.* — La taille plus que l'âge sera prise en considération avant de conclure à une insuffisance respiratoire.

6 ans (1 m. 11) : 1 litre 20 ; 7 ans (1 m. 19) : 1 l. 30 ; 8 ans (1 m. 21) : 1 l. 45 ; 9 ans (1 m. 29) : 1 l. 65 ; 10 ans (1 m. 35) : 1 l. 77 ; 11 ans (1 m. 39) : 1 l. 90 ; 12 ans (1 m. 41) ; 2 l. 20 ; 13 ans (1 m. 49) : 2 l. 25 ; 14 ans (1 m. 55) : 2 l. 50 ; 15 ans (1 m. 59) : 2 l. 75 ; taille de 1 m. 62 à 1 m. 65 : 3 l. 200 ; t. de 1 m. 65 à 1 m. 67 : 3 l. 300 ; t. de 1 m. 67 à 1 m. 70 : 3 l. 500, etc. ; de 1 m. 80 : 4 l. La C. V. augmente jusqu'à 24 ans.

GYMNASTIQUE CORRECTIVE ET D'ASSOUPLISSEMENT.

Les appréciations pourront être évaluées de 0 à 20. Ce ne sont pas des performances ; elles n'ont donc de valeur que si elles sont données par le même professeur. La notation est arbitraire ; elle permet simplement au professeur de suivre les progrès. Le nombre des mouvements est complet ; le professeur d'éducation physique ne doit considérer les titres que comme une indication de l'importance que l'on doit attacher à la correction des mouvements et au développement de la souplesse articulaire dans les différents segments.

BARÈMES DE PERFORMANCES.

Pour classer les élèves d'après leur habileté aux exercices corporels, i est commode de disposer de barèmes. Mais il faut remarquer qu'il en est de ces barèmes comme des fiches physiologiques.

Il doit être établi des notations distinctes pour l'enfant, pour l'adolescent, pour l'homme jeune non adonné à l'athlétisme et pour l'athlète. Le barème qui est reproduit ci-après a été établi par nous, en vue de noter les performances accomplies entre la dix-huitième et la vingt-cinquième année par des jeunes hommes peu ou moyennement entraînés aux exercices.

Nous avons délibérément supprimé la notation de 0 à 7 pour ne point

décourager par des notes inférieures les sujets moins aptes, c'est-à-dire ceux qui ont précisément le plus grand besoin d'exercice et qu'il faut surtout se garder de rebuter.

BARÈME DE NOTATION ET DE CLASSEMENT (18 ans).

NOTATION	100 mètres sans pointes	1.000 mètres	SAUT en hauteur avec élan	SAUT en longueur avec élan	LANCER (moyenne des deux bras)	GRIMPER	50 MÈTRES nage libre
7	15″ et plus	4′ et plus	1 m. 20 et moins	4 m. 10 et moins	5 m. 50 et moins	2 rétablissements.	2′ et plus
8	14″ 3/5	3′ 45″	1 m. 25	4 m. 30	5 m. 80	—	1′ 55″
9	14″	3′ 40″	1 m. 30	4 m. 50	6 m. 10	—	1′ 40″
10	13″ 4/5	3′ 35″	1 m. 34	4 m. 70	6 m. 40	3 + 4 m. 50	1′ 30″
11	13″ 3/5	3′ 30″	1 m. 38	4 m. 90	6 m. 70	3 + 5 m.	1′ 25″
12	13″ 2/5	3′ 25″	1 m. 42	5 m. 05	7 m.	3 + 6 m.	1′ 20″
13	13″ 1/5	3′ 20″	1 m. 46	5 m. 20	7 m. 30	3 + 7 m.	1′ 15″
14	13″	3′ 15″	1 m. 50	5 m. 35	7 m. 60	3 + 7 m. 50	1′ 10″
15	12″ 4/5	3′ 10″	1 m. 53	5 m. 50	7 m. 80	3 + 8 m.	1′ 5″
16	12″ 3/5	3′ 5″	1 m. 56	5 m. 65	7 m. 95	3 + 8 m. 50	60″
17	12″ 2/5	3′	1 m. 58	5 m. 75	8 m. 05	3 + 9 m.	55″
18	12″ 1/5	2′ 58″	1 m. 59	5 m. 80	8 m. 10	3 + 9 m. 25	50″
19	12″ et moins	2′ 57″ et moins	1 m. 60 et plus	5 m. 82 et plus	8 m. 15 et plus	3 + 9 m. 50 et plus.	45″ et moins

Performances moyennes. — En Suède, en Norvège et en Finlande, les adolescents passent un certificat d'aptitude tout à fait analogue au certificat d'études primaires.

Voici ce qui leur est demandé pour l'obtention de ce diplôme :

100 mètres	Temps maximum.	13 sec.
400 mètres	— —	65 sec.
1.500 mètres	— —	5 min. 16 sec.
Saut en hauteur avec élan		1 m. 35
Saut en longueur avec élan.....		4 m. 75
Lancer du poids de 7 kg. 250.....		8 m. 80
Lancer du disque		22 m.
Lancer du javelot		27 m. 50

Si l'on accomplit ces 5 performances une fois, on obtient une médaille de bronze.

Si on les accomplit pendant 4 années consécutives, on obtient une médaille d'argent.

Enfin une médaille d'or est décernée à qui les accomplit pendant huit années de suite.

Voici les performances moyennes que nous proposons d'adopter dans les concours destinés aux élèves des écoles.

Pour les élèves de 13 ans.

Course de 50 mètres en 9 secondes.
Saut en hauteur (0 m. 90) (3 essais).
Saut en longueur (3 m. 25) (3 essais).
Porter un poids de 5 kg. sur la tête avec interposition d'un mouchoir (10 mètres aller — demi-tour — 10 mètres retour).
Grimper à 4 mètres aux cordes jumelles.
Lancer 6 balles (4 main gauche, 2 main droite) sur une cible de 1 mètre de diamètre, placée à 8 mètres.
Equilibre sur une poutre placée à 1 mètre du sol, — chaque jambe utilisée séparément pendant 5 secondes.

Pour les élèves de 16 ans.

Course de 60 mètres, en 9 secondes.
Course de 800 mètres, en 3 minutes 30 secondes.
Saut en hauteur avec élan (1 m. 10).
Saut en longueur avec élan (4 m.).
Lever une fois et maintenir au-dessus de la tête une barre de fer de 15 kg. pendant 3 secondes.
1 rétablissement à la barre fixe.
Grimper 3 mètres corde lisse.
Lancer le boulet de 5 kg. à 6 mètres de chaque bras.

Pour les élèves de 18 ans.

Course de 100 mètres en 14 secondes.
Course de 1.000 mètres en 3 min. 30 secondes.
Saut en hauteur avec élan (1 m. 25).
Saut en longueur avec élan (4 m. 50).
2 rétablissements à la barre fixe (sur une jambe, par renversement sur les avant-bras, alternatif, sur les poignets).
Grimper, 4 m. 50 de corde.
Lancer 7 kg. à 6 mètres de la moins bonne main.
Lever, porter 30 kg. à 2 mains sur la tête pendant 10 mètres et retour.
Natation : 100 mètres en 2 min. 30 secondes.

Pour les jeunes filles de 16 ans.

Course de 80 mètres en 16 secondes.
Saut en hauteur avec élan (80 centimètres).
Grimper aux cordes jumelles à 5 mètres en 27 secondes.
Lancer d'adresse 5 balles du bras droit et 5 balles du bras gauche, sur une cible carrée de 2 mètres de côté, placée sur le sol à 15 mètres de distance. Balle de 100 gr. environ.

Barème de décompte des points pour les concours d'athlétisme. — Voici un barème destiné à évaluer les performances d'une compétition comportant de nombreuses épreuves et à classer des sportifs entraînés.

POINTS	100 MÈTRES	SAUT en hauteur avec élan	1.500 MÈTRES plat	LEVER de la gueuse	SAUT en longueur avec élan	LANCER du poids (2 bras)	LANCER de la grenade	200 MÈTRES haies	GRIMPER à la corde	100 MÈTRES nage libre
1	15″	1m06	6′ 30	1 fois	3m55	11m10	20m50	40″4	2 m.	2′ 39″
2		07	28	2	60	20	21	3		38
3		08	26	3	65	30	21 50	2	2 50	37
4	14″ 4	09	24	4	3 70	40	22	1		36
5		1 10	22	5	75	50	22 50	40		35
6		11	6 20		3 80	60	23	39 4		34
7		12	18	6	85	70	23 50	3	3	33
8	14″ 3	13	16		3 90	80	24	2		32
9		14	14	7	95	90	24 50	1		31
10		1 15	12		4 00	12 00	25	39	3 50	2 30
11		16	6 10	8	05	10	25 50	38 4		29
12	14″ 2	17	08		10	20	26	3		28
13		18	06	9	15	30	26 50	2		27
14		19	04		20	40	27	1	4	26
15		1 20	02	10	4 25	50	27 50	38		25
16	14″ 1	21	6 00		30	60	28	37 4		24
17		22	5 58	11	35	70	28 50	3	4 50	23
18		23	56		40	80	29	2		22
19		24	54	12	45	90	29 50	1		21
20	14″	1 25	52		4 50	13 00	30	37		2 20
21		26	5 50	13	55	10	30 50	36 4	5	19
22		27	48		60	20	31	3		18
23		28	46	14	65	30	31 50	2		17
24	13″ 4	29	44		70	40	32	1	5 50	16
25		1 30	42	15	4 75	50	32 50	36		15
26		31	5 40		80	60	33	35 4		14
27		32	38	16	85	70	33 50	3		13
28	13″ 3	33	36		90	80	34	2	6	12
29		34	34	17	95	90	34 50	1		11
30		1 35	32		5 00	14 00	35	35		2 10
31		36	5 30	18	05	10	35 50	34 4	6 50	09
32	13″ 2	37	28		10	20	36	3		08
33		38	26	19	15	30	36 50	2		07
34		39	24		20	40	37	1		06
35		1 40	22	20	5 25	50	37 50	34	7	05
36	13″ 1	41	5 20		30	60	38	33 4		04
37		42	18	21	35	70	38 50	3		03
38		43	16		40	80	39	2	7 50	02
39		44	14	22	45	90	39 50	1		01
40	13″	1 45	12		5 50	15 00	40	33		2 00
41		46	5 10	23	55	10	40 50	32 4		1 59
42		47	08		60	20	41	3	8	58
43		48	06	24	65	30	41 50	2		75
44	12″ 4	49	04		70	40	42	1		56
45		1m50	02	25	5m75	50	42 50	32	8 50	55
46		51	5 00		80	60	43	31 4		54
47		52	4 58	26	85	70	43 50	3		53
48	12″ 3	53	56		90	80	44	2		52
49		54	54	27	95	90	44 50	1	9	51

POINTS	100 MÈTRES	SAUT en hauteur avec élan	1.500 MÈTRES plat	LEVER de la gueuse	SAUT en longueur avec élan	LANCER du poids (2 bras)	LANCER de la grenade	200 MÈTRES haies	GRIMPER à la corde	100 MÈTRES nage libre
50		1m55	52		6m00	16m00	45m	31″		1′50″
51			4′50	28	02	10	45 50			49
52	12″ 2	56	48		04	20	46	30 4	9m50	48
53			46	29	06	30	46 50			47
54		57	44		08	40	47	3		46
55			42	30	6 10	50	47 50			45
56	12″ 1	58	4 40		12	60	48	2	10	44
57			38	31	14	70	48 50			43
58		59	36		16	80	49	1		42
59			34	32	18	90	49 50			41
60	12″	1 60	32		6 20	17 00	50	30	10 50	1 40
61			4 31	33	22	20	50 50			39
62		61	30		24	40	51	29 4		38
63			29	34	26	60	51 50			37
64		62	28		28	80	52	29 3		36
65			27	35	6 30	18 00	52 50		11	35
66		63	26		32	20	53	29 2		34
67			4 25	36	34	40	53 50			33
68	11″ 4	64	24		36	60	54	29 1		32
69			23	37	38	80	54 50		11 50	31
70		1 65	22		6 40	19 00	55	29		1 30
71				38	42	20	55 50			29
72		66	21		44	40	56	28 4		28
73				39	46	60	56 50		12	27
74		67	20		48	80	57	28 3		26
75				40	6 50	20 00	57 50			25
76	11″ 3	68	19		52	20	58	28 2		24
77				41	54	40	58 50		12 50	23
78		69	18		56	60	59	28 1		22
79				42	58	80	59 50			21
80		1 70	17		6 60	21 00	60	28		1 20
81				43	62	20	60 50		13	
82		71	16		64	40	61	27 4		19
83				44	66	60	61 50			
84	11″ 2	72	15		68	80	62	27 3		18
85				45	6 70	22 00	62 50		13 50	
86		73	14		71	20	63	27 2		17
87				46	72	40	63 50			
88		74	13		73	60	64	27 1		16
89				47	74	80	64 50		14	
90		1 75	12		6 75	23 00	65	27		15
91				48	76	20	65 50			
92	11″ 1	76	11		77	40	66	26 4		14
93				49	78	60	66 50		14 50	
94		77	10		79	80	67	26 3		13
95				50	6 80	24 00	67 50			
96		78	08		81	20	68	26 2		12
97				51	82	40	68 50			
98		79	07		83	60	69	26 1		11
99					84	80	69 50			
100	11″	1 80	4 06	52	6 85	25 00	70	26	15	1 10

Voici, à titre d'exemple, les points qui, d'après ce barème, seraient accordés aux performances suivantes :

Course de 100 mètres accomplie en 11'' 4/5.....	68	points
Saut en hauteur de 1 m. 64	68	—
Course de 1.500 mètres accomplie en 5'01'' 1/5....	45	—
Lever de la gueuse 6 fois	7	—
Saut en longueur de 6 m. 45	72	—
Lancer du poids à 18 m. 38 (total des deux mains).	66	—
Course de 200 mètres haies en 29''4/5.....	62	—
Grimper avec les bras seuls à 7 m. 50	38	—
100 mètres nage en 2'10'' 2/5.....	29	—
Lancer de grenade à 44 m. 56.....	49	—
Total des points	504	

L'exemple du 1.500 mètres, du saut en longueur, du poids, etc., montre qu'il faut toujours décerner la cote inférieure à une performance intermédiaire.

CHAPITRE XXII

STADES. — TERRAINS DE JEUX ET D'EXERCICES. PARCS POUR ENFANTS

Nécessité des pratiques sportives. — *Soi desporter* est une vieille locution du xve siècle. Elle était synonyme de *faire des sports* et nous est revenue d'outre-Manche après y être allée de chez nous. Dans l'éducation de Gargantua, Rabelais fait une part importante aux exercices physiques. Tandis que Ponocratès instruit son élève ès lettres grecques et latines, sciences mathématiques et autres, « un jeune gentilhomme de Touraine, nommé l'escuyer Gymnaste, lui montrait l'art de la chevalerie, et cet art c'est à la fois l'équitation, la chasse, la natation, le tir et la gymnastique proprement dite ».

Les jeunes gens entraînés aux différents sports sont manifestement préparés à la vivacité et à l'initiative. Nous n'avons pas en vue la formation de sujets d'une puissance physique exceptionnelle, mais d'individualités équilibrées. Si la pensée grecque et la pensée latine sont demeurées si longtemps vivantes et ont survécu pendant vingt siècles, à travers des bouleversements inouïs, c'est parce que la vigueur de la production intellectuelle de l'antiquité était exceptionnellement puissante. Elle trouvait son support naturel dans un équilibre organique parfait.

Parmi les professionnels de l'athlétisme, on rencontre beaucoup d'hommes aux muscles hypertrophiés qui n'ont d'athlètes que le nom et sont de véritables déséquilibrés fonctionnels. Ce n'est pas là un état physique désirable ; il résulte d'un entraînement excessif dans un sens déterminé. Le but auquel il nous faut parvenir est d'élever nos enfants dans une énergique éducation corporelle. Ce qu'il faut aux jeunes gens, ce n'est pas l'hypertrophie des muscles, c'est l'adresse, la souplesse, l'agilité, l'audace, la grâce et l'élégance, qui sont les éléments d'un équilibre parfait. Tout le monde ne peut pas être beau comme les jeunes hommes de marbre du Parthénon, mais tout le monde peut acquérir, s'il le veut, cette plénitude d'un épanouissement naturel que donne l'exercice d'une vie physique bien ordonnée.

Nous sommes de ceux qui croient que la santé physique d'un pays dépend de la création de stades ou de collèges des sports et d'un peu d'initiative et de bonne volonté. Les exercices, jeux et sports de plein air sont indispensables, non seulement à la croissance normale des adolescents, mais à leur formation intellectuelle et morale. La pratique des sports comporte des résultats hygié-

niques et moraux ; elle détourne la jeunesse des dangers de la vie inoccupée ; elle est un dérivatif précieux par quoi se dépense l'excès de sa vitalité ; elle la prépare à la vie pratique, faite d'efforts. Par les expériences répétées, par les leçons de choses journalières qui se dégagent des pratiques sportives, celles-ci deviennent une école d'ordre et de raison. *Une forte éducation physique doublée d'une forte culture intellectuelle, voilà la formule.*

L'initiative et l'activité dans les jeux sont des symptômes d'indépendance et d'intelligence. Sous le matérialisme apparent des fêtes du muscle, se cache la recherche du prestige éclatant du beau. Le sport marque le retour à une nature embellie par la pureté de la forme. Il aboutit au modelage de la matière évoluant vers la perfection organique.

« La première condition, la condition indispensable pour réussir dans la vie, est d'être un bon animal », disait brutalement Emerson, et sa pensée peut être complétée par celle-ci d'Herbert Spencer : «... et la première condition de la prospérité nationale, c'est que la nation soit formée de bons animaux ».

Le sort de notre race ne tient pas, comme on l'a dit, dans une méthode d'éducation rigide, qu'on appliquerait indistinctement à tous les Français. Il tient, nous le croyons, dans une méthode d'éducation éclectique assez variée et assez riche dans ses ressources, pour se prêter aux besoins divers de chaque organisme et de chaque âge.

ORGANISATION DES STADES ET DES TERRAINS DE JEUX. — Où appliquer cette méthode éclectique d'éducation physique ?

Au grand air, dans des espaces libres pourvus des appareils nécessaires. Dans une installation complète, les habitués et les élèves doivent pouvoir bénéficier du quadruple bienfait de l'exercice sous toutes les formes, de l'aération, de la balnéation et de l'ensoleillement. Le collège d'athlètes de Reims était un modèle du genre. Mais, pendant longtemps encore, de semblables installations demeureront exceptionnelles car, pour être réalisées, elles réclament, à défaut de l'intervention de l'Etat, celle de mécènes intelligents et bienfaisants.

Il serait souhaitable :

1° Que chaque école possédât un matériel minimum indispensable pour les exercices corporels ; car on ne peut faire quelque chose avec rien ;

2° Que chaque canton eût son terrain de jeu. Les Anglais ont le *Common* (communal), grande pelouse entourée d'arbres ;

3° Que chaque sous-préfecture disposât d'un stade ;

4° Que chaque préfecture eût un collège de sports ;

Du chef-lieu de canton à la préfecture, l'organisation irait se complétant et se perfectionnant, les grandes installations étant réservées aux villes importantes.

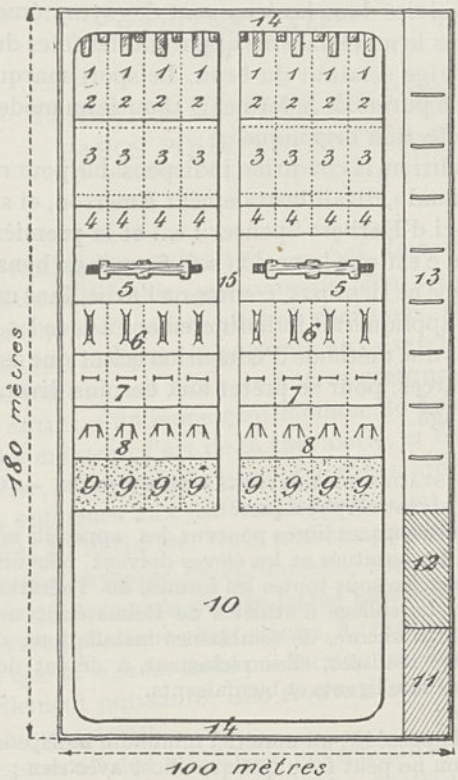
L'argent nécessaire à ces organismes affluera, lorsque les apôtres de l'éducation physique voudront bien se donner la peine de montrer au peuple que les enfants de France ont besoin de grand air et d'exercice. Les parents seront prêts à apporter leur obole à l'œuvre commune et à soutenir les municipalités, lorsqu'ils sauront que leurs enfants se fortifieront, seront plus beaux, deviendront, en un mot, meilleurs.

Le terrain doit être plat. La forme importe peu, pourvu que les dimensions n'en soient pas trop restreintes. Cependant, si on a le choix, on adoptera la forme carrée ou rectangulaire (fig. 225 et 226).

Le sol peut être celui d'une prairie sans aspérités. Les régions humides, peu perméables, seront évitées. Il faut rechercher les endroits où les eaux filtrent rapidement. La piste de course sera, autant que possible, constituée par de la terre battue

recouverte d'une couche mince de sable, de mâchefer ou de gravier très fin. Sau poudrée de sable de mer, elle aura l'avantage de sécher très rapidement après la pluie.

Les dimensions à donner au terrain varieront, depuis celles d'une cour d'école jusqu'à celles d'un grand stade couvrant plusieurs hectares. Beaucoup de cours de casernes, de champs de manœuvres, de places publiques sont utilisables et peuvent être transformés à très peu de frais, en terrains d'exercices physiques.



IG. 225. — *Terrain d'éducation physique pour de nombreux sujets travaillant ensemble* (d'après un plan du *Guide pratique d'éducation physique* de G. HÉBERT).

1, sautoirs. — 2, espaces libres pour les sauts avec élan. — 3, emplacements pour les exercices du lancer. — 4, emplacements pour les levers. — 5, escalade (mâts, portiques, échafaudages, murailles, échelles, plates-formes superposées). — 6, poutres horizontales pour les exercices d'équilibre, les sauts avec appui des mains. — 7, barres fixes. — 8, cordes verticales, inclinées et en chaînettes. — 9, arènes pour la lutte, la boxe. — 10, espace libre pour le travail collectif. — 11, vestiaire et douches. — 12, abris, hangars, bureaux, salle de réunion. — 13, piste d'obstacles. — 14, piste pour les coureurs de fond. — 15, piste droite pour les courses de vitesse.

Amoros a tracé le dessin du gymnase idéal, tel qu'il le concevait. Nous en donnons la reproduction et l'analyse. Cet établissement devait être édifié sur un emplacement de Paris, voisin du Gros-Caillou. Nos installations contemporaines paraissent, par certains côtés, bien sommaires si on les compare au projet d'Amoros (fig. 227).

Un collège des sports complet, tel que nous le concevons aujourd'hui, devrait comprendre (fig. 228 et 229) :

1° Une *piste* qui pourra être de forme rectangulaire à angles arrondis, circulaire, ovalaire ou ovoïde. Si la piste est rectangulaire, le rayon de la courbe décrite par ses angles arrondis ne doit pas être inférieur à 30 mètres. Si l'on ne tient pas compte de cette donnée, les coureurs ne pourront pas aborder franchement ces angles sans risquer des glissades et des chutes. Il est difficile d'établir une véritable piste pour les courses de fond qui ait moins de 400 mètres. La piste de 500 mètres est la plus commune. On peut en établir de plus longues, si l'on dispose de la place nécessaire. La piste formée de deux lignes droites et de deux seuls grands virages est le type adopté dans les grands stades du monde entier.

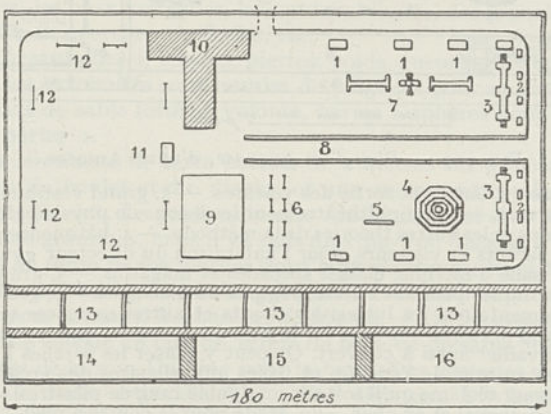


FIG. 226. — *Terrain d'éducation physique pour de nombreux sujets travaillant ensemble* (d'après un plan du *Guide pratique d'éducation physique* de G. HÉBERT).

1, 1, 1, sautoirs. — 2, 2, escabeaux pour les sauts en profondeur. — 3, portiques de 8 mètres supportant 12 cordes lisses. — 4, pavillon d'escalade composé de cinq plates-formes superposées. — 5, muraille d'escalade de 6 mètres de hauteur. — 6, barres fixes. — 7, appareils pour escalade, portiques, mâture. — 8, piste droite pour les courses de vitesse. — 9, arènes pour les luttes. — 10, hangars et vestiaires ; cordes le long de la muraille. — 11, plate-forme de surveillance et de commandement. — 12, barres de suspension et sautoirs. — 13, 13, piste d'obstacles variés. — 14, emplacement pour les exercices du lever. — 15, emplacement pour les exercices du lancer. — 16, emplacement avec cibles pour le lancer des objets légers.

2° Une *piste droite* pour les courses de vitesse. Elle se confondra avec la piste précédente, si celle-ci se développe en ligne droite au moins sur 100 mètres en l'une des portions.

Le tracé des pistes peut être très simplement déterminé par un jalonnement de piquets reliés ou non par des cordes. Les distances y seront indiquées de 50 en 50 mètres. Largeur des pistes : 5 à 9 mètres.

3° Des *sautoirs* qui seront représentés par une aire de 10 mètres de long sur 5 mètres de large, garnie, sur une épaisseur d'au moins 20 centimèrtes de sable, de tan, de sciure de bois ou de liège pulvérisé. Le sable est préférable. La sciure de bois, très hygrométrique, s'imprègne d'eau rapidement, se durcit et nécessite un brassage fréquent. Deux piquets gradués en centimètres sont dressés de chaque côté de l'entrée du sautoir. Une corde élastique est tendue entre eux. Elle représente l'obstacle à franchir, et la lecture de la graduation des piquets indique la hauteur de la corde.

Pour les sauts en profondeur, on peut utiliser, comme départ, une échelle, un escabeau, un mur à gradins latéraux construit sur un des grands côtés du sautoir (fig. 228 et 229).

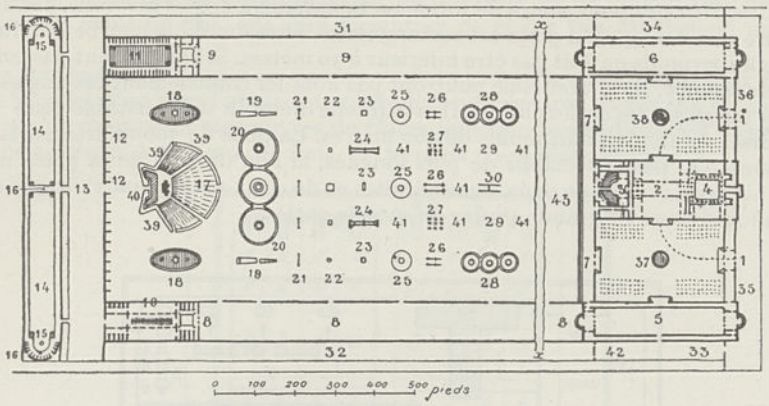


FIG. 227. — *Plan d'un gymnase*, d'après Amoros.

Explication du plan : 1, entrée et sortie des voitures. — 2, grand vestibule pour descendre de voiture à couvert. — 3, amphithéâtre pour les leçons de physiologie, de chant, pour les démonstrations et les autres théories de la méthode. — 4, bâtiments pour la réception des élèves, des parents et visiteurs, pour l'habitation du directeur gymnasiarque, pour les professeurs; salle d'escrime, classes spéciales et magasins. — 5, grande salle pour les exercices gymnastiques pendant l'hiver, remplie de machines. — 6, grande salle pour les mouvements élémentaires, les luttes, les chants et autres exercices faits par les élèves réunis. — 7, grand portique donnant sur le parc du gymnase, que les anciens appelaient xystes, pour travailler aussi à couvert. On peut y placer les perches à suspension tout autour, adossées au mur de l'édifice, et fixées aux pilastres des arcades au moyen de potences. Sa largeur réclame qu'il soit sur un double rang de pilastres. — 8, hippodrome pour les courses à cheval et en char. — 9, stade pour la course à pied. — 10, écuries, remises et dépendances. — 11, bassin pour la natation l'hiver, pouvant prendre l'eau chaude d'une des pompes du Gros-Caillou. — 12, vingt-deux jeux de balle au mur, et au milieu la porte de passage au nº 13. — 13, grand jeu de longue paume et du ballon. — 14, bassin pour la natation pendant l'été. — 15, mâts de navires avec tous leurs agrès pour enseigner les manœuvres maritimes des grands vaisseaux de l'Etat. — 16, cabinets pour se déshabiller, et, au milieu du bassin, un point pour les chutes sur l'eau. — 17, montagne de la Gloire, divisée en trois plans inclinés, à différents degrés, et un côté vertical ou à pic. Cette montagne doit avoir 100 pieds de hauteur, et un puits ou mine dans son axe ; surmontée d'une tour pour les escalades par cordes et échelles. Un front fortifié sera adossé à la partie inférieure de l'escarpement. — 18, fossés pour sauter en largeur, l'un pour les hommes, l'autre pour les animaux. — 19, deux bassins encore, pour les exercices de la marine, mâts gréés à voiles latines ; canots garnis d'avirons pour apprendre à ramer en cadence. — 20, manège découvert ou grande chaîne gymnastique. Une statue sera placée au milieu du cercle du centre, sur un piédestal de 10 pieds au moins d'élévation. Dans le centre de deux autres cercles, on pourrait placer deux colonnes, sur l'une desquelles on inscrirait les noms des élèves qui remporteraient les prix annuels de vertu et sur l'autre les noms des personnes qui auraient contribué à fonder l'établissement. — 21, série de portiques, depuis les plus petits : nº 1 qui aura sept pieds d'élévation et servira aux petits enfants, jusqu'au plus grand qui se trouvera au milieu nº 13 et qui aura 16 pieds de hauteur. Le nº 2 aura 10 pieds ; nº 4, 14 pieds ; nº 5, 12 pieds. — 22, série de mâts verticaux, connus sous le nom de « mâts de Cocagne », mais formés de quatre mâts chacun. Un de ces groupes de mâts aura 20 pieds de hauteur, l'autre 25, et les trois suivants, 50, 40 et 30 pieds, en sorte que le plus grand de tous se trouvera au milieu. — 23, échelles à sauter en profondeur et à franchir la rivière, de trois grandeurs différentes, de 9 à 12, 15 pieds. — 24, plans inclinés doubles et simples. — 25, trois cercles de piquets et de pierres, d'une difficulté progressive et plus ou moins élevés et rapprochés pour les trois classes principales des élèves. — 26, mâts de voltige doubles afin que chaque classe d'élèves trouve une proportion de grandeur et de forme qui lui convienne et que l'on puisse les établir, les uns pour franchir les barrières, les autres pour servir comme ponts volants. — 27, barres parallèles de plusieurs grandeurs différentes, fixes, mobiles. — 28, chaînes gymnastiques comme celles déjà connues. — 29, places pour 2 octogones, l'un le plus grand pour les hommes, l'autre pour les enfants. — 30, pont élastique. — 31, tir du fusil. — 32, tir à la flèche. — 33, tir au javelot. — 34, tir au pistolet. — 35, vestiaires militaires dans les édifices. — 37, cours et fontaines pour les militaires. — 38, cours et fontaines pour les civils. — 39, fossé profond et inégal, rempli de difficultés et obstacles, au bas

4° Un *espace libre* pour les grands jeux et les exercices d'ensemble. Il peut être encadré dans la piste et ne demande qu'une délimitation. Si l'on veut jouer au football, il aura une longueur minima de 90 mètres et une largeur minima de 45 mètres. Si l'on dispose d'assez de place, on lui donnera une longueur maxima de 120 mètres et une largeur de 90 mètres.

5° Des *appareils de suspension* tels que : barre fixe, anneaux, trapèze, barres parallèles. Il importe qu'au-dessous d'eux il existe une aire sablée de 0 m. 20 d'épaisseur.

6° Des *appareils à grimper*, représentés par des cordes lisses d'un diamètre de 0 m. 04 à 0 m. 05, les unes verticales, les autres obliques, des planches inclinées, des échelles, des mâts, des perches verticales, etc.

7° Des *objets pesants divers*, tels que pierres, poids, gueuses de fonte de 5 à 20 kilogrammes, dont les extrémités sont munies de poignées pour en faciliter la préhension, haltères, sacs de sable lestés à volonté, barres à sphères pour les exercices du « lever » et du « porter ».

8° *Deux aires circulaires* de terre battue, de 2 mètres sur 3 mètres de diamètre pour le « lancer » du boulet et du disque, et une autre rectangulaire, de 6 mètres pour le lancer du javelot. Le poids ordinaire du boulet est de 7 kg. 250, celui du disque est de 1.800 grammes, mais il va sans dire que l'on disposera pour les adolescents de sphères de fonte moins lourdes dont le poids commencera à 1 kg. 500 et de disques plus petits et plus légers pesant 450 grammes et au delà.

9° Des *arènes pour la lutte et les exercices de défense*. — On les installe en recouvrant le sol d'une épaisse couche de tan, de sciure de bois ou de sable que maintient une bordure de mottes de gazon. Un *ring* pour la boxe. Des *obstacles mobiles* (barrières, poutre horizontale, haies artificielles), que l'on disposera à volonté sur les pistes, permettront la pratique des courses d'obstacles.

Des *aires de terre battue* seront, en outre, ménagées dans des endroits convenables pour le *tennis* et la *longue paume*.

Un stand et une butte de tir seront établis le long d'un des grands côtés du stade. Enfin, on pourra fort utilement réserver quelque part dans l'espace libre un emplacement pour l'*escrime*, un autre, rectangulaire, de 15 à 22 mètres de longueur sur 9 à 10 m. 50 de largeur pour le *volley-ball* et un troisième de 20 à 27 mètres de longueur sur 10 à 15 mètres de largeur pour le *basket-ball*, jeux de ballon d'importation américaine, très efficaces pour redresser la taille de nos adolescents et leur donner du coup d'œil et de la promptitude. Ils sont absolument sans danger pour les joueurs.

Si l'on dispose d'un espace suffisant, une zone sera réservée aux exercices de *terrassement* qui sont parmi les meilleurs qu'un homme puisse accomplir, passée la quarantaine.

Chaque fois que le stade pourra être installé en bordure d'une rivière, on l'y placera. Cette disposition permettra des exercices de *natation* pendant l'été et aussi le sport de l'*aviron*. La rive du cours d'eau sera munie d'échelles et son fond dragué et débarrassé des objets qui pourraient s'y trouver : objets tranchants, etc. Un jalonnement, réalisé à l'aide de piquets et de cordes, délimitera l'espace dans lequel devront se maintenir les élèves ne sachant pas nager.

Si l'eau fait défaut dans le voisinage, il conviendra de prévoir une canalisation, alimentant largement une *salle de douches* comprenant les lavabos, une douche en jet chaude et froide et une douche en pluie également chaude et froide.

Enfin, une *piscine*, close de toutes parts, et alimentée hiver comme été en eau

---

de la montagne n° 17. — 40, front fortifié pour les assauts. — 41, endroit pour placer les chevaux de voltige et autres machines ou instruments. — 42, place pour divers amusements pour occuper les parents des élèves et les exercer agréablement.

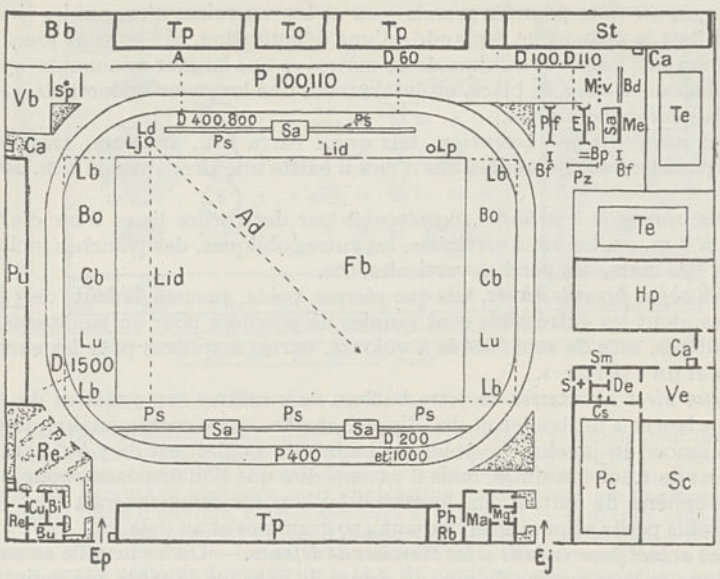


FIG. 228. — *Plan d'un stade moderne de* 200 *m.* × 150 *m.* (d'après de Bellefon).

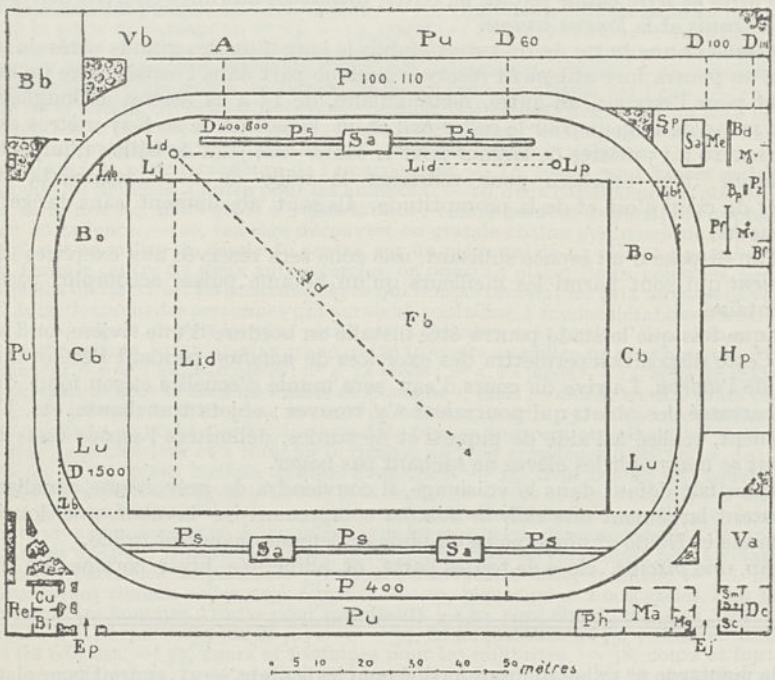


FIG. 229. — Plan d'un stade moderne de 160 × 130 m. (d'après de Bellefon).

chaude complètera l'installation (fig. 230). Un *vestiaire* sera adossé au local des douches ou à celui de la piscine.

Des locaux annexes comprendront :

Un hangar de 10 mètres sur 10 pour abriter les élèves lorsqu'il fait mauvais temps ;

Un *magasin* pour le matériel ;

Un *logis* situé à l'entrée du stade pour le gardien qui sera en même temps chargé de gérer le buffet ;

Un *bureau*, également voisin de l'entrée ;

Une *salle de massage et de secours médicaux* pour les cas d'urgence ;

Un *petit laboratoire* contenant des *appareils de mensuration* (toise, bascule, spiromètre, oscillomètre, dynamomètres), des *appareils enregistreurs* du pouls, de la respiration, de la contraction musculaire, etc., enfin le matériel *d'analyses chimiques* nécessaire pour procéder aux analyses élémentaires de sang et d'urine ;

Un lieu de réunion pour les élèves auquel sera annexé un buffet ;

Des urinoirs et des water-closets.

Un stade de ce genre représente une installation à peu près complète, permettant de soumettre de nombreux élèves à toutes les formes de la culture physique.

Si l'espace est restreint, ou irrégulier, on utilisera le mieux possible les ressources que présentent le terrain et les constructions avoisinantes, pour installer les barres de suspension, les cordes et, en général, tous les appareils du « grimper ». Un organisateur ingénieux installera toujours son terrain d'une manière commode et économique, rendant possible l'exécution d'une séance de travail complète. Quelles que soient la forme et les dimensions du terrain dont il dispose et si minimes que puissent être ses ressources, il commencera par procéder aux installations les plus nécessaires que l'on peut considérer comme indispensables :

Une piste pour les courses ;

Des sautoirs ;

Des appareils pour se suspendre et grimper ;

Des fardeaux pour le lever.

Il faut tirer parti du premier espace libre venu, quand cela est nécessaire pour faire travailler les élèves. Avec de l'ingéniosité, un champ, une prairie, une cour d'école peuvent être immédiatement changés en terrains d'exercice. Les arbres seront utilisés pour le « grimper ». On fixera les cordes aux branches ; des pierres de grosseur et de poids convenables serviront pour le « lever » et pour le « lancer » ; les fossés et les talus seront enfin les obstacles mis à profit pour le saut. Tous les jeux pourront y être pratiqués.

Légende explicative pour les figures 228 et 229.

A, arrivée. — *Ad*, axe du lancer de disque. — *Bb*, basket-ball. — *Bd*, barres doubles. — *Bf*, barre fixe. — *Bi*, bibliothèque. — *Bo*, boxe. — *Bp*, barres parallèles. — *Bu*, bureau. — *Ca*, cabinets. — *Cs*, chambre de sudation. — *Cu*, cuisine. — *D*60, départ du 60 mètres. — *D*100, départ du 100 mètres. — *D*110, départ du 110 mètres haies. — *D*200, départ du 200 mètres. — *D*400, départ du 400 mètres. — *D*800, départ du 800 mètres. — *D*1.000, départ du mille mètres. — *D*1.500, départ du 1.500 mètres. — *Dc*, douches chaudes. — *Eh*, échelle horizontale. — *Ej*, entrée des joueurs. — *Ep*, entrée du public. — *F*, foot-ball. — *Hp*, hangar contre la pluie. — *Lb*, ligne de ballon mort. — *Ld*, lancer du disque. — *Lid*, limites du lancer du disque. — *Lj*, lancer du javelot. — *Lp*, lancer du poids. — *Lu*, lutte. — *Ma*, matériel. — *Me*, mur escalade. — *Mg*, maison de garde. — *Mv*, mât vertical. — *P*100, piste de 100 mètres. — *P*110, piste de 110 mètres haies. — *P*400, piste de 400 mètres (1° ligne de piste de 90 m. ; 2° lignes droites de 25 m. ; 3° quart de circonférence de 130 m. de rayon). — *Pc*, piscine chauffée. — *Pf*, portique français. — *Ph*, poids haltères. — *Ps*, piste de saut. — *Pu*, public. — *Pz*, poudre horizontale. — *Rb*, ring de boxe. — *Re*, restaurant. — *Sa*, sautoir. — *Sc*, salle de chauffe. — *Sm*, salle de massage. — *Sp*, spirobole. — *St*, stand. — *Sp*, salle de pansement. — *Te*, tennis. — *To*, tribune officielle. — *Tp*, tribune du public. — *Vb*, volley-ball. — *Va*, vestiaire.

Emplacement des stades et des terrains de jeux. — Les stades et les collèges de sports situés à l'intérieur des centres habités sont mal placés. Ils doivent être organisés autant que possible à la périphérie des villes, de manière à réunir à la fois les avantages de la ville et ceux de la campagne. On a agi de la sorte pour les hôpitaux, les maisons d'aliénés, les asiles de vieillards ; il faut agir de même pour les terrains de sports.

Ces derniers pourront être avantageusement bordés d'arbres ou situés à la lisière d'un bois qui donnera de l'ombre et de la fraîcheur l'été. La dé-

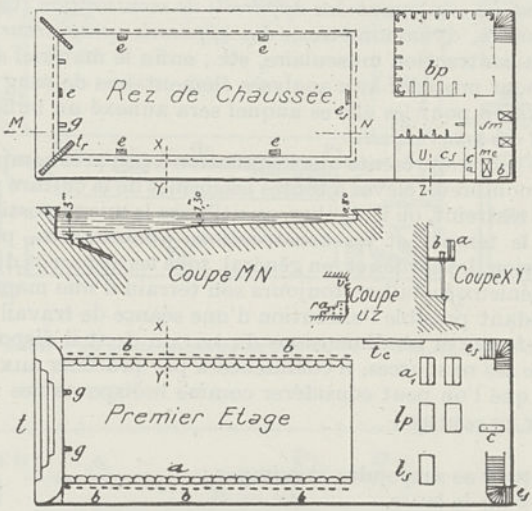


Fig. 230. — *Piscine.*

a, armoires. — *ab*, armoires des abonnés. — *b*, bancs. — *bp*, bains de pieds. — *c*, caisse. — *cs*, chambre de sudation. — *ca*, cabinet. — *e*, échelles. — *es*, escaliers. — *g*, girafe. — *Lp*, linge propre. — *ls*, linge sale. — *me*, massage sous l'eau. — *ra*, radiateur. — *sm*, salle à manger. — *t*, tribunes. — *tc*, tableau des clefs. — *td*, tonneaux-douches. — *tr*, tremplin. — *v*, ventilation. — Dimensions : 33 m. × 14 m. — Profondeur : 0 m. 80, 1 m. 30, 3 mètres.

pense de premier établissement est variable. Elle est très élevée si l'on veut réaliser une installation luxueuse. Dans beaucoup de cas, on utilisera une portion de champ de courses, à la condition qu'il ne soit pas, comme en certaines villes, riverain d'un fleuve et inondé en hiver.

L'étendue d'un terrain fixe, aménagé en stade, variera de 2 à 10 hectares. Son entretien n'exige que des dépenses insignifiantes : faucher l'herbe de temps à autre, apporter quelques tombereaux de sable aux appareils de gymnase, réparer les obstacles, tailler les haies, réparer et entretenir les appareils.

En esquissant l'ordonnance générale d'un collège de sports, on évitera de tomber dans une imitation servile des gymnases grecs ou des thermes romains. Nous ne sommes pas sous le ciel d'Athènes ou de Rome. Il faut tenir compte des progrès accomplis, des mœurs et des conditions climatiques spéciales à notre pays. Les péristyles de marbre deviendront un hangar couvert ; le

stade et les xystes se transformeront en piste plate et en piste d'obstacles. On peut réaliser le nécessaire en restant dans une stricte économie.

Les Américains ont eu la précaution de ménager au milieu de leurs villes quelques espaces plantés d'arbres où s'ébattent les enfants. A Boston, à Chicago, à Baltimore, à Philadelphie, à Pittsburg, etc., les terrains de jeux se sont multipliés, organisés. Une association, la *Playground Association*, guidée par des hommes éminents et surtout agissants, rend des services inappréciables au monde des écoliers et des écolières. Dans la séance de clôture du second Congrès des Associations américaines pour la création de terrains de jeux, M. Woods Hutchinson s'exprimait ainsi, en présence des autorités de la ville de New York : « Plutôt un terrain de jeu sans école qu'une école sans terrain de jeu ! » Cette phrase n'est pas une boutade. Elle est l'expression même de la vérité telle que la conçoit un Américain moderne. Sans être aussi absolus, nous pouvons nous inspirer d'une telle manière de voir pour améliorer les conditions de l'exercice dans nos écoles.

A l'heure actuelle, toutes les grandes villes ont leur stade. Londres a le stade de Wembley situé au nord-ouest de la ville et qui peut contenir 160.000 spectateurs ainsi répartis : dans les tribunes couvertes, 45.000 tous assis ; sur les banquettes de touche 20.000, sur les gradins remblayés en terre et sur les gradins en ciment 95.000. De toutes les gares de Londres et des faubourgs, on peut y accéder en un laps de temps qui varie de quelques minutes à une demi-heure. Une route de 20 mètres de large entoure le stade dans lequel on peut pénétrer par 92 entrées. Les vestiaires peuvent recevoir 1.000 athlètes qui disposent chacun d'une cabine séparée avec bains, douches et piscine. La piste circulaire mesure un quart de mille (402 mètres). Enfin, grâce à un tunnel qui passe sous les gradins et les terrasses, on a pu construire une piste droite de 220 yards (200 mètres).

Paris a le stade de Colombes et quelques autres, de moindre importance. Rome et Berlin, avant la seconde guerre mondiale, avaient, à l'occasion des jeux olympiques donnés dans ces villes, construit des stades plus grands et plus luxueux que ceux de Wembley et de Colombes. Le stade Masaryck, de Prague, comprend 250.000 places et permet les exercices de masses des Sokols (30.000 exécutants).

Ces créations démontrent l'importance que les jeux du stade ressuscités ont prise dans la vie populaire contemporaine.

Parcs pour enfants. — Les conditions de la vie moderne, l'existence fiévreuse dans les villes, l'intensité du trafic couvrant les rues et les routes de nuages de poussière, l'alimentation souvent défectueuse, la surcharge des programmes scolaires et l'augmentation du temps de classe aux dépens de certaines heures qui devraient être consacrées à l'exercice, ont posé des problèmes nouveaux dont nos pères n'avaient point souci.

Il n'en est pas de plus important pour la santé et l'avenir de la race que la manière d'élever les enfants. Pendant les années où l'organisme se développe et est particulièrement délicat, nos fils sont trop souvent placés dans

les meilleures conditions pour devenir malingres, et plus tard tuberculeux.

S'il n'est pas en notre pouvoir de changer les conditions de la vie moderne, du moins, pouvons-nous tenter d'en atténuer et d'en combattre les pernicieux effets.

Dans ce but, en de nombreux endroits, on a organisé des espaces libres, permettant aux enfants de s'ébattre en liberté et de se livrer librement à une cure d'air et d'exercice.

Les sujets qui bénéficient le plus de telles organisations sont, en particulier, de petits citadins qui, sans être à proprement parler malades, se trouvent débilités par le séjour dans l'air confiné des villes ou par une existence sédentaire ne convenant ni à leur constitution ni à leur tempérament. Nombre d'entre eux sont de souche arthritique et portent déjà les stigmates cardinaux de cette diathèse.

Pour être efficace, une cure de ce genre doit être au moins de troisou quatre semaines. Ces délais représentent un minimum, dans l'immense majorité des cas, pour amorcer les transformations organiques qui mettront fin à un état maladif, enrayeront les lésions qui débutent et rendront aux fonctions maîtresses leur plénitude.

L'époque idéale pour une cure de ce genre est comprise entre les mois de mai et d'octobre, en raison de la nécessité d'exercer le plus possible les enfants au grand air.

Le Parc des Enfants de Vittel, un modèle du genre, a deux hectares. Il est attenant au grand parc de l'établissement thermal, il est entièrement et exclusivement réservé aux enfants et aux adolescents jusqu'à l'âge de 15 ans. Il comporte de vastes pelouses et des emplacements de jeux pour tous les âges, depuis le tas de sable dans une large et élégante corbeille pour les tout petits, jusqu'aux jeux et agrès de gymnastique pour les adolescents, des esplanades, des stands divers, des courts de tennis, une piste réservée spécialement aux bicyclettes, des plates-bandes fleuries, un théâtre de verdure, un grand parquet pour bal d'enfants, sous les ombrages. Cet ensemble est clos de toutes parts et l'accès en est défendu aux adultes, sauf, bien entendu, aux parents qui désirent accompagner leurs enfants à l'intérieur du Parc et assister à leurs exercices et à leurs jeux.

A l'extrémité de ce grand axe est un vaste bâtiment comportant un pavillon central flanqué de deux pavillons-hangars, surbaissés latéralement, de manière à protéger leurs abords immédiats contre la pluie ou le rayonnement solaire trop intense des chaudes après-midi d'août.

Le pavillon central abrite un hall, le cabinet de la directrice, la salle d'examen et de repos, et, au besoin, de pansement, une cuisine, des salles de douche, des vestiaires et des lavabos, des resserres pour les jouets et les agrès.

Sous les pavillons-hangars latéraux, entièrement ouverts face au sud-ouest, sont installés un théâtre de guignol, des jeux divers, un fronton de pelote basque pour enfants, des chaises et des bancs pour le repos.

Le service en est assuré par une surveillante-infirmière, secondée par un moniteur et une monitrice de culture physique et des aides.

TABLE DES MATIÈRES

MASSON ET Cie, Éditeurs
Libraires de l'Académie de Médecine
120, Boulevard St-Germain, à Paris
Dépôt légal n° 701 : 1er trim. 1948
MARCA REGISTRADA

Société Française d'Imprimerie
et de Librairie
et Imp. Marc Texier réunies
Poitiers
C. O. L. 31.0873

Imprimé en France

5e ÉDITION