

RECHERCHES
SUR LE MÉCANISME DE LA PIGMENTATION,

PAR

PAUL CARNOT,

Licencié ès-sciences physiques et naturelles,
Interne des hôpitaux de Paris,

Préparateur du laboratoire de pathologie générale à la Faculté de Médecine.

Planches I-II.

INTRODUCTION

L'étude de la pigmentation a déjà suscité un nombre immense de travaux, dont quelques-uns sont de premier ordre ; et cependant, bien peu de points en sont complètement éclaircis. Cela tient à la difficulté du sujet et à la complexité des faits.

Si nous abordons, à notre tour, un sujet hérissé de tant d'obstacles, c'est qu'il nous a semblé trouver plusieurs méthodes capables de donner expérimentalement certains résultats.

Notre étude comprendra deux parties :

1° Une *première partie* est consacrée à l'anatomie : partant de l'élément anatomique le plus simple, le granule, nous étudions, ensuite, la cellule pigmentaire. Nous énumérons, alors, les principaux résultats histologiques auxquels nous ont amené nos recherches personnelles, tant par les méthodes déjà connues que par celles qui nous sont propres (greffes, injections, réactifs physiologiques des chromoblastes).

2° La *deuxième partie*, anatomo-physiologique, comprendra l'étude du mécanisme de la pigmentation. De même que, successivement, nous avons étudié le granule, la cellule pigmentaire, les nerfs colorateurs, de même étudierons-nous successivement :

a) *L'influence du granule* (et nous y parviendrons surtout par la technique nouvelle des injections de granules pigmentaires) ;

ε) *L'influence de la cellule* (et nous appliquerons à cette étude la méthode des greffes pigmentées, qui isole, pour ainsi dire, la cellule des autres facteurs si complexes de la pigmentation);

γ) Enfin, *l'influence des nerfs*, et, par la méthode de certains réactifs physiologiques nouveaux du chromoblaste, nous pourrions dissocier deux sortes de nerfs chromatoteurs : les constricteurs et les dilatateurs.

Nous eussions aimé faire un autre chapitre pour traiter de *l'influence des organes* sur la pigmentation : nous avons pu reconnaître, en effet, certaines influences : celles des capsules surrénales, du foie, des organes lymphoïdes.

Mais nos recherches, sur ce point, sont encore trop incomplètes pour nous permettre de les coordonner. Peut-être pourrions-nous reprendre, bientôt cette intéressante question.

Avant d'aborder notre sujet, qu'il nous soit permis d'adresser, en cette place, nos remerciements à deux savants qui, pour une large part, ont contribué à la genèse de ce travail :

M. CH. BOUCHARD, dont les études sur la pellagre et sur maint autre sujet ont éclairé le rôle physiologique de la pigmentation, à qui nous devons beaucoup, et dont nous sommes l'élève reconnaissant et dévoué.

M. GIARD, qui, lui aussi, s'est beaucoup occupé des questions de coloration et de mimétisme, qui a encouragé, de ses conseils, nos recherches à leur début et nous en a facilité l'exécution.

I.

LE COLORANT.

L'étude de la chimie du pigment rencontre des difficultés considérables. Nous avons affaire à des corps complexes, souvent en évolution, et dont une infime proportion suffit à colorer un tissu ou un liquide de nature essentiellement compliquée et variable.

Cette étude est encombrée d'une foule de travaux tendant, les uns à individualiser, les autres à identifier certains colorants. Pour l'un ou l'autre but, on manque de bases certaines. Nous ne nous attarderons donc guère à l'étude chimique de notre sujet, et nous n'en

dirons quelques mots que pour nous mettre en garde contre des entités ou des distinctions arbitraires.

Deux familles se distinguent nettement (1) :

L'une est celle des pigments clairs, *des lipochromes* ; l'autre, celle des pigments foncés.

Les lipochromes ont certains caractères nets :

1° *Couleur* claire, jaune en général, comprise entre le vert et le rouge.

2° *Solubilité* dans l'éther, l'alcool, le chloroforme, la benzine, les matières grasses (solutions jaunes) ; dans le sulfure de carbone (solutions rouges).

3° *Action des acides* ; ils transportent les tons vers la partie la plus réfrangible du spectre (l'acide sulfurique colore les solutions en bleu ; l'acide nitrique colore les solutions en vert ; l'iode agit de même.

4° *Décoloration* progressive à la lumière.

5° *Spectre* remarquable par l'éclat du rouge, du jaune, et du vert ; les radiations les plus réfrangibles sont absorbées. Les solutions étendues donnent trois bandes dans le bleu, indigo, violet. Puis le spectre s'illumine en laissant finalement deux bandes, l'une vers F, l'autre entre F et G. TUDICHUM a, du reste, noté les différences de positions de ces bandes, suivant le dissolvant.

Le type de la famille est la *lutéine*.

L'ovario-lutéine s'extrait des corps jaunes de la vache (HOLM, PICCOLO et LIEBEN, etc.), par le chloroforme ou l'éther.

Le *jaune d'œuf* contient une lutéine que l'on peut préparer par saponification de l'extrait éthéré.

Nous nous en sommes servis, préparée de la manière suivante, pour l'injecter aux animaux : l'extrait éthéré étant toxique, quelle que forte que soit la concentration, nous avons mélangé l'extrait éthéré à de la vaseline liquide et laissé évaporer l'éther. La vaseline se

(1) Cette classification est, évidemment, schématique et artificielle : elle est bonne, tout au plus, pour les pigments des animaux supérieurs. On trouve, chez les animaux inférieurs des synthèses extrêmement curieuses reproduisant des types chimiques très différents (dérivés de l'aniline (*Aplysia*), etc.).

colore progressivement en jaune en abandonnant un dépôt ; on filtre ; on a ainsi un liquide clair, très beau, sans danger au point de vue des injections sous-cutanées. Notons que la vaseline, en contact direct avec le jaune d'œuf ne se colore pas ; la dissolution est empêchée par une enveloppe, ou simplement une atmosphère grasseuse, que l'éther dissout.

Nous avons préparé de même, pour le même but, différentes lutéines extraites des *graisses*, des *capsules surrénales*, des *corps jaunes* de la grenouille.

Le sérum contient un colorant jaune considéré par HAMMARSTEN chez le cheval comme de la bilirubine, par MAC MUNN chez le mouton comme de la choleteline (ex. spectroscopique). TUDICUM, POPPE SEYLER en ont fait une lutéine (ex. spectroscopique). KRUKENBERG (87)* également (séparation par l'alcool amylique), le rapproche du pigment cutané du *Triton cristatus*. De même du sérum de certains oiseaux (HALLIBURTON). Les *gouttes grasseuses* de la rétine semblent s'y rattacher (CAPRANICA) ; elles se décolorent à la lumière, elles sont incolores chez les animaux à graisse incolore (lapin, KUHNE) (83).

Peut-être le pourpre rétinien (qu'il dérive ou non de ces gouttes grasseuses), est-il à rapprocher des lipochromes ; il pousse à l'extrême un des caractères familiaux ; la décoloration à la lumière.

Enfin à la classe des lipochromes se rattachent différents corps ; la tétronérythrine de Wurm, extraite du liseré rouge des yeux du faisán) assimilée à la *zoonérythrine* de KRUKENBERG, corps très répandu dans les enveloppes et la peau d'animaux inférieurs. Elle aussi se décolore par oxydation à la lumière.

Le dichroïsme habituel aux lipochromes devient un caractère essentiel ; la couleur jaune sous certaines incidences devient bleu sous certaines autres, les acides déplacent la coloration du jaune au bleu.

Inversement, la chaleur (écrevisse, homard) fait passer le pigment du bleu au rouge : la crésote agit de même (POUCHET) (122).

Nous citerons seulement les autres corps chimiques, plus ou moins incertains, appartenant à la famille des lipochromes.

* Les chiffres en caractères gras et entre parenthèses renvoient à l'index bibliographique, page 74.

Pour KRUKENBERG et MEYER, les pigments des oiseaux dérivent tous de la fuscine (coriosulfurine); tels la psittacofulvine; la combinaison de ces couleurs constitue différentes teintes.

D'autres colorants sont à rapprocher de la carotène : tel le pigment de R. BLANCHARD (*Diaptomus* des Alpes); tel le pigment du *Pyrrhocoris apterus* (PHISALIX).

Une foule de pigments mal connus encombrant cette famille de noms (pelagéine, astroviolettine, astrogriséine, velleline, astéroïdine, ophiurine, echinastatine, pentacrinnine, actinochromine, etc.).

La pucinine (*murex*, *jantha purpura*, limace rouge) provient d'un chromogène incolore contenu dans le mucus de la glande à pourpre et qui se colore sous l'influence des réducteurs (LETELIER).

L'autre grande classe est celle des pigments foncés; elle paraît, du reste, également, assez peu homogène.

Ses caractères sont, surtout, des caractères négatifs d'inaltérabilité qui rendent difficile la purification de ces corps.

L'analyse spectrale ne peut donner aucun renseignement. De même, la présence du fer, qu'on a voulu ériger en caractère générique, et qui, nous le démontrerons, n'a que peu de valeur.

La *mélanine*, pigment cutané et oculaire de l'homme et d'un grand nombre d'animaux, représente l'élément causal d'un certain nombre de colorations (le roux, le châtain, le brun, le noir sont constitués par le même pigment en proportions différentes).

Les analyses chimiques sont certainement inexactes; car, pour nous, la mélanine colore l'élément protoplasmique constituant du granule pigmentaire. Or les méthodes chimiques d'isolement ne l'en séparent pas. HUNEFELD, GMELIN, DRESSLER, HEINTZ, ROBIN ont, du reste, trouvé des écarts considérables, surtout pour le chiffre d'Az (13,77 pour SCHERER, 3,89 et 8,29 pour SCHMIDT, 13,24 pour DRESSLER et 7,10 pour HEINTZ).

L'action des réactifs (alcalis et acides forts) donne également des résultats contradictoires.

Au point de vue qui nous concerne, nous devons surtout nous préoccuper de l'action des réactifs histo-chimiques sur la pigmentation.

Pour obtenir le blanchiment d'une pièce, on emploie l'eau de chlore (MAYER), le chlorate de potasse et l'acide chlorhydrique

(solution saturée de chlorate à laquelle on ajoute quelques gouttes d' HCl);

l'eau oxygénée ;

l'acide nitrique ;

le bichromate de potasse et l'acide sulfurique ;

le peroxyde de sodium (CARAZZI) ;

l'acide sulfureux (GILSON).

Nous nous sommes nous-mêmes servis parfois avec succès de l'action successive du chlorhydrate d'aniline et de l'alcool. Mais, malgré l'énergie de ces agents, la dépigmentation est rarement complète.

L'action des dissolvants (potasse, carbonates alcalins, acides forts) est décrite différemment par les auteurs, très probablement à cause des différences de solubilité de l'élément protoplasmique constituant du granule.

Le noir de seiche : mélaïne (BIZZIO, HOGGIUS) a été individualisé parce qu'il est soluble dans les carbonates alcalins. Ce caractère nous paraît secondaire et des variations plus importantes existent entre les auteurs pour un même pigment. Les analyses de VARIOT et DESROSSES (162), celles de GIROD (64) semblent rapprocher ce pigment du pigment choroidien. Mais de grandes variations s'observent encore. PROUT conclut à la richesse en fer des cendres : il note l'insolubilité dans $\text{SO}^4 \text{H}^2$. GMELIN conclut, au contraire, qu'il y a peu de fer, et que la mélaïne se dissout dans l'acide sulfurique concentrée.

On trouve, en tous cas, dans la série animale (yeux surtout) un pigment noir, identifiable avec la mélanine.

Quels rapports y a-t-il entre la mélanine et les pigments pathologiques ? Un pigment pathologique, celui des tumeurs mélaniques, paraît s'en rapprocher beaucoup. Lui aussi est profondément inattaquable ; il ne présente pas, non plus, les réactions du fer. Il ne présente aucune réaction avec le ferrocyanure ou le sulfhydrate d'ammoniaque, se dissout en totalité dans une solution concentrée de potasse, abondamment dans une solution d'ammoniaque.

Nous devons ajouter pourtant que, sur des préparations de pigment provenant des tumeurs mélaniques d'un vieux cheval blanc, pièces que nous a très aimablement procurées M. CADIOR (d'Alfort), le ferrocyanuré teintait en bleu quelques rares granules,

alors que l'immense majorité des granulations ne présentait pas cette coloration.

Nous verrons, du reste, ailleurs, ce même caractère évolutif du pigment, aboutissant à des composés sans fer, ou du moins où le fer n'est plus décelable.

La grande analogie du pigment mélanique de cheval et du pigment choroïdien nous permettra de substituer l'un à l'autre, dans la pratique des injections massives de pigment.

Un autre pigment pathologique, celui de la maladie d'Addison se rapproche entièrement du pigment normal.

A côté de ces pigments, d'autres ont des caractères différentiels plus accentués.

Le plus curieux est le pigment ocre du diabète bronzé, pigment bien étudié par MM. AUSCHER et LAPICQUE (8). Il est très inaltérable, et se rattache pour ces auteurs à un hydrate ferrique $\text{Fe}^2\text{O}_3, 2\text{H}_2\text{O}$. Mais il présente des réactions assez paradoxales : le sulfhydrate d'ammoniaque, au lieu de donner la réaction noire immédiate du sulfure de fer, agit lentement et demande, pour l'effectuer, 20 à 30 minutes. Les acides, loin de dissoudre le pigment, le précipitent des solutions dans lesquelles il est en suspension. Il est bien probable que, là encore, l'hydrate ferrique est le colorant d'une masse protoplasmique, très faible, constituant le granule et qui en masque les réactions (1).

Un autre pigment noir, plus rare, en solution dans la liqueur sodique, se fonce à l'air et perd une partie de l'intensité de sa coloration sous l'influence des réducteurs.

Le pigment des paludéens, comme un certain nombre de pigments d'origine manifestement sanguine (transformation d'ecchymoses, etc.), présente les réactions des sels de fer et une insolubilité complète dans la potasse.

(1) La partie insoluble dans l'acide chlorhydrique chaud est de $\frac{2.5}{100}$ (flocons blanchâtres).

La perte de poids subie par calcination est de 17,5% dont $\frac{14}{100}$ pour l'eau si on adopte les chiffres des auteurs. D'où $\frac{4.5}{100}$ de matières organiques étrangères.

Ce qui est peu, mais l'hydrate ferrique est très lourd, par rapport à la matière organique.

Nous avons eu l'occasion récente d'examiner plusieurs foies mélaniques de moutons venant de Russie : leurs cellules hépatiques sont infiltrées de granulations pigmentaires ; ce pigment présente les réactions du fer (ferrocyanure, sulfocyanure). Mais il faut une certaine quantité de matières pour donner une réaction sensible. Il présentait, de plus, la propriété de se décolorer complètement à 100°.

Peut-on, se basant sur les réactions du fer et sur l'insolubilité dans la potasse, distinguer les pigments pathologiques (d'origine hématique, généralement) des pigments normaux ?

BRault (34) admet cette distinction ; mais certains faits ne nous permettent pas de nous ranger à cette opinion.

Dans le cycle de transformation de l'hémoglobine, l'hématine, pigment ferreux, se transforme en hématoporphyrine (pigment sans fer).

De même, d'après NEUMANN (116), SCHMIDT (146), le pigment ferreux perd son fer : On appelle hémossidérine (hémossidérose, UNNA) le pigment ferreux, mélanine, ce même pigment dépourvu de fer. B. SCHMIDT, introduisant, dans le sac lymphatique de la grenouille, des fragments de moelle de surreau imbibée de sang du même animal, étudiait les stades de transformation des globules rouges en pigment ; à un moment le pigment ferreux perd complètement tout le fer qu'il renferme.

Nous avons vu que sur nos préparations de pigment mélanique du cheval, quelques granules présentaient, de loin en loin, la coloration bleue par le ferrocyanure.

De même, étudiant, dans le tube digestif de la sangsue, la transformation du globule en granules pigmentaires, nous vîmes d'abord la plupart des granules devenir bleus par le ferrocyanure et l'acide chlorhydrique ; progressivement, un certain nombre ne présentaient plus les réactions du fer ; ce nombre augmentait dans les réseaux pigmentaires de la sangsue, qui, très probablement, ne sont que des lymphatiques remplis de pigment.

Cette distinction, qui serait, en certains cas, si utile, ne peut nous donner que des indications relatives. Elle ne peut pas en tous cas, nous renseigner sur l'origine hématique ou autochtone du pigment. Peut-être des arguments histo-physiologiques plaideront-ils mieux pour ou contre cette importante théorie.

II.

LE GRANULE PIGMENTAIRE.

Après avoir, très sommairement, étudié les colorants, nous commencerons l'étude des parties colorées par l'élément anatomique le plus simple : par la granulation.

Une première question se pose : la granulation est-elle un élément anatomique ? N'est-elle pas, plutôt, une cristallisation spéciale intra-cellulaire des matières colorantes ? L'étude de la forme, de la couleur, des dimensions de ces granules nous permettra de résoudre ce problème.

Les granulations pigmentaires constituent la forme générale sous laquelle se présente le pigment. — Cette forme est commune aux pigments clairs (granulations jaunes constituant la sécrétion colorée de la limace, etc.) et aux pigments foncés (cellules épidermiques et dermiques pigmentées, cellules choroïdiennes ; cellules de tumeurs mélaniques, etc.).

On les obtient, également, en dehors de la cellule : telle la transformation du globule sanguin en granules pigmentaires, dans le tube digestif de la sangsue.

Par contre, certaines pigmentations sont produites par la matière colorante, à l'état soluble. — Telle la sécrétion pigmentaire jaune de l'arénicole ; telle la coloration jaune du tissu adipeux de certains mammifères, etc.

Néanmoins ces colorations méritent, à peine le nom de pigments, et l'on peut dire que, presque toujours, la pigmentation est jointe à la présence de granules pigmentés.

La forme du granule est déjà très remarquable. Elle est presque toujours et uniformément ronde, quelle que soit l'espèce animale, et quelle que soit la matière chimique colorante. Que l'on ait affaire à de la mélanine, comme dans la couche basale de Malpighi, à de la mélaïne, comme dans les cellules épithéliales de la poche du noir chez les céphalopodes, au pigment hématique du foie des paludéens, au pigment ocre (hydrate ferrique) des cirrhoses pigmentaires, on observe cette même forme ronde dont les dimensions seules sont

variables. De même pour les pigments clairs : la sécrétion de la limace, le pigment des écailles et des poils de l'aile de papillon, etc. présentent cette même forme.

Inversement : étant donné un même animal, une même matière colorante, on peut trouver deux sortes de granules très différentes : chez l'homme, le pigment choroïdien se présente en granules ronds : le pigment rétinien en bâtonnets allongés et effilés à leur extrémité.

Chez le cobaye (fœtus et adulte) nous avons vu, de même, ces deux formes. Chez le lapin, nous n'avons constaté que des formes rondes.

Ainsi donc, même forme dans les espèces animales très éloignées, et pour des colorants chimiques très différents ; formes différentes, dans un même organe, chez un même animal, avec une même substance colorante.

On ne comprendrait guère que ces ressemblances et ces différences fussent le fait de la cristallisation chimique.

Les *dimensions* sont généralement assez variables : ce caractère a, du reste, peu d'importance ; car on peut trouver, notamment dans les tumeurs mélaniques, des granulations voisines de taille fort différente.

La *couleur* est également variable suivant les granulations envisagées. — Nous ne reparlerons pas ici des variations chimiques très étendues de colorants pour une même forme. Mais dans un même organe, souvent dans une même cellule, certaines granulations paraissent claires, d'autres plus foncées ; d'autres enfin complètement noires.

Cette différence de teinte est souvent très frappante. Nous l'avons bien souvent constatée, pour des granulations de mêmes dimensions, sur des préparations de pigment mélanique : bien souvent, sur des membranes tendues de grenouille, certaines cellules pigmentaires présentent un grand nombre de granulations pâles, à côté d'autres beaucoup plus noires. Souvent aussi une cellule entière contient des granulations pâles ; une cellule voisine, dans un même état d'extension, des granulations foncées.

L'interprétation toute naturelle de ces variations de teinte des granulations semblables est que la granulation n'est pas tout entière constituée par une substance chimique colorante : mais qu'il

existe, dans le granule, plusieurs éléments constitutants dont les proportions peuvent varier.

1° Une matière fondamentale, de nature inconnue et probablement complexe ;

2° Une matière colorante dissoute dans l'autre ou combinée, et surajoutée en proportions variables.

Enfin les caractères tirés de la *composition chimique* des granules fournissent un argument à l'appui de l'idée que nous soutenons.

Nous voyons des granules voisins présenter des réactions différentes : l'un contient du fer, et se colore par le ferrocyanure : le voisin ne se colore pas.

Le pigment d'AUSCHER et LAPICQUE (8), constitué par un hydrate ferrique présente des réactions qui diffèrent de l'hydrate ferrique de synthèse : les acides ne le dissolvent plus : le sulfhydrate d'ammoniaque le transforme difficilement en sulfure. Ces différences tiennent probablement à la matière fondamentale du granule.

Nous avons constaté de même l'insolubilité dans l'éther des granules jaunes sécrétés par la limace : or le colorant est un lipochrome soluble dans l'éther ; c'est donc le protoplasma qui a fait obstacle à cette dissolution.

Forme, coloration, composition chimique, fournissent autant d'arguments pour nous prouver que le granule est chose complexe, qu'il entre en sa composition plusieurs substances, que c'est en somme un corps organisé, vivant ou cadavre.

Nous rejetons la théorie qui en fait une cristallisation de matières colorantes, quelque bizarres que paraissent, parfois, les cristallisations au sein de liquides organiques.

En cela, nous rapprochons le granule pigmentaire des grains colorés des végétaux.

Si la granulation nous apparaît comme une particule constituée, issue de la cellule, nous devons agiter la question de savoir si cette particule est vivante : le granule pigmentaire est-il un bioblaste ?

Lorsque, pour les premières fois, on examine des granulations pigmentaires, on est tout d'abord frappé de l'extrême vivacité de leurs mouvements. Ces mouvements semblent avoir une indépendance propre, et l'on écarte difficilement l'idée d'une vitalité spéciale à ces petits éléments.

Pour éclaircir la question, nous avons examiné des liquides, tenant en liberté ces granulations, par le procédé de la goutte pendante dont se servent les bactériologistes : tout courant étant supprimé, les mouvements spontanés semblaient persister ; l'addition d'une goutte de chloroforme faisait cesser les mouvements ; de même, celle d'une solution concentrée de sublimé.

Il semblait donc qu'il y eût là un phénomène vital extrêmement curieux.

Malheureusement, cette explication se heurta à des objections absolues, dont une seule suffit à faire rejeter l'hypothèse des mouvements spontanés : la solution, contenant des granules en suspension, fut mise à l'autoclave à 120° pendant un quart d'heure. Les mouvements ont persisté. De même, ces mouvements persistent après plusieurs mois.

De ce fait, nous concluons donc que ces mouvements sont en réalité des mouvements browniens, mais il semble que, par leur nature ou par leur forme, les granules, mieux que tout corps connu, soient susceptibles de mobilité. Cette facilité d'évolution nous permettra de comprendre combien facilement se font les mouvements des granules pigmentés à l'intérieur du protoplasma, dans les chromatoblastes de la grenouille où nous les étudierons. Elle nous explique comment, à la suite de nos injections de pigment, nous retrouvons des granulations libres dans des endroits qui nous paraissent inaccessibles, loin des vaisseaux et des leucocytes, souvent entre des fibres conjonctives, etc.

Le fait que l'on peut réaliser in vitro la transformation du globule rouge en granules pigmentaires, nous montre bien également que ce processus n'est pas un processus vital.

POUCHET (124) dit avoir suivi, sur un embryon d'éléphant conservé dans l'alcool, la transformation de la matière colorante du sang en pigment. Nous n'avons pas vérifié le même fait, mais nous avons essayé de suivre dans le tube digestif de la sangsue la transformation du sang en pigment, pensant que, peut-être, les stades progressifs de cette transformation nous fixeraient sur la genèse et sur la constitution exacte de la granulation.

Des sangsues joignant depuis plusieurs mois, ont été appliquées contre la veine auriculaire dénudée d'un lapin : on les détachait successivement, après quelques minutes de succion.

Successivement, on ponctionne le tube digestif des différentes sangsues, au bout de deux heures, de quatre heures, le lendemain et huit jours après. On étale le sang et on le sèche rapidement.

Dès la deuxième heure, on voit quelques granulations pigmentaires. La plupart des globules sont peu altérés. Certains présentent, à leur intérieur, un aspect granulé, mais à granulations incolores. De place en place, on voit un granule, accolé au bord d'un globule, la plupart paraissent libres.

Sur les autres sangsues, nous voyons augmenter le nombre des granules. Mais la genèse de ce fait nous échappe presque complètement ; entre le premier et le dernier anneau de la chaîne, nous avons une lacune qui n'est pas encore comblée. Nous nous proposons du reste de poursuivre cette étude.

L'apparition du granule se fait donc assez brusquement soit dans une cellule qui le sécrète, soit pendant la vie agonique d'un globule rouge (sangsue) soit peut-être même après la mort du globule (fait de POUCHET). La fragmentation du globule en granulations se fait pour ainsi dire mécaniquement, puisqu'elle se réalise, même après la mort.

Il semble que, brusquement, une granulation puisse se colorer ; peut-être cela se fait-il aux dépens d'une matière chromogène qui s'oxyde ? (1).

Mais il semble aussi, qu'il puisse exister, à l'origine de la pigmentation, une première phase d'imprégnation par des colorants solubles qui se fixent ultérieurement dans les granulations.

C'est cette transformation dont nous avons pu ébaucher l'étude sur des ovaires de grenouille verte, pendant les mois d'août et de septembre.

L'ovaire, au début de la maturation de l'œuf, nous présente une teinte blanchâtre uniforme.

Puis peu à peu, on voit les œufs se foncer ; ils grossissent, en prenant une teinte jaune légèrement brunâtre, uniforme. Si nous sacrifions des femelles un peu plus tard, nous voyons un des côtés de l'œuf foncé, l'autre clair ; en même temps, apparaissent de place en place, et

(1) A l'appui de cette hypothèse nous noterons que nous avons constaté le riche pouvoir oxydant de la rétine, au moyen du paraphénylène-diamine et de l'aldéhyde salicylique.

surtout à la périphérie de l'ovaire, des grains très noirs, plus petits que les autres ovules, qui, à la loupe, ont une apparence irrégulière et anguleuse. Ces grains paraissent être des ovules arrêtés dans leur développement, déformés, et surchargés de pigment.

Tandis qu'au microscope, nous ne trouvons dans les œufs brunissant légèrement aucune granulation pigmentaire, nous en trouvons au contraire abondamment un peu plus tard. Là encore le chaînon intermédiaire nous manque ; mais l'œuf était déjà coloré qu'il ne présentait pas encore de granulations.

Quant au phénomène des grains noirs dégénérés, ces grains ont-ils fixé le pigment parce qu'ils étaient dégénérés ? Sont-ils au contraire, dégénérés par suite de la surcharge pigmentaire ? Cette hypothèse serait pour nous la bonne, car nous avons cherché à traumatiser, après laparotomie, des ovules de grenouille sans pouvoir déterminer à leur niveau aucune surcharge pigmentaire.

Il est probable que l'atrophie de l'ovule provient de la surcharge pigmentaire ; l'ovule disparaît en temps qu'ovule et devient un magasin de pigment, peut-être utilisable pour les autres ovules.

Cherchant à déterminer les *conditions d'origine* du granule pigmentaire, nous avons abouti à des conclusions un peu incertaines ; l'origine aux dépens du sang, suivie sur le tube digestif de la sangsue ; d'autre part l'origine autochtone observée sur les ovules de grenouille nous ont donné des renseignements, mais incomplets.

Si nous cherchons à déterminer les *conditions de disparition* du granule, nous nous heurtons à d'autres difficultés.

Nous avons vu, au point de vue chimique, la grande résistance du granule aux agents les plus énergiques. Le chlore, l'acide sulfurique, l'eau oxygénée en viennent difficilement à bout.

Il semble bien qu'au point de vue biologique, la transformation soit également fort difficile, et le plus souvent, c'est grâce aux leucocytes que peut se faire la disparition du pigment.

Nous verrons que pour la peau, si le rôle d'apport du pigment par les leucocytes est contestable, le départ par ce mécanisme est indéniable.

A la suite d'injections massives de pigment, nous verrons que la plus grande partie de la résorption se fait par les leucocytes. Nous

verrons aussi qu'une partie semble rester libre et circuler facilement, charriée par les courants. Nous verrons des cas de fixation au niveau des capsules surrénales ; or, dans les leucocytes d'une part, dans les cellules capsulaires de l'autre, nous avons assisté à ce fait :

Les grains de pigment semblent devenir moins nets, leur teinte s'atténue peu à peu, et, généralement, il arrive, lorsqu'on ne s'est pas servi d'une injection massive, que, très rapidement, on ne retrouve plus le pigment injecté. Dans les capsules surrénales, il semble que l'on voit encore des restes de granulations noires, moins colorées et moins nettes, donnant l'impression d'une transformation et d'une disparition.

De même, il nous est arrivé d'injecter sous la peau des doses massives de pigment, cette injection s'infectait et donnait naissance à un abcès. Or quelques jours après, on était obligé d'inciser cet abcès ou de sacrifier l'animal ; le pus était à peine teinté ; on ne retrouvait, au microscope que des restes de granules. Dans le reste du corps, on n'en voyait pas trace, et on se demandait ce qu'avaient bien pu devenir ces masses énormes de pigment ; elles avaient été très probablement transformées et détruites, soit par les leucocytes accourus, soit par les agents de la suppuration.

Si le granule se transforme par une sorte de digestion cellulaire, fait intéressant si on le compare à l'inaltérabilité du granule par les agents chimiques, il s'élimine également tel quel, sans transformations, par l'intestin ou par les reins ; il se fixe enfin tel quel dans certains organes.

D'où vient la forme granulée du pigment, quel est son rôle ? Nous n'en savons rien : peut-être est-ce sous cette forme qu'il est le plus mobile, peut-être absorbe-t-il mieux la lumière ; peut-être aussi, étant ainsi insoluble est-il moins toxique pour la cellule. Car nous savons combien nocives sont généralement les matières colorantes intra-organiques.

III.

*LA CELLULE PIGMENTAIRE.***a. Mammifères.**

Nous aborderons, maintenant, un élément anatomique plus complexe : la cellule pigmentaire.

Deux systèmes anatomiques présentent, surtout, une localisation du pigment : la peau, avec ses phanères, et l'œil.

La peau est plus ou moins pigmentée : celle de l'homme blanc ne diffère de celle du nègre que par la quantité des granulations :

Les différentes parties en sont différemment pigmentées (scrotum, ligne blanche, aréole du sein, etc.).

Chez l'animal, nous avons étudié surtout la peau du cobaye, principalement aux zones limites des parties pigmentées.

Sur une coupe de peau, nous distinguons immédiatement :

- 1° Une pigmentation épidermique ;
- 2° Une pigmentation dermique.

Des formations spéciales dans l'épiderme, attribuées généralement aux cellules dermiques, marquent un trait d'union entre ces deux pigmentations.

Le pigment de l'épiderme, s'il est en minime quantité, se constate, uniquement, dans les cellules de la couche profonde génératrice. S'il est plus abondant, les cellules du corps muqueux en contiennent jusqu'au stratum lucidum.

Mais, d'une manière générale, la pigmentation est d'autant plus rare qu'on s'éloigne davantage de la couche génératrice. Elle cesse, à peu près complètement, là où commence l'eloidine. UNNA (159) a parfaitement raison de distinguer la pigmentation vraie de la couleur de la couche cornée (hornfarbe). Mais très certainement, on rencontre du pigment vrai dans les couches épidermiques les plus superficielles (BLASCHKO) (20).

Ce pigment superficiel est peu abondant chez l'homme : nous en avons cherché, en vain, dans les squames (scarlatine) qui, du reste paraissent décolorées ; chez le cobaye, nous avons trouvé une pigmen-

tation beaucoup plus intense des couches cornées, surtout dans certains cas de rénovation rapide (greffes) ou dans certaines régions (peau de l'oreille) où l'épiderme est presque accolé au cartilage, où la circulation lymphatique et le transport leucocytaire étant restreints, la desquamation du pigment se fait, d'une façon, en quelque sorte, vicariante.

Quoi qu'il en soit, la couche génératrice est bourrée de pigment, et la quantité éliminée, tant par desquamation, que par résorption vers le derme, paraît en disproportion avec la grande quantité des granulations.

Quel *siège* occupent les granulations dans les cellules ? Elles se groupent, de préférence, autour du noyau, qu'elles masquent, parfois, complètement, mais se répartissent néanmoins dans tout le corps cellulaire.

AEBY (4) note la disposition en calottes, aux deux pôles de la cellule ; d'après NUSSBAUM, cette disposition précéderait la division cellulaire, puis le pigment viendrait se grouper autour de la plaque équatoriale : cette plaque compacte se ramollit ensuite et laisse apparaître la chromatine du noyau ; le pigment revient à l'état diffus pendant le repos de la cellule.

A côté des cellules épidermiques pigmentées, on voit des figures étoilées, rameuses, signalées depuis longtemps. (G. SIMON, 1841, embryon de cochon ; REMAK, embryon humain). Certains auteurs en font des cellules dermiques (KODIS, JARISCH (77), KROMAYER, AUDRY) (9).

Il semble bien que tous ces cas ne soient pas comparables :

La juxtaposition des cellules épidermiques pigmentées profondes, vues à travers les interstices des cellules plus superficielles explique certaines de ces figures.

D'autres figures semblent se rattacher à une origine épithéliale.

D'autres, enfin, semblent être des cellules conjonctives, les unes situées sous la vitrée et envoyant des prolongements intercellulaires dans l'épiderme, les autres semblent avoir pénétré dans l'épiderme même (KÖLLIKER (84), HALPERN (69), CASPARY (37), EHRMANN (48), KARG (80), etc.).

Nous avons rencontré ces corps, avec une netteté parfaite, dans des coupes de nævi pigmentaires. Ils ressemblent, absolument, à d'autres corps situés dans le derme et à vastes prolongements.

La question de savoir si l'on trouve dans l'épiderme des granulations libres nous paraît devoir rester en suspens.

Le *derme* présente, généralement, des cellules pigmentaires. Ces cellules ont, tantôt la forme de gros amas ayant à peine un aspect cellulaire, tantôt celle de cellules conjonctives fixes étoilées, à fins prolongements.

AUDRY et LACROIX (9) assimilent certaines de ces cellules à des clasmatocytes, c'est-à-dire à des cellules migratrices fixées et émiettées (RANVIER). Il est certain que, suivant la remarque de KROMAYER, elles ne présentent aucun caractère des éléments en migration, et l'hypothèse de leur nature clasmatocytaire est fort séduisante.

Y a-t-il des éléments plus individualisés, répondant à de véritables chromatoblastes? EHRMANN (49), RAYMOND (144) en ont émis l'ingénieuse hypothèse. RAYMOND a même tenté d'expliquer la pigmentation des Addisoniens par la paralysie de ces chromoblastes; mais cette pigmentation est également épidermique et la paralysie des cellules dermiques n'en rendrait aucun compte. Il ne semble pas, du reste, se trouver, dans le derme, de cellules, mobiles sous l'influence d'une excitation, comme l'implique toute définition des chromatoblastes. Cette hypothèse ingénieuse demande une démonstration.

Enfin, il existe souvent, dans le derme, des granulations libres, parfois en rangées linéaires, parfois en tout petits amas. Elles sont généralement distribuées le long des faisceaux conjonctifs, parallèlement aux vaisseaux. Souvent aussi, ce qu'on prend pour des granulations libres n'est que la pigmentation des prolongements des cellules dermiques étoilées.

Nous voyons donc du pigment, d'une part dans les cellules épidermiques, d'autre part dans les cellules fixes du derme. Certains éléments, de nature incertaine, semblent relier l'un à l'autre.

Quels rapports présentent, entre elles, les pigmentations épidermique et dermique?

Pour les uns, le pigment épidermique est amené par les cellules mobiles: la pigmentation du derme est une première étape de cet apport pigmentaire.

Pour les autres, le pigment naît sur place: c'est une sécrétion des

cellules épidermiques : la pigmentation du derme est secondaire : c'est la première étape de l'évacuation du pigment.

Enfin une théorie éclectique admet que le pigment épithélial est d'origine autochtone, que le pigment du derme naît également sur place dans les cellules fixes ; qu'il s'agit là d'une sécrétion générale ; à côté de ces formations indépendantes, il est des formes de transport, surtout de résorption. Nous développerons les arguments qui nous font préférer cette dernière hypothèse.

Y a-t-il une pigmentation épidermique sans pigmentation dermique ? Certainement : MERTSCHING (101), RECKLINGHAUSEN (133), NEELSEN, WALDEYER (169), AUDRY (9) en ont cité des exemples. Nous en donnerons, plus loin, maint exemple personnel.

Y a-t-il une pigmentation dermique sans pigmentation épidermique ? Certainement : nous avons eu l'occasion de voir un œnevus où toute la pigmentation était dermique. Presque toutes nos greffes en résorption, n'avaient plus de pigment dans l'épiderme, mais par contre, en conservaient dans le derme. Nos greffes de pigment chorôidien donnaient uniquement des cellules pigmentées dermiques.

Donc, à côté d'une pigmentation uniquement épidermique, nous avons une pigmentation uniquement dermique.

Par où commence la pigmentation ? Est-elle d'emblée épidermique ou dermique ?

RETTNER (139) a examiné l'extrémité digitale d'un fœtus d'âne de 8 cent. de long (3^e mois de la gestation). Certaines cellules épithéliales cubiques de la couche profonde, mais non toutes, présentaient quelques granulations pigmentaires : la première assise de cellules polyédriques présentait encore quelques granulations ; les couches superficielles n'en avaient aucune : le derme était lisse et ne montrait ni cellule ni granulation pigmentaire. De même sur un fœtus de cheval de 22 cent.

GARCIA (60) a fait les mêmes constatations.

Nous avons vérifié le fait sur un fœtus de cobaye. Des fœtus de lapin nous ont présenté une pigmentation localisée uniquement aux poils.

Nous avons employé, avec M^{lle} CL. DEFLANDRE (35), deux autres méthodes qui nous ont conduits au même résultat. Elles nous ont permis, en outre, de comprendre comment la pigmentation pouvait

devenir, ultérieurement, dermique, et comment aussi, dans certains cas, elle pourrait être dermique d'emblée.

La première méthode que nous avons employée, M^{lle} DEFLANDRE et moi, est celle des greffes pigmentées. Nous l'étudierons spécialement plus tard ; qu'il nous suffise de dire, ici, qu'un mince lambeau d'épiderme noir, greffé sur la peau blanche du cobaye, donne une greffe noire en extension rapide : le fait de la transplantation d'une cellule épidermique noire a donc suffi pour assurer la sécrétion pigmentaire.

Si nous examinons ces greffes au microscope, nous trouvons au début une pigmentation *uniquement épidermique*, localisée à la couche génératrice.

Une greffe plus âgée, nous montre une infiltration du côté des couches épidermiques superficielles.

Nous voyons de plus apparaître dans le derme, les cellules pigmentées : les poils deviennent noirs. Si nos greffes restent en extension, la double pigmentation se développe et persiste.

Si elles rétrocedent, nous ne trouvons plus, au bout d'un certain temps, qu'une pigmentation dermique qui, finalement, disparaît elle aussi.

Enfin, dans deux cas, nous avons assisté à ce fait singulier, que des poils noirs se développaient sur la greffe en voie d'atrophie, et restaient bientôt l'unique partie pigmentée de l'ancienne greffe.

Par contre, les greffes cutanées que nous avons réalisées avec des cellules choroïdiennes, nous ont présenté, d'emblée, une pigmentation uniquement dermique.

La deuxième méthode, employée par nous, est l'examen des limites des zones pigmentées sur un animal bigarré. Cette limite nous présente, d'abord, une zone très noire, à pigmentation épidermique et dermique, à poils noirs ; puis une deuxième zone à pigmentation épidermique seule : les poils poussent blancs : le derme n'offre pas de pigment. Enfin les cellules épidermiques pigmentées sont de plus en plus rares, et disparaissent complètement.

Nous concluons donc sur ce point :

1° Que la pigmentation épidermique est primitive et peut se rencontrer seule ou s'associer secondairement une pigmentation dermique ;

2° Que la pigmentation dermique peut être également primitive ; mais qu'alors, elle reste isolée et qu'une pigmentation épidermique ne lui succède pas ;

3° Parfois la pigmentation épidermique primitive disparaît ; elle peut disparaître, alors, avant la pigmentation dermique qui semble ainsi, à tort, isolée et primitive. L'inverse ne s'observe jamais.

De la théorie concernant les rapports pigmentaires du derme et de l'épiderme, dépend le sort d'une autre théorie, celle de l'origine autochtone ou de l'origine hématiche du pigment.

Il est bien certain que, puisqu'on peut observer la naissance sur place des granulations pigmentaires, elles ne dérivent pas forcément d'une transformation sanguine. A côté de cas très nets de pigments hématiques, il en est donc d'autres, non moins nets, de pigments cellulaires non dérivés directement du sang.

La pigmentation du poil nous offre les mêmes théories et les mêmes considérations.

KÖLLIKER (84) distingue dans le poil un pigment granulé, et un pigment diffus. BOCCARDI et ARENA (19) pensent que le premier résulte de la déshydratation du second.

Nous trouvons : 1° la théorie de l'origine épithéliale autochtone du pigment (WALDEYER (169), POST (126), SCHWALBE (150), etc.) ; 2° la théorie de l'origine mésodermique aux dépens des éléments de la papille (V. EBNER (46), RIEHL (143), KARG (80), etc.).

RETTNER (139) a montré que la pigmentation des poils précédait la pigmentation dermique.

Nous avons examiné des fœtus de lapin, où la pigmentation du poil existait seule, sans pigmentation, ni de l'épiderme ni du derme. Nous savons, du reste, que chez certains animaux se fait cette dissociation entre la couleur de la peau et celle des phanères : certains animaux à peau noire présentent des phanères blancs (cheval arabe, poule nègre, etc.), d'autres à peau blanche présentent des phanères colorés (homme, paon, faisan, etc.).

SCHWALBE (150), examinant le renouvellement du poil blanc d'hiver de l'hermine, POST (126) le renouvellement des cheveux et des cils du nouveau-né, ont montré que le nouveau poil se forme aux dépens d'un bourgeon épithélial de l'ancien poil ; ce bourgeon possède seul du pigment.

Là encore, la théorie de l'origine autochtone du pigment paraît hors de conteste.

Sans entrer dans le détail nous devons dire quelques mots du pigment de l'œil. Sans en avoir fait une étude spéciale, nous l'avons, en effet, utilisé plusieurs fois pour des injections ou des greffes.

Dans l'œil comme dans la peau, nous trouvons un pigment épithélial et un pigment conjonctif : nous avons les pigments rétinien et choroïdien, comme nous avons les pigments épidermique et dermique.

Le pigment rétinien tapisse la face intime de l'uvée : il appartient à la rétine. Comme cette couche reste adhérente à la choroïde, lorsqu'on arrache la rétine, on croyait autrefois qu'elle appartenait à cette membrane. Mais des prolongements fins, ciliés, que les cellules pigmentaires envoient entre les cônes et les bâtonnets, la relie à la rétine.

Dans ces prolongements sont les petits bâtonnets pigmentaires; au niveau des corps ciliaires, l'épithélium est plus fortement pigmenté : sur l'iris, les deux feuillets rétiniens sont infiltrés de pigment.

Ces cellules sont polygonales à cinq ou six côtés. Elles dessinent, dans leur ensemble, une mosaïque. Sur les coupes perpendiculaires à la surface de la rétine, on constate : une extrémité externe dépourvue de pigment ; un noyau aplati transversalement ; autour de lui, un certain nombre de granules réfringents (grains aleuronoides de BOLL); une extrémité interne fortement pigmentée, se résolvant en une multitude de prolongements qui forment un écran aux bâtonnets et aux cônes :

Si la réline est frappée de rayons lumineux, les granules des parties postérieures s'avancent dans les prolongements : pendant ce temps, les bâtonnets et les cônes subissent un raccourcissement (ANGELUCCI (10), KUHNE (83), RANVIER (132)).

Les cellules choroïdiennes sont des cellules ramifiées, de nature conjonctive, contenant des granulations rondes.

Le pigment est-il primitivement épithélial ou conjonctif ?

JÆGER, étudiant les kératites expérimentales, trouve du pigment, d'abord dans les cellules superficielles de la cornée, sans que l'épithélium en présentât, ultérieurement dans les deux ordres de cellules ; enfin, au bout d'un an ; il n'en trouve que dans l'épithélium.

L'étude de l'apparition du pigment dans les membranes de l'œil n'est pas d'accord avec ces faits.

REAL-Y-BEYRO (138) a montré que le pigment apparaît d'abord dans les cellules épithéliales du feuillet proximal de la rétine.

Nos greffes cutanées de pigment choroïdien ne nous ont, d'autre part, jamais donné qu'une pigmentation des cellules conjonctives.

Il semble donc résulter de ces faits que les cellules épithéliales et conjonctives sont l'une et l'autre aptes à faire du pigment et qu'une filiation entre la pigmentation de ces deux sortes de cellules n'est pas indispensable.

B. Batraciens et Poissons

Les quelques mots que nous avons dits des cellules rétiniennees à granulations mobiles, peuvent servir de transition entre l'étude des cellules pigmentaires fixes des mammifères et celle des chromoblastes mobiles des batraciens et des poissons.

Au point de vue du développement, EHRMANN (45) a noté les phases suivantes que nous avons vérifiées sur les larves de batraciens ;

1° Il trouve du pigment dans toutes les couches cellulaires de l'épiderme : le chorion est libre ;

2° Les couches épidermiques basales sont libres de pigment : les supérieures sont pigmentées ; entre les cellules pigmentées et apigmentées, on voit des corps cellulaires à prolongements tournés vers l'extérieur : pendant ce stade, le pigment pénètre dans le chorion ;

3° Puis les couches cellulaires de l'épiderme deviennent libres de pigment : le chorion en est infiltré.

Chez l'adulte, sur un tissu transparent (membrane interdigitale de la grenouille), on voit une couche superficielle de cellules, avec une faible répartition régulière de pigment. Au-dessous, apparaissent les cellules noires ramifiées : suivant le moment de l'examen, ces cellules sont pelotonnées en boules foncées légèrement anguleuses, ou au contraire, elles poussent des prolongements richement ramifiés, dont les extrémités s'emmêlent et teignent en noir toute la préparation. A côté de ces cellules noires, d'autres cellules, à pigment clair, ramifiées abondamment, alternent avec elles : le jeu de la rétraction ou de l'expansion des cellules noires découvre ou couvre

le champ jaune des cellules claires. Suivant la jolie comparaison de PAUL BERT, l'impression générale double, résultant du jeu de ces cellules, est comparable à celle d'une place publique couverte de parapluies jaunes et noirs qu'on ouvrirait et fermerait alternativement.

Sur une coupe de peau de grenouille, ces cellules sont sous l'épiderme : elles poussent vers l'extérieur des prolongements, parfois ramifiés, qui passent entre les cellules superficielles.

Le noyau de ces cellules est assez difficile à mettre en évidence : chez la grenouille on n'en voit qu'un. Chez les poissons, SOLGER (155) en a vu un ou deux, et même bien davantage, jusqu'à 6 (brochet). Il compare cette abondance de noyaux à celle des leucocytes multinucléaires et des ostéoclastes.

ZIMMERMANN (180), étudiant l'archiplasma, le trouve plus développé que partout ailleurs : il décrit une sphère attractive, de la périphérie de laquelle rayonnent dans toutes les directions des fibrilles archiplasmiques. Pourtant l'amas archiplasmique central est allongé en « bâtonnet central » chez *Sargus annularis*.

Chez *Blennius trigloïdes*, un réseau à larges mailles remplace le corps ou bâtonnet central : de là partent les irradiations.

Chez *Fierasfer acus*, l'archiplasma central est encore réticulé mais le réseau est moins bien limité vis-à-vis du spongioplasma ambiant. Il n'en part pas de radiations.

Nous avons vu, chez la grenouille, que le protoplasma se ramifie à la périphérie, en constituant des prolongements multiples. Ces prolongements s'étendent fort loin, sur une cellule bien épanouie. Ils donnent parfois l'apparence trompeuse d'un réseau anastomotique.

Souvent aussi les prolongements sont fragmentés ; on voit des boyaux rectilignes, parfois bifurqués, ne paraissant se rattacher par quoi que ce soit au corps cellulaire. Ces grains pigmentaires, en boyaux ou en groupements isolés, éveillent ainsi l'idée d'une clasmatose : on pense à des cellules égrenant leur contenu dans le tissu ambiant. Mais cette vue théorique est inexacte.

Ces figures apparaissent surtout sur les membranes minces tendues (mésentère, etc.) de la grenouille.

Si on essaye de colorer par les réactifs usuels, le protoplasma de ces îlots, et de voir ainsi s'ils se rattachent au corps cellulaire, on n'y peut parvenir.

Pour démontrer l'existence de ce protoplasma d'union, nous avons suivi, à l'état vivant, les transformations des chromoblastes : on peut, en provoquant des changements brusques dans la forme de ces cellules, suivre sous le microscope les phases de leur genèse et rattacher ces formes les unes aux autres.

Un certain nombre de réactifs physiques (lumière, chaleur) déterminent le retrait des chromoblastes. Ils sont assez difficiles à employer sur la platine du microscope.

Nous nous sommes surtout servis de réactifs chimiques dont nous étudierons plus loin l'action en détail.

Nous avons constaté, par hasard, que le chlorhydrate d'aniline amenait assez rapidement le retrait des chromoblastes, et faisait apparaître pour la grenouille, une teinte vert jaune accentuée. Une injection de quelques gouttes d'une solution à 5% de chlorhydrate d'aniline amène ce changement en trente minutes environ. La grenouille, abandonnée à elle-même reprend, en quelques heures, sa couleur normale.

On peut accélérer le retour à l'état d'extension en se servant d'un autre réactif : une grenouille qui respire quelques vapeurs de nitrite d'amyle ou qui en a reçu une injection de quelques gouttes dans le sac lymphatique dorsal devient rapidement foncée, en même temps que ses chromoblastes noirs s'étendent en multiples ramifications. Cette action s'exerce en un quart d'heure environ.

Telle est donc la technique que nous avons employée :

On tend sur une plaque de liège trouée une membrane interdigitale de grenouille vivante : on fixe un point facile à repérer. On fait alors, suivant que la grenouille est foncée ou claire, une injection, dans le sac lymphatique dorsal, de chlorhydrate d'aniline ou de nitrite d'amyle : on suit, au microscope, la rétraction, l'expansion des prolongements pigmentés. Si c'est une grenouille foncée que l'on éclaircit par le chlorhydrate d'aniline, on assiste aux faits suivants : la complexité presque inextricable des prolongements s'éclaircit rapidement ; au bout d'une demi-heure environ, les prolongements sont plus nets : en même temps, se font, de place en place, des interruptions brusques, sur lesquelles aucun auteur ne paraît avoir insisté. Ces interruptions sont de plus en plus considérables. On a alors l'aspect d'une cellule centrale, polygonale, mais tendant à rentrer ses angles. Puis, de place en place, sur le trajet de l'ancien

prolongement, se voient des tronçons pigmentaires paraissant entièrement détachés de la cellule. Plusieurs paquets granuleux sont ainsi

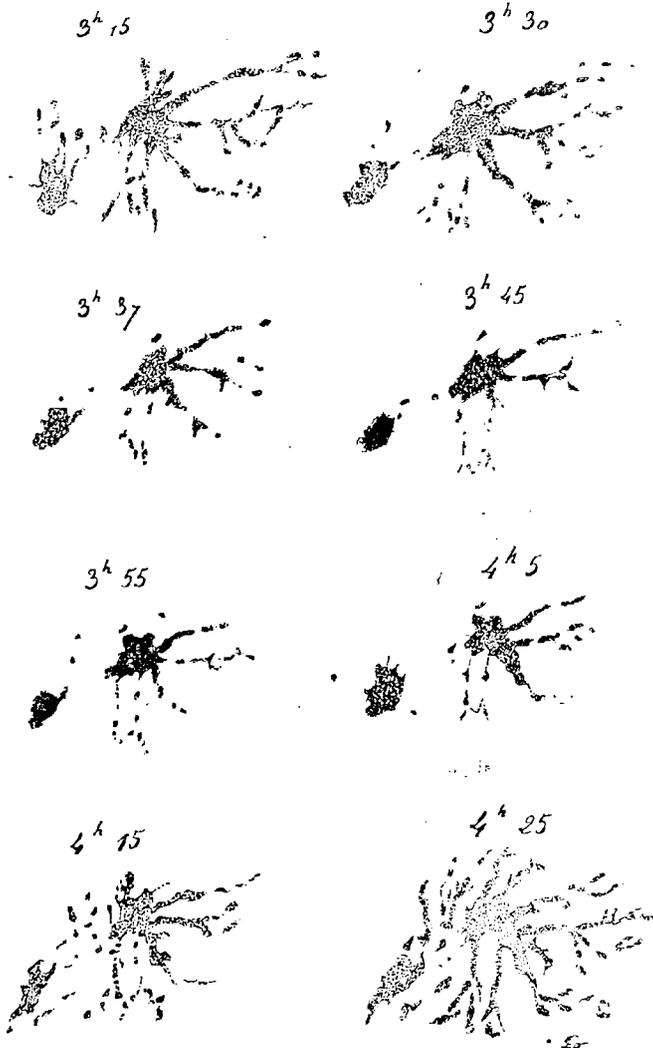


FIG. 1. — Croquis successifs, à la chambre claire, d'un chromatoblaste (membrane interdigitale de grenouille).

A 2 h. 50 : Injection de chlorhydrate d'aniline : Rétraction des chromatoblastes.

A 4 h. : Injection de nitrite d'amylo : Expansion des chromatoblastes.

On peut voir la pseudo-segmentation des prolongements et la marche centripète, puis centrifuge des granules.

égrenés. Rien ne paraît les rattacher les uns aux autres. Telle est la genèse des formes que nous avons décrites tout à l'heure.

Souvent, le phénomène s'arrête là : l'effet du réactif est fini : peu à peu, les boyaux granuleux se rattachent les uns aux autres et au corps cellulaire central. Au bout de quelques heures, la cellule a repris son extension initiale.

Si la dose est plus forte, la fragmentation des prolongements continue : on assiste alors au phénomène suivant :

Un amas pigmentaire isolé semble diminuer de longueur ; en même temps, l'amas le plus voisin dans une direction centripète paraît augmenter d'autant. Quelques minutes après, cet amas, à son tour paraît diminuer et l'amas suivant augmenter d'autant. Les amas pigmentaires se passent leurs granulations par petits paquets jusqu'à ce qu'elles atteignent le corps central de la cellule.

A mesure que s'avance le processus, les amas pigmentaires s'éclaircissent et diminuent : certains disparaissent complètement : le corps même de la cellule augmente de dimensions, fonce beaucoup ; arrondit ses angles. Puis, à un moment donné, les prolongements ne sont plus indiqués par leurs amas pigmentaires, on n'a plus qu'un corps cellulaire massif, très foncé, à dentelures grossières, et qui s'est parfois légèrement déplacé par rapport à la position initiale.

Si on attend le retour à l'état d'extension, ou si pour hâter le phénomène, on fait agir le nitrite d'amyle, on voit, de cette cellule presque sphérique, partir à nouveau des prolongements : généralement les dessins successifs de la cellule montrent que les nouveaux prolongements occupent la place des anciens : par endroits, cependant, les formes sont différentes : à la place d'un prolongement, il en naît deux ou trois. Peu à peu la cellule étend, de nouveau, ses prolongements, et la double transformation est terminée.

La dynamique cellulaire ainsi étudiée, nous permet de trancher certaines questions discutées par les différents auteurs.

Il est clair que, dans un premier stade, la partie protoplasmique persiste, puisqu'elle est indiquée par les jalons pigmentaires qu'elle a laissés en route. Elle persiste évidemment, puisqu'on assiste au transbordement progressif des granules, d'un amas à l'amas suivant. Elle doit donc rester en place au moins jusqu'au départ du dernier granule pigmentaire. Et pourtant ces parties sont impossibles à colorer !

Il ne s'agit donc pas ici de rétraction de prolongements amœboïdes, mais d'un transport de granules à l'intérieur de la cellule, et de cela, nous sommes certains, jusqu'au départ du dernier granule. Mais après ? les granules une fois évacués, les prolongements restent-ils en place, ou rentrent-ils à leur tour ? Un fait viendrait à l'appui de la deuxième hypothèse : nous avons pu observer plusieurs cas où le prolongement nouveau ne partait pas absolument du même point que l'ancien, et mieux, où plusieurs prolongements remplaçaient un seul ancien rentré dans la cellule.

Si donc, le plus souvent, les nouveaux prolongements sont superposables aux anciens, cela vient de ce que la voie est déjà frayée, la place libre et que le nouveau prolongement suit ainsi tout naturellement la route de l'ancien.

Des faits paraissent cependant en désaccord avec cette rétraction des prolongements, une fois vidés de leurs granules pigmentaires : telle l'imprégnation rapide des terminaisons nerveuses par la méthode GOLGI, RAMON-Y-CAJAL.

Ces nerfs ont été longtemps supposés, sans démonstration. Par la méthode de l'or, LEYDIG (92), EHRMANN (49), SCHÆBE, LODE, avaient trouvé que les nerfs pénètrent dans les chromoblastes.

RETZIUS (145) et surtout BALLOWITZ (12) sur les poissons, établissent le trajet terminal de ces nerfs.

BALLOWITZ montre, sur le brochet et la perche en particulier, que chaque chromoblaste reçoit des fibrilles en nombre variable, quelquefois un ou deux, parfois un nombre si considérable qu'on ne peut les déterminer.

Un nerf peut fournir successivement des rameaux, à une série de cellules : jamais on n'a observé d'amas ganglionnaire : les nerfs abordent les chromoblastes et se divisent dichotomiquement : un réseau s'applique ainsi sur chaque face de la cellule qui se trouve logée entre deux plexus s'envoyant des anastomoses au travers du corps cellulaire.

Il existe des anastomoses entre certaines fibrilles : les extrémités sont toujours libres.

L'ensemble constitue avec le chromoblaste une véritable plaque nerveuse terminale.

Or quand les cellules sont rétractées, les fibrilles nerveuses restent en relation avec la partie protoplasmique des prolongements :

ces fibrilles sont probablement en rapport intime avec le protoplasma, et même sont plongées dans son épaisseur, tout en restant indépendantes de lui.

EBERTH et BUNGE (185) sont arrivés à des résultats analogues.

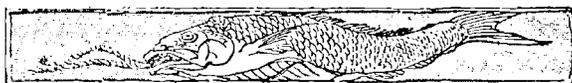
On est, a priori, très surpris de pareils faits: la disproportion énorme entre la pauvreté et la richesse en fibrilles de deux cellules voisines ne s'explique pas logiquement, et peut-être la méthode n'est-elle pas parfaite.

En tous cas, si les terminaisons nerveuses pénètrent le protoplasma et qu'elles restent en place, après retrait des granules pigmentés, cela semblerait prouver que, même après départ du dernier granule, le prolongement cellulaire reste épanoui.

Nous l'avons démontré pour la première phase de retrait. La deuxième phase reste pour nous encore incertaine.

Le fait du transport pigmentaire dans le protoplasma est un fait analogue à celui que se passe dans les cellules réiniennes.

Peut-être même, les grains paraissant isolés de certaines cellules (cellules conjonctives, clasmatoctes), leur sont-ils rattachés par un prolongement protoplasmique, non colorable également.



DEUXIÈME PARTIE.

I.

INFLUENCE DE LA GRANULATION PIGMENTAIRE.

(INJECTIONS DE PIGMENTS).

Dans une première partie, anatomique, nous avons étudié l'élément de la coloration, sa forme, sa répartition. Allant du simple au composé, nous avons étudié successivement le colorant, le granule, la cellule.

Nous aborderons, maintenant, une autre partie anatomo-physiologique, où nous nous efforcerons de préciser, par l'expérimentation, le rôle que jouent le colorant, le granule, la cellule ; l'influence du système nerveux et des divers organes.

Le rôle que jouent le colorant et le granule sera étudié par la méthode des injections pigmentées : étant donné un organisme, qu'advient-il si on lui procure artificiellement tel dose de pigment ?

Où ce pigment se fixe-t-il, s'élimine-t-il, se décolore-t-il ?

Telles sont les questions que nous avons soulevées, sinon résolues.

La technique de nos expériences est la suivante : on peut faire un extrait pigmenté de plusieurs manières : le pigment noir, employé par nous presque uniquement, ne peut être extrait de la peau. On peut, par contre, l'extraire de l'œil, des tumeurs mélaniques, ou de la poche du noir de la seiche.

Pour l'extraire de l'œil, on procède de la manière suivante : l'œil, étant retiré aussitôt après la mort de l'animal, est ouvert suivant l'équateur avec des ciseaux aseptiques : chaque calotte hémisphérique est alors raclée, dans un godet aseptique, avec une lame de platine flambée : de même de la face postérieure de l'iris. Avec des pinces, on enlève le cristallin et toutes les parcelles volumineuses ;

l'humeur aqueuse, tenant en suspension le pigment, est aspirée dans une pipette stérile et injectée aussitôt dans le péritoine ou dans le tissu cellulaire sous-cutané ; l'émulsion n'est pas assez fine pour que l'on puisse se servir de la voie veineuse : on aurait certainement des embolies et des accidents rapides.

L'injection du pigment extrait de tumeurs mélaniques, offre, au point de vue pratique, de grands avantages : au point de vue théorique, cette technique prête le flanc à plusieurs objections : le pigment semble bien être de même nature que celle de l'œil ou de la peau. Mais l'extrait de la tumeur doit contenir des substances toxiques autres que les substances colorées.

De plus, il n'est pas certain que nous n'ayions pas affaire à une maladie parasitaire : la mélanose du vieux cheval blanc, dont nous sommes servis, a été, maintes fois, inoculée au porteur sans résultat. De même de l'inoculation faite par nous à d'autres animaux d'espèce différente (lapin, cobaye, chien).

D'autre part, les cultures que nous avons faites sur divers milieux, sont restées stériles.

Pourtant JUERGENS (76) prétend avoir inoculé et même cultivé le parasite de certaines de ces tumeurs. Contentons-nous donc de relater l'échec auquel nous avons abouti. Dans les injections de tumeurs, nous n'aurons à considérer que la pigmentation. N'ayant pas obtenu de tissu pathologique, nous n'aurons pas à invoquer l'inoculation du parasite supposé.

Du reste, l'extrait aqueux que nous en avons fait en coupant et broyant des fragments de tumeurs, n'a été que dans quelques cas employé sous cette forme. Pour le conserver, nous avons, d'une part, additionné la solution de substances antiseptiques (essence de cannelle, etc), d'autre part, nous avons fait passer d'autres extraits à l'autoclave à 120° pendant un quart d'heure.

Nous n'injections sûrement ainsi les granules qu'en tant que corps chimiques inertes.

Le noir de seiche peut se trouver dans le commerce, mais difficilement. Cette difficulté nous a empêché de nous en servir, jusqu'à présent, comme nous l'eussions désiré.

L'injection a été faite de diverses manières : par voie sous-cutanée ; par voie intrapéritonéale ; par injection intraveineuse.

Nous nous sommes servis pour les deux premières voies de pigment choroidien et de pigment de cheval mélanique.

I. Injection intraveineuse :

L'injection intraveineuse met immédiatement en circulation des masses considérables de pigment.

Le danger est la production de petites embolies, peut-être même de coagulations intravasculaires, qui peuvent modifier certains résultats.

Cette injection agit, d'une part comme agirait toute injection de particules extrêmement fines, d'autre part aussi par un facteur mal défini (chimiolactisme, affinités cellulaires spéciales) propre à la nature du granule pigmenté.

Les deux actions sont intéressantes à étudier.

Il serait en effet difficile de trouver un autre corps inerte aussi petit et aussi mobilisable, pour constater l'effet du transport et de la rétention de particules fines. Or il est intéressant, à plus d'un titre, de pouvoir noter la fixation de ces particules et de les comparer aux fixations de micro-organismes consécutives aux injections intraveineuses de leurs cultures.

En tant que pigment, la brusque surcharge du sang, permet de saisir des voies d'élimination qui pourraient échapper si de faibles quantités de pigments étaient mises en jeu.

Nous relaterons deux faits typiques de ce genre :

EXPÉRIENCE I :

Le 4 mai 1896, un lapin gris, pesant 2¹/₂ kil. 100, reçoit dans la veine auriculaire 40^{cc}, d'une solution venant d'être préparée par le broyage d'une tumeur fraîche de vieux cheval blanc mélanique. Cette solution est presque noire.

Le 6 mai, le même lapin reçoit 40^{cc} de cette même solution conservée aseptiquement.

On le sacrifie deux jours après.

L'autopsie montre un foie complètement noir, un poumon noir dans sa presque totalité : les capsules surrénales paraissent un peu congestionnées ; les reins congestionnés, présentent des traînées vasculaires noires.

EXPÉRIENCE II :

Lapin gris clair pesant 2 kil. 300.

Le 10 juillet, injection de 40^{cc} d'une solution de pigment mélanique provenant d'une tumeur de cheval.

Solution stérilisée à l'autoclave à 120°.

L'animal supporte très bien cette injection : au bout d'un mois, on est frappé de la teinte un peu plus foncée de ses poils, surtout à leur extrémité. Mais ce n'est peut-être qu'une coïncidence.

Le 5 septembre, injection de 40^{cc} de la même solution. L'animal meurt, au bout de 15 heures environ.

Autopsie : poumons complètement noirs, par larges zones ; de teinte bigarrée dans le reste de leur étendue.

Foie complètement noir.

Reins très congestionnés, paraissant malades.

L'urine contenue dans la vessie est brun-noirâtre.

L'intestin grêle a une teinte brun clair anormale : l'estomac et le gros intestin paraissent normaux.

Capsules surrénales un peu congestionnées, légèrement noires par places.

Cœur : les artères coronaires contiennent du sang coagulé ou des embolies.

Nous étudierons en même temps les lésions microscopiques de ces deux cas, très comparables on le voit.

Le *foie* noir sur la coupe (1), présente, à un faible grossissement, une disposition radiée du pigment dans les capillaires du lobule : partie des veines-portes la pigmentation converge vers la veine sus-hépatique centro-lobulaire, La pigmentation paraît égale d'ailleurs au centre et à la périphérie du lobule ; la veine centro-lobulaire contient une grande quantité de pigment sur ses bords.

Les granules sont contenus surtout dans les capillaires. Ils y forment : 1^o des amas pigmentaires compacts qui sont le phénomène saillant ; en effet, le liquide injecté contenait des granules disséminés, ne constituant aucun amas. Or, dans le poumon, la rate et le foie, nous retrouvons ces vastes groupements qui ne sont pas d'origine cellulaire, car on assiste, pour ainsi dire, à leur genèse : on en

(1) Voir la planche I, fig. 1.

voit quelques-uns seulement accolés : puis, à côté, un amas est plus considérable. Enfin, on voit de gros boyaux, dépassant de beaucoup la taille d'une cellule et donnant l'impression plutôt d'un processus embolique. Il semblerait qu'il y ait eu là, soit une petite coagulation, soit un agglutinement indéterminé.

Les cellules du foie contiennent assez fréquemment du pigment dans leur intérieur. Il semble souvent que ces granules aient une teinte beaucoup plus claire que ceux restés dans les capillaires. Il est rare pourtant que l'on assiste à une infiltration complète de la cellule hépatique, comme celle qui existait notamment dans le foie noir du cheval, d'où provenait notre tumeur mélanique.

Pourtant les cellules hépatiques de notre lapin semblent dégénérées : le noyau se colore mal et des vacuoles existent dans le protoplasma.

Du côté de la bile, nous avons cherché à déceler une élimination du pigment. Nous savons, en effet, d'après TARCHANOFF que le pigment biliaire injecté, s'élimine par la bile ; d'après WERTHEIMER que le pigment biliaire d'un autre animal (mouton), que la chlorophylle s'éliminent également par la bile. Mais nous n'avons trouvé dans la vésicule biliaire aucune granulation pigmentaire.

Le *poumon* présente à la coupe des travées, noires de pigment : une partie des granules est très certainement arrêtée dans les capillaires dont ils dessinent la disposition anatomique le long des travées : là encore, nous trouvons tous les intermédiaires entre les formes libres et les énormes amas agglutinés dont nous parlions tout à l'heure. Certains capillaires présentent des granules sur leurs bords ; d'autres sont entièrement obstrués.

Les cellules alvéolaires paraissent gonflées et moins aplaties : elles contiennent des granulations pigmentaires, peu abondantes. Quelques-unes, en train de desquamier, en contiennent également.

D'autres formes, sur l'interprétation desquelles, nous aurions quelques doutes, paraissent des leucocytes imprégnés de pigment.

Enfin les gros vaisseaux ont leur centre rempli de globules rouges, sans traces de granulations : sur leurs bords s'attardent quelques rares granulations.

Les *reins* sont très curieux à examiner : les gros vaisseaux paraissent libres : les capillaires sont infiltrés de pigment sur leurs bords : ils sont libres en leur centre. Mais le pigment qui infiltre

les petits vaisseaux et passe dans les mailles voisines de tissu conjonctif, n'est jamais en amas, comme dans le foie, le poumon et la rate; toujours, les granulations sont libres et indépendantes. La réaction agglutinante, si nette ailleurs, manque totalement ici: chose en rapport avec l'élimination au niveau du rein. Nous retrouverons le même fait au niveau de l'intestin.

Les glomérules sont véritablement infiltrés de noir (1). On en trouve dans les capillaires, dans l'épithélium, dans la lumière capsulaire. Sur une coupe, le glomérule est coloré en noir. Il y a donc, à son niveau, une élimination très active. L'épithélium des tubes contournés renferme quelques granulations.

Dans la lumière des tubes droits, se voient de nombreux granules. Nous avons vu l'urine brune de pigments.

Il y a donc une élimination considérable de pigment, sans phénomène agglomératif par tout le rein, mais surtout au niveau des glomérules.

L'intestin présentait un contenu brunâtre: sur la coupe, on trouve une infiltration pigmentaire des parties voisines de la lumière centrale.

La rate est infiltrée de pigment: elle est noire sur une coupe histologique. Là encore, nous trouvons un état agglomératif spécial.

II. Injections intrapéritonéales.

L'inconvénient de ce mode d'injection est l'asepsie, souvent relative, des solutions injectées.

EXPÉRIENCE A :

Lapin albinos. En mai, injections dans le péritoine, au moyen d'une pipette stérilisée, d'extrait mélanique frais de choroïde dans l'humeur aqueuse. Ces injections ont été répétées tous les deux ou trois jours: cinq fois en tout.

L'animal ne change pas de teinte. Il est sacrifié.

Autopsie: De larges zones noires apparaissent sur le péritoine pariétal et sur l'intestin. Le foie présente, seulement à la surface, des zones noires.

(1) Voir planche II, fig. 1.

De même du rein qui, à la coupe, paraît normal.

Les capsules surrénales paraissent macroscopiquement hypertrophiées, mais peu malades.

EXPÉRIENCE B :

Chien noir jeune (3 mois). Le 4 mai, il reçoit dans le péritoine 20^{cc} d'extrait frais de tumeur mélanique. Il en reçoit 20 autres le lendemain.

Deux greffes, de tumeur mélanique, implantées sous la peau, déterminent un vaste abcès à pus fétide avec décollement considérable : on sacrifie alors l'animal, au bout de quatre jours.

Autopsie : Aucune trace de péritonite : les cultures du péritoine restent stériles. Le mésentère et le grand épiploon sont noirs par places.

La capsule surrénale gauche attire d'abord l'attention : elle est, en effet, complètement noire dans toute sa partie supérieure. Cette teinte va en se dégradant vers la partie inférieure, moins noire.

La capsule droite est hypertrophiée, légèrement congestionnée : elle ne présente pas d'infiltration noire.

Le rein présente à sa surface une plaque noire ; il paraît normal macroscopiquement.

Poumon normal.

EXPÉRIENCE C :

Cobaye albinos : injections plusieurs fois répétées d'extrait pigmentaire choroïdien provenant d'yeux de lapin.

Autopsie après une survie de quinze jours.

Capsules surrénales très malades, des deux côtés, très congestionnées, à teinte brun sombre.

Poumons très légèrement congestionnés : intestin normal.

EXPÉRIENCE D :

Cobaye bigarré. Injection d'extrait de tumeur mélanique stérilisé à 120°. 20^{cc} dans le péritoine. Mort 10 jours après.

Capsules surrénales malades très congestionnées, surtout la droite. Reins paraissant malades. Foie à peu près normal.

EXPÉRIENCE E :

Lapin. Injection intrapéritonéale à plusieurs reprises d'extraits stérilisés de tumeurs mélaniques : capsules surrénales extrêmement congestionnées.

L'examen microscopique de ces différentes pièces a été fait généralement après conservation dans l'alcool ou dans le formol. Il a donné les résultats suivants :

Capsules surrénales.

La capsule surrénale du chien (Exp. B.) est de beaucoup la plus intéressante : elle présente des lésions tellement considérables qu'elle est à peine comparable aux autres. La cause nous en échappe, du reste, complètement, de même que celle de l'unilatéralité de la lésion.

Sur les coupes (1), on distingue une partie, la partie supérieure, complètement noire. On n'y voit que quelques travées conjonctives recouvertes de granulations : pas une cellule n'est visible, ni cellules surrénales, ni leucocytes : on n'y voit que des granules pigmentaires disséminés partout.

Ils ne présentent pas de formes en amas.

A la limite de ces parties méconnaissables, on en trouve d'autres, très altérées également. Beaucoup de cellules glandulaires manquent. D'autres, gonflées et altérées, sont prêtes à se détacher ; elles sont complètement infiltrées de granules. D'autres enfin sont moins malades. Mais leur noyau prend mal la coloration : le protoplasme est vacuolé ; un certain nombre de granules pigmentaires se pressent autour du noyau qui se colore mal.

Ces cellules sont, du reste, rares, et tout autour se trouvent de jeunes cellules, à gros noyau vivement colorable, à protoplasma moins étalé ne contenant aucun grain pigmentaire, tassées les unes contre les autres et infiltrant par zones, l'ancien tissu démoli dont elles prennent la place.

Sur des points moins altérés encore, on trouve des cellules glandulaires de mieux en mieux conservées, mais infiltrées encore de pigment : les zones de nouvelles cellules sont plus réduites et se distinguent du reste moins bien.

(1) Voir planche II, fig. 2.

On assiste ainsi de bas en haut à la progression suivie par la lésion :

La cellule glandulaire, d'abord infiltrée de pigment, mais encore vivante, s'altère ensuite, en se surchargeant de granulations. Son protoplasme s'étale, son noyau se colore moins. Enfin elle peut desquamier. Des amas de cellules jeunes se groupent et prennent la place des cellules altérées.

Enfin, on arrive à un point où toute vie cellulaire est devenue impossible, où les anciennes cellules sont mortes, où les nouvelles n'ont pu se développer, où les leucocytes même ne peuvent s'aventurer, et où les granules seuls remplissent, avec quelques travées conjonctives, le champ de la préparation.

Par contraste avec ces lésions, si avancées, l'autre capsule ne présente presque rien : la glande est augmentée de volume, les cellules dégénérées par places ; on trouve, de loin en loin, des grains pigmentaires en voie de disparition dans quelques cellules.

Notre attention une fois éveillée par ce cas, nous avons soigneusement examiné les autres capsules surrénales, dont l'altération macroscopique était d'un tout autre ordre (hypertrophie et congestion), dont certaines, du reste, paraissaient à peine malades.

Les coupes de capsules surrénales de lapin (Exp. A), montrent une glande peu malade. On voit néanmoins quelques cellules infiltrées de pigment : d'autres ont un aspect dégénéré ; elles contiennent des vacuoles, leur noyau se colore mal. On voit, par places, une poussée d'éléments jeunes à noyau fortement coloré.

D'autres places montrent de petits îlots à cellules malades infiltrées de pigment.

L'expérience C (cobaye albinos), nous a montré au microscope des cellules très malades, dégénérées, à vacuoles, à desquamation active par places. Un certain nombre de cellules en desquamation sont pleines de pigment. D'autres restent en place, avec du pigment sur leur bord.

L'autre capsule est moins malade : à la zone externe, les cellules sont gonflées ; le noyau se colore pourtant.

La zone interne est très congestionnée : des vaisseaux sont énormes : le protoplasma à vacuoles, le noyau peu coloré. Très peu de granulations.

Par places, sur ces deux capsules, on voit dans le protoplasma

cellulaire, de petits granules, à peine visibles, passant d'abord inaperçus. Leur limite est peu dessinée : leur coloration est pâle, tranchant peu sur le reste. Ils donnent l'impression de granules en train de se décolorer.

Les capsules de l'expérience D présentent des cellules également très malades par places : on retrouve des nodules de petites cellules jeunes, non altérées.

Dans les cellules très malades, on retrouve, de même, de petits grains pigmentaires en train de dégénérer.

A côté de parties très malades à cellules desquamées ou dégénérées, de moins malades ne présentent plus de cellules jeunes. Il y a néanmoins des cellules vacuoliformes à pigment.

Les capsules de l'expérience E (lapin) présentent également des cellules à granulations à peine pigmentées.

A côté donc d'un cas où la capsule est tellement altérée par le pigment qu'elle est presque méconnaissable, nous trouvons d'autres capsules, infiniment moins malades, mais présentant le même processus à son début.

Nous croirions volontiers, d'après ces données, à un rôle fixateur et destructeur du pigment par les capsules surrénales (1). L'altération de la glande permettrait ainsi d'expliquer comment le pigment n'est plus détruit dans la maladie d'Addison à capsules malades ou paralysées.

Nos faits s'accordent, d'une part avec le rôle antitoxique et destructeur des poisons que tendent à attribuer à la glande les recherches contemporaines (STILLING, ABELOUS et LANGLOIS (2), ALBANÈSE (5), CHARRIN (182), GOURFEIN (67), PETTIT (184), etc.); d'autre part avec les expériences de PILLIET (183) qui, injectant des substances globulicides dans le sang, notait une surcharge pigmentaire des capsules surrénales.

Nos faits sont instructifs encore, en ce sens, qu'une seule fois, par un déterminisme expérimental qui nous échappe, nous avons obtenu une capsule surrénale complètement transformée et noire de pigment.

Les autres fois, la surcharge pigmentaire était peu appréciable à

(1) Les lapins à graisse incolore, qui reçoivent une injection sous-cutanée de lutéine (solution éthérée de jaune d'œuf, redissoute dans la vaseline), présentent une graisse, localement colorée au lieu d'injection ; leurs capsules surrénales sont teintées en jaune : l'alcool dans lequel on les met prend rapidement cette teinte. — DUPAIGNE a fait, sur la souris, une constatation identique.

l'œil nu, et même au microscope quelques cellules seulement étaient infiltrées de pigment, généralement en partie décoloré.

Les autres organes nous ont permis de retrouver les mêmes faits que les injections intra-veineuses.

Les reins du cobaye D présentaient, comme à la suite d'injections intra-veineuses, des glomérules chargés de pigment, en train de s'éliminer, et qu'on retrouvait dans la lumière capsulaire : une élimination moindre avait lieu au niveau des tubes.

Les reins du lapin A présentaient quelques rares granules au niveau des glomérules et des tubes du rein.

Ceux du chien B présentaient également quelques granules dans la lumière capsulaire.

L'intestin du cobaye C est très intéressant à étudier. A la suite de l'injection intra-péritonéale, se sont faits des amas pigmentaires, étalés sur la surface de l'intestin : une coupe faite à ce niveau a montré l'infiltration du pigment, s'étendant très loin en profondeur.

A la partie séreuse, nous voyons des amas agglutinés de granules, puis des leucocytes chargés de pigment. Il est remarquable que certains granules, contenus dans les leucocytes semblent avoir perdu leur couleur en partie.

Le nombre des granules diminue de plus en plus dans les tuniques musculaires où les granules sont libres, souvent en traînées.

Vers la muqueuse, le nombre des granulations libres augmente : on en trouve une certaine quantité vers la lumière du canal, sur le bord libre. L'élimination est nette microscopiquement, comme elle l'était macroscopiquement à la suite d'injections intra-veineuses grâce à la couleur du contenu intestinal.

Mêmes phénomènes et mêmes considérations pour le lapin albinos A : les granulations se retrouvent du côté de la lumière intestinale où elles sont plus abondantes que dans la zone médiane musculaire.

Le poumon de cobaye C montre également un grand nombre de granulations pigmentaires : les unes dans les cellules pulmonaires, dont les plus malades desquamant, les autres dans des leucocytes. Le foie de cobaye D présente de rares granulations de place en place, à l'intérieur des cellules hépatiques.

Un ganglion du lapin A montre, par places, un assez grand nombre de granules dans les cellules lymphatiques, granules qui là encore semblent s'altérer et perdre l'intensité de leur couleur.

III. Injections sous-cutanées.

Nous avons fait plusieurs expériences de ce genre : la plus curieuse est relative à un chien :

Une injection sous-cutanée est faite sous la peau du ventre (20^{cc} d'extrait de la mélanose du cheval, passé à l'autoclave). On donne le surlendemain une autre dose de 10^{cc}.

On sacrifie le chien quatre jours après.

A l'autopsie, on est surpris de trouver un épiploon noir (1), présentant uniformément sur toute son étendue, des traînées noires de pigment, en boules juxtaposées.

Rien sur le mésentère, rien sur le péritoine pariétal. Le lieu de l'injection sous-cutanée conserve une teinte noire, et ne présente aucune communication avec le péritoine, dont il est séparé par la couche musculaire de l'abdomen.

Le péritoine pariétal est sain. Aucune adhérence du grand épiploon avec le péritoine pariétal.

Dans l'aisselle, ganglion teinté en noir.

Organes paraissant sains microscopiquement, n'ayant pas été examinés au microscope.

Nous avons retrouvé sur le cobaye, dont le grand épiploon est du reste beaucoup moins développé, un cas analogue : à la suite d'une injection *sous-cutanée* de pigment, l'épiploon présentait des masses noires à son bord libre. On n'observait pas ici la disposition en traînées.

Ce fait est des plus curieux : il semblerait indiquer une voie non soupçonnée d'absorption pour les injections sous-cutanées. Nous faisons dans cette voie des expériences avec d'autres substances. Il serait curieux de constater, en d'autres cas, cette traversée péritonéale et cette résorption par le grand épiploon.

Le grand épiploon peut, du reste, être assimilé, surtout depuis les mémorables recherches de RANVIER (131), à un ganglion lymphatique étalé ; le pigment s'y fixerait comme il se fixe dans les ganglions.

Un autre résultat des injections sous-cutanées, visible sur les coupes de peau, au-dessus de l'injection est le suivant :

Il peut y avoir dans le derme une accumulation considérable de pigment, des leucocytes qui le résorbent : on n'observe néanmoins

(1) Voir planche I, fig. 2.

aucune pigmentation des cellules épidermiques sus-jacentes, ni des poils. Ce fait vient encore à l'appui de la théorie de l'origine autochtone du pigment.

Les injections de pigment nous ont donc renseigné sur les points suivants :

1° Le pigment s'élimine par les reins et par l'intestin ;

2° Il se fixe dans le foie, la rate, le poumon ;

3° Il semble se détruire, par une sorte de digestion intra-cellulaire, dans les cellules lymphatiques et les cellules surrénales.

Deux cas particulièrement nets, nous en montrent l'accumulation dans les capsules surrénales d'une part, dans les organes lymphatiques (grand épiploon) de l'autre.

Enfin, nous n'avons jamais observé nettement, à la suite d'injections massives de pigment, même sous la peau, de coloration de l'épiderme ni des phanères.

II.

INFLUENCE DE LA CELLULE SUR LA PIGMENTATION.

(GREFFES PIGMENTAIRES).

De même que les injections pigmentaires nous ont permis d'aborder expérimentalement l'étude de l'influence du granule sur la coloration, de même devons-nous, maintenant, aborder expérimentalement le rôle de la cellule même dans ce phénomène.

Nous avons déjà donné certains arguments anatomiques qui précisaient l'acte de la sécrétion cellulaire du pigment, le fait de son origine autochtone. Les arguments expérimentaux que nous allons aborder, nous imposeront les mêmes conclusions.

Expérimentalement, le rôle de la cellule dans la coloration peut être étudié de plusieurs manières.

Par exemple, on peut soumettre une place anatomique bien définie à telle ou telle influence, et comparer cette place aux endroits voisins soumis aux mêmes influences générales.

On peut, étudier les éphélides provoqués par les rayons solaires (DEMIEVILLE) (41) ; la pigmentation provoquée par un vésicatoire.

On peut, à l'exemple de SCHWALBE (150), étudier l'hermine au moment de la variation de couleur périodique de ses poils.

Généralement, le problème reste complexe, le système nerveux, les glandes sont influencés et la solution manque de précision.

Une technique plus élégante et plus exacte, consiste à transplanter une cellule dans telle ou telle condition déterminée; on élimine ainsi tous les facteurs étrangers à la cellule elle-même.

En faisant varier les conditions d'existence de l'organisme auquel appartient, la cellule greffée d'une part, celles de l'organisme porte-greffe d'autre part, on met en conflit des facteurs connus, et on peut espérer aborder un certain nombre de problèmes propres, non seulement à la pigmentation, mais encore à la biologie et à l'énergétique cellulaire générale.

Ce problème beaucoup plus vaste, et que nous n'avons qu'ébauché, dépend, d'abord, de la solution du premier.

Lorsque nous connaissons en effet les lois concernant la greffe des cellules pigmentées, nous pourrions nous servir de la pigmentation comme d'un index colorimétrique nous permettant de retrouver la descendance de la cellule greffée et d'en suivre à l'œil nu le développement.

Le problème que nous abordons, indépendamment de l'intérêt qu'il présente, pour la théorie de la pigmentation, est donc la première pierre d'un édifice destiné à enregistrer les luttes intercellulaires et les conditions de vitalité (nous dirions volontiers de virulence) qui font triompher une cellule, et peut-être l'amènent à un développement anormal et pathologique.

La première question que nous devons résoudre est la suivante: une greffe épidermique pigmentée évolue-t-elle au milieu de cellules blanches? Si cette greffe se résorbe, toute recherche en ce sens est impossible.

Plusieurs auteurs ont essayé de transplanter de la peau de nègre sur un sujet blanc, et inversement. MAUREL (104), dans un intéressant travail, relate de multiples essais faits sur diverses races humaines.

Il conclut que la greffe prend finalement la coloration du porteur.

BRYANT a suivi pendant quatre semaines seulement des greffes faites de nègre à blanc; elles ont persisté, mais cette durée d'observation est très insuffisante.

KARG (80), dont le travail est surtout connu, a fait des greffes de Thiersch de nègre à blanc et inversement. Il a étudié, au microscope, le très curieux phénomène de la résorption de ses greffes. Il en conclut que, tant pour l'apport que pour le départ du pigment, le rôle des cellules mobiles est prépondérant.

Mais comme le fait observer SCHWALBE, cette intervention de la phagocytose est un phénomène général, propre à toutes les résorptions de greffes ; il n'y a rien de spécial aux granules pigmentés ; le résultat positif seul peut être interprété ; or toutes ces greffes se sont résorbées.

Nous avons repris le problème sans connaître les travaux antérieurs ; car leurs conclusions nous en auraient détourné, puisque la résorption, qu'ils ont observée, était contraire au but que nous nous proposons.

Nous avons fait ces recherches avec la collaboration de M^{lle} DEFLANDRE à qui nous adressons, ici, tous nos remerciements, et nous nous proposons de les poursuivre ensemble (1).

Nous avons eu la bonne fortune de faire nos premières greffes, sur le cobaye, animal généralement bigarré, le plus propre à cette étude, sur lequel nos greffes ont évolué.

Précisant ensuite les conditions du problème, nous vîmes que chez l'albinos, nos greffes se résorbaient assez rapidement, et, rapprochant l'homme blanc de l'animal albinos ou faiblement pigmenté, nous pûmes nous expliquer les résultats des auteurs cités.

Sur les animaux bigarrés, nos greffes noires s'étendaient rapidement sur fond blanc. Au bout d'un an, elles étaient encore en extension.

Le réactif, pour n'avoir pas une action tout à fait générale, n'en était pas moins utilisable et nous devions, dès lors, en étudier le déterminisme.

La technique des greffes pigmentées est simple : mais on doit redouter un grand nombre d'insuccès, tenant à l'indocilité de l'animal, qui, lui-même, arrache ses greffes.

Nous nous sommes bien trouvés de pratiquer au rasoir un lambeau épidermique, sur le porte-grefte ; ce lambeau recouvre la greffe et la protège contre la dessiccation.

(1) Ces recherches ont été commencées au laboratoire de mon cher maître, M. GILBERT, à l'hôpital Broussais ; il nous a donné d'excellents conseils.

La greffe, sauf exception, doit, pour le but que nous nous proposons, comprendre le moins de cellules possibles et des cellules épithéliales seulement. Elle doit être mince et petite.

Nous recouvrons généralement la greffe d'un carré de taffetas gommé. On peut doubler ce pansement d'une couche de stérésol ou de pâte d'Unna.

Généralement au bout de quelques jours, on aperçoit un point noir qui fonce et s'étend progressivement. La greffe en extension présente un centre noir, un contour dégradé qui marque la zone de croissance.

Nous avons soigneusement décalqué les limites de la tache ; les chiffres que nous indiquons sont pris dans deux directions perpendiculaires.

Nous avons fait deux séries d'expériences :

Dans une première série, nous avons greffé sur peau blanche, de la peau noire, provenant du même animal ou d'un autre de même espèce.

Voici quelques exemples de la croissance de ces greffes.

EXPÉRIENCE :

Cohaye à tête noire, moyennement pigmenté. Le 13 septembre 1895, on prélève un lambeau d'épiderme noir au niveau de la tache noire postérieure. Ce lambeau est greffé sur le même animal au flanc gauche, au milieu d'une zone blanche.

Les mensurations n'ont été faites qu'à dater du 2 octobre.

Les dimensions de la tache noire étaient :

le	de	7 ^{mm}	sur	2 ^{mm} .
2	octobre 1895	10	—	2.5
5	—	11	—	3
9	—	12	—	3.5
14	—	13	—	6
28	—	19	—	8
17	novembre	18	—	10
28	—	18.5	—	12.5
12	décembre.....	19	—	13
26	—	19	—	16
15	janvier 1896.....	19	—	16
16	—	19	—	16

30 mars 1896..... 20^{mm} sur 18
 20 avril..... 21 — 19
 30 septembre..... 20 — 20

Le cobaye meurt de tuberculose généralisée le 1^{er} octobre 1896.

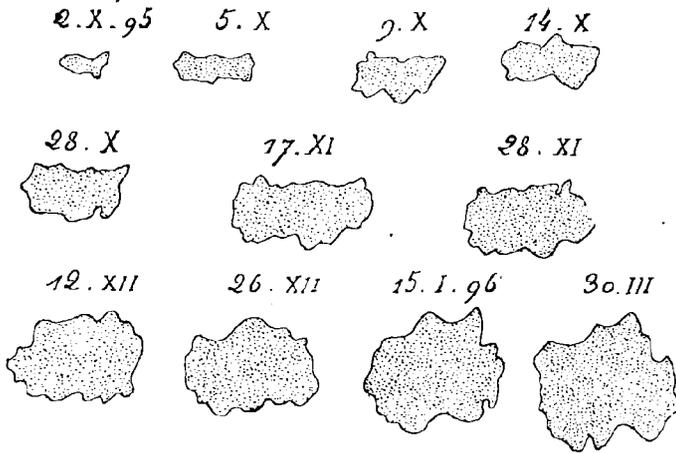


FIG. 2. — Contours décalqués de la greffe noire aux différentes périodes de son évolution. La dégradation de teinte du contour n'est pas représentée.

Plusieurs fois, à partir du 28 novembre des fragments de greffe ont été prélevés et ont servi soit à d'autres greffes soit aux examens histologiques.

EXPÉRIENCE :

Le 6 novembre 1895 on greffe sur la peau blanche d'un cobaye, un lambeau noir provenant du même animal.

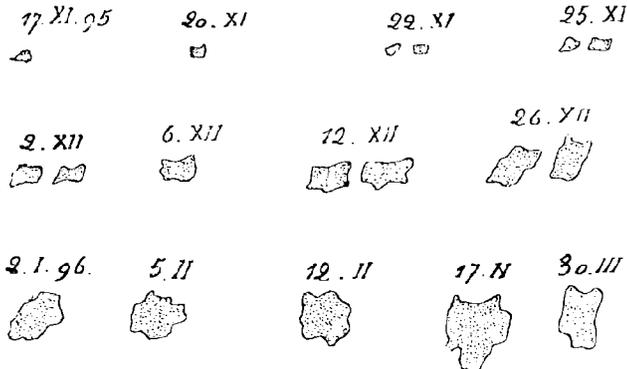


FIG. 3. — Cette greffe a été prélevée aux dépens de la première : son évolution est moins rapide. Les inégalités de contour entre deux figures tiennent aux prélèvements successifs effectués sur la greffe.

Les dimensions sont :

le 17 novembre 1895	de	2 ^{mm}	sur	1 ^{mm}
20	—	2.7	—	1.5
23	—	3	—	2
3 décembre.....		4.2	—	3
6	—	5	—	3.5
12	—	6.5	—	4
26	—	8	—	4.5
2 janvier.....		8.5	—	5.2
5 février.....		8	—	6
12	—	9	—	7

AUTRE EXPÉRIENCE :

Cobaye mâle à aigrette. Greffe noire venant d'un autre cobaye faite le 10 mai.

Dimensions à dater du 12 juin :

19 juin	11 ^{mm}	sur	5 ^{mm}
28 —	12	—	6.5
10 juillet ...	14	—	7
7 octobre..	15	—	7
3 novembre	15.5	—	9.5

Les greffes noires sur peau blanche évoluent donc progressivement et pendant longtemps, puisqu'elles sont encore en extension, faible il est vrai, au bout d'un an. Une bordure de teinte dégradée entoure la greffe et représente la zone d'extension de la peau colorée.

Les poils poussent d'abord blancs, puis des poils noirs apparaissent au centre, croissant plus vite et plus fort que les poils blancs ; la périphérie de la greffe donne implantation à des poils blancs.

Dans une deuxième série d'expériences, nous avons essayé de greffer l'épiderme blanc sur peau noire.

Nous avons échoué constamment et pourtant notre technique était la même.

Si par hasard, la greffe prend, elle rétrocede rapidement et disparaît. Si la greffe est de dimensions plus grandes, le centre reste blanc, mais le noir envahit progressivement la surface blanche, qui, bientôt, ne se distingue plus.

Nous avons essayé ces greffes une trentaine de fois, avec un résultat négatif et jusqu'à nouvel ordre, nous considérons comme impossible l'extension d'une greffe blanche sur fond noir.

D'une part donc, évolution rapide et durable des greffes noires, de l'autre, atrophie ou coloration des greffes blanches. Quelles conclusions pouvons-nous tirer de ces deux ordres de faits ?

En transplantant une cellule noire, nous avons transplanté sa propriété chromogène ; si la cellule fabrique son pigment, toutes les cellules qui descendent de la cellule mère en fabriquent aussi ; l'extension de la tache marque exactement l'extension de cette descendance. La surface noire indique le terrain occupé par les cellules dérivées des cellules greffées.

Même en admettant que la cellule noire ne fabrique pas son pigment, on est alors forcé de dire qu'elle présente une affinité particulière pour les granules pigmentés, qui lui sont apportés : cette affinité, propriété cellulaire transmissible à sa postérité, nous permet la même assimilation de la surface noire avec la descendance de la greffe. Si donc la tache noire augmente de dimensions, c'est que les cellules noires se multiplient plus activement que les blanches et prennent leur place. Dans la lutte vitale, intercellulaire, la cellule noire l'emporte sur la blanche.

Par contre, si la greffe blanche ne se développe pas, c'est que, là encore, ses cellules sont plus faibles, et qu'elles ne peuvent faire disparaître les noires pour occuper leur place. Si une grande greffe blanche diminue progressivement d'étendue, c'est qu'il y a bataille aux confins de la tache et que progressivement les cellules noires avancent sur le terrain occupé par les blanches.

On ne peut invoquer une infiltration des cellules blanches par les granules pigmentaires ; car au moment où une tache noire reste stationnaire, une limite fixe s'établit, sans infiltration progressive des cellules blanches voisines. De même des lignes limites qui séparent invariablement des zones blanches et noires.

Une cellule blanche peut donc rester au voisinage des noires sans s'infiltrer de pigment.

Bien plus, dans certains cas, les greffes noires rétrocedent, et ce sont alors les cellules blanches qui prennent la place occupée par les noires. Que deviendrait alors l'infiltration pigmentaire dont nous parlons ?

Une preuve de la lutte intercellaire, nous est fournie par le fait suivant. Si sur une limite fixe de greffe ou de territoire noir, on traumatise, en un point, les cellules, les parties pigmentées, fixes jusque là, s'avancent de nouveau. Il a suffi de détruire ou d'affaiblir la cellule adverse pour reculer la limite du noir.

EXPÉRIENCE :

Le 19 juin, on brûle avec une baguette de verre plusieurs points, sur une ligne limite séparant deux zones blanche et noire. Le 10 juillet, il y a une notable expansion du noir au niveau des points brûlés; le 7 octobre les quatre brûlures sont marquées par quatre saillies noires.

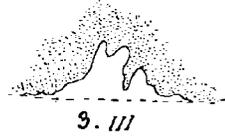
Une autre expérience faite avec un badigeonnage à l'ammoniaque, a donné les mêmes résultats. (1)

Cette différence de vitalité entre cellules greffées et autochtones ne tient pas à la transplantation, comme on aurait pu le croire.

En effet la greffe blanche, après transplantation, est plus faible et disparaît devant des cellules noires autochtones.

Du reste, nous avons essayé, sur les conseils de M. GILBERT, de faire des greffes en série pour renforcer la virulence de la cellule, comme le passage des microbes à travers un organisme en renforce la virulence. Or, la deuxième série croissait moins vite que la première; la troisième, moins vite que la seconde; la quatrième n'a pas pu prendre.

C'est donc par le fait seul de sa pigmentation que la cellule noire a une énergie plus grande que la blanche. La différence de vitalité



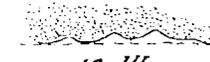
3. III



7. III



14. III



19. III



4. IV



25. IV

FIG. 4. — Décalque de limite de peau noire et blanche: deux points sont brûlés avec une baguette de verre le 3 mars 1896. Ces points forment progressivement deux saillies le 25 avril.

(1) Si, sur la limite des zones noires, on résèque un large lambeau de peau et que l'on réunisse, par première intention, le centre de la tache noire au centre de la tache blanche, la pigmentation dépasse très rapidement la ligne de suture et s'étend sur territoire blanc.

entre les deux cellules n'est, du reste, pas telle que, sous d'autres influences, les rôles ne puissent être renversés. Il suffit, par un moyen quelconque d'accroître la vitalité des cellules blanches, de diminuer la vitalité des noires. La greffe noire se résorbe alors : nous en avons eu de nombreux exemples.

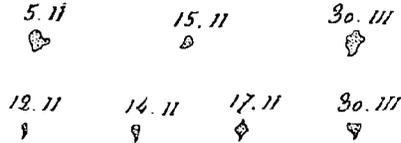


Fig. 5. — Les quatre figures de greffes que nous avons reproduites, appartiennent à une greffe en série.

La greffe représentée figure 3 a été prise en un point de la greffe initiale représentée figure 2.

Les deux greffes de la figure 5 ont été prélevées, la supérieure sur la greffe de la figure 3, l'inférieure sur cette dernière.

On voit progressivement un développement de moins en moins rapide de la greffe.

Telle une greffe noire prise sur un cobaye très âgé et malade, transplantée sur une zone blanche chez un cobaye jeune et vigoureux ; la greffe qui d'abord s'était développée, n'a pas tardé à rétrocéder jusqu'à disparition complète.

La différence de vitalité entre cellules blanches et noires était moindre que la différence de vitalité, de sens contraire, entre cellules jeunes et vigoureuses et cellules vieilles et malades.

C'est probablement, de même à la suite d'une exaltation de vitalité, de cause inconnue que des plaques de dépigmentation apparaissent et s'étendent rapidement ; les cellules blanches quoique blanches, sont devenues les plus fortes, à la suite d'excitations d'ordre local (frottement dû à un bandage herniaire ayant occasionné une plaque de dépigmentation, SALMON, GAUCHER) ou d'ordre général (vitiligo, syphilides pigmentaires).

Nous avons réussi, une fois, une greffe de vitiligo sur peau pigmentée ; cette greffe est restée décolorée ; la greffe inverse de peau pigmentée sur plaque de vitiligo n'a pas persisté.

C'est probablement aussi par un affaiblissement progressif des cellules noires dérivées de nos greffes, qu'à un moment, la tache reste stationnaire et que les cellules blanches et noires de la lisière se font équilibre.

Nous devons dire un mot également de la tendance à la forme cyclique que montrent généralement nos greffes.

Nous ne pouvons faire intervenir ici, ni la vascularisation, ni l'innervation ; vaisseaux et nerfs n'ont été modifiés en rien : ce sont ceux d'un territoire blanc ; la cellule seule est noire. On ne comprendrait donc pas leur intervention.

Nous serions tentés de rapprocher ce fait des formes rondes que prennent les lésions parasitaires (trichophyties, etc.) sous l'influence d'un rayonnement uniforme autour du point d'inoculation.

La forme ronde est une forme de défense, où chaque cellule est protégée par sa voisine. Si, par contre, une cellule noire s'aventure en territoire blanc, elle est entourée d'ennemies. Elle peut le faire dans les premiers temps de la greffe, alors que la vitalité des cellules noires n'est pas affaiblie, et, de fait, dans les premiers temps, on trouve des inégalités de diamètre considérables et qui augmentent. Mais, à mesure que l'extension de la greffe se calme, les pointes ne peuvent plus prospérer, les diamètres tendent à s'égaliser, et, chose curieuse, il arrive que, tandis que le petit diamètre augmente, le grand tend à diminuer légèrement.

Mais si on cautérise un point du cercle, à cet endroit se fait une pointe d'accroissement, grâce à l'affaiblissement des autres cellules ; puis la base d'implantation se renforce, les contours s'arrondissent, la pointe devient définitive.

Nous avons vu, jusqu'à présent, et presque exclusivement, se manifester dans le problème des greffes pigmentées une influence cellulaire. Nous allons voir se manifester une série d'autres influences.

Le premier de ces facteurs a trait à la pigmentation générale antérieure de l'animal.

Les exemples cités appartiennent à des animaux de pigmentation moyenne.

Si nous faisons une greffe sur un animal fortement pigmenté, la vitesse d'évolution semble augmenter.

Un animal coloré par moitié présente une greffe dont les dimensions ont été :

le 14 mars de	3 ^{mm}	sur	2 ^{mm}
le 11 avril..	10	—	5
le 25 avril..	12	—	7.5

qui par conséquent en 20 jours occupait une surface environ six fois

plus considérable, en 40 jours une surface onze fois plus grande que la surface initiale.

Par contre les animaux faiblement pigmentés présentent souvent une progression faible. Mais il y a des exceptions, tenant sans doute à la complexité du phénomène.

Enfin nous avons fait un grand nombre de greffes épidermiques noires sur des *cobayes albinos*. Beaucoup de ces greffes ont échoué ou n'ont pu être suivies ; un certain nombre se sont développées, puis se sont rapidement atrophiées. Ainsi une greffe d'épiderme noir sur cobaye albinos à longs poils, faite le 20 mars, croît d'abord, puis rétrocede, et n'est plus visible au bout d'un mois.

Une greffe de peau de grenouille faite le même jour paraît plus résistante ; elle a un faible développement ; on l'enlève le 20 mai pour l'examen histologique.

De même des greffes choroïdiennes :

Une greffe d'œil de cobaye faite le 25 février, pâlit le 9 mars, on ne la voit plus le 30 mars.

Le 2 mars on fait une greffe d'œil de lapin à un cobaye albinos ; elle est bien visible le 20 mars, augmente du 20 au 30 ; mais elle ne se voit presque plus le 24 avril.

De même d'une greffe d'œil de grenouille faite le 30 avril, prise le 9 mai, grandissant le 12, et disparaissant progressivement à partir de cette date.

D'une façon générale donc, les greffes noires faites sur albinos ont une extension faible, puis une résorption rapide. On les retrouve sur coupes, non plus dans l'épiderme, mais dans le derme ; elles peuvent y persister comme persiste un tatouage.

Est-ce par une résorption plus rapide chez l'albinos, par une activité plus intense des cellules épithéliales ou des leucocytes ?

Pour éclaircir cette question de la vitalité des leucocytes, nous avons fait comparativement deux tatouages, l'un sur un animal bigarré, l'autre sur un albinos, avec une aiguille et de l'encre de Chine.

Ce tatouage fait le 16 août est, en partie seulement, effacé en novembre ; il paraît un peu moins effacé chez l'albinos.

Ce n'est donc pas à une activité spéciale des leucocytes résorbant la greffe et le pigment que nous devons demander l'explication du phénomène.

Du reste, nous savons que l'albinisme est une dégénérescence, coïncidant avec une consanguinité trop prolongée, accompagnée souvent d'autres phénomènes dégénératifs (surdité chez les chats, DARWIN). Souvent les albinos nous ont semblé moins résistants aux infections. M. BOUCHARD nous a cité des cas analogues.

Ce n'est donc pas dans une suractivité cellulaire, mais au contraire dans une insuffisance de quelque chose, que nous serions portés à chercher une explication.

Est-ce la granulation ou la matière première de la granulation qui fait défaut ?

Nous avons essayé de retarder la résorption d'une greffe, par des injections sous-cutanées de pigment, sans aucun résultat. Mais nous agissions ainsi grossièrement. Il faudrait reprendre cette question, en injectant du sang d'animal bigarré ; peut-être du reste, cette matière première est-elle élaborée par tel ou tel organe. Il faudrait suivre de nouvelles greffes, après certaines modifications que l'on peut faire subir aux sécrétions, après injections de tel ou tel extrait (capsules surrénales ou foie). Il y a dans cette direction tout un programme que nous comptons reprendre prochainement.

D'autres influences ont une action certaine, tant sur le développement de la greffe pigmentée, que sur l'augmentation de la vitalité d'une cellule quelconque à qui la pigmentation sert d'index.

Cette étude n'est qu'amorcée et nous ne donnerons que quelques exemples :

Influence de l'âge. D'une manière générale, les cellules jeunes paraissent plus vigoureuses que les cellules âgées.

Une greffe venant d'un cobaye vieux, évolue lentement ou se résorbe, si le porte-greffe est jeune. Une greffe prise sur un cobaye jeune et faite le même jour sur le même animal, que la greffe de cellule vieille, évolue bien plus vite et persiste.

Inversement une greffe jeune, sur un porte-greffe vieux, se développe rapidement.

Ce fait est à rapprocher de l'évolution, chez les gens âgés seuls, de la majorité des épithéliomas.

L'influence de l'état général du porte-greffe et du sujet greffé paraît également manifeste.

Deux greffes prises, l'une sur un cobaye tuberculeux, l'autre sur un cobaye normal sont transplantées le même jour sur un troisième

cobaye ; la greffe du cobaye normal évolue ; celle du sujet tuberculeux cachectique, rétrocede au bout de 15 jours environ.

De même pour une greffe prise à un cobaye intoxiqué par le Pb.

La gestation ne nous a pas paru jusqu'ici influencer sur la vitalité de la cellule.

De même nous n'avons pas noté de différences entre la greffe faite l'été et l'hiver.

L'influence de l'espèce est indéniable ; nous l'avons encore mal étudiée.

A côté d'animaux très voisins qui peuvent se greffer l'un sur l'autre (cobaye et lapin) d'autres, voisins aussi, ne peuvent le faire, alors que des greffes prennent sur des espèces très éloignées (cobaye et grenouille, homme et grenouille).

L'étude des greffes de grenouille est extrêmement curieuse, par les modifications imprimées aux formes cellulaires, et nous nous proposons d'y revenir.

Mais toutes les conclusions que nous pourrions émettre se heurtent à une grosse objection.

Trois greffes prises et transplantées au porteur, à des époques différentes donnent trois évolutions différentes. Il y a là des facteurs multiples, tels que, pour affirmer un résultat, il faudrait, pour chaque cas, apporter une longue série d'expériences, et faire une moyenne.

Nous ne le pouvons pas encore.

Parmi les influences diverses agissant sur la cellule, et se transmettant par la cellule seule, un grand nombre en diminuent la vitalité (âge, maladies, intoxications, inoculations en séries, etc.).

Certaines influences, au contraire, paraissent en augmenter la vitalité. Ce sont elles surtout qui sont intéressantes, puisqu'elles permettraient peut-être d'aborder la question des néoplasmes ; ces influences sont malheureusement vagues et peu connues ; le jeune âge, les excitations mécaniques (frottements, etc.), chimiques (frictions faibles à l'alcool, à l'ammoniaque), physiques (lumière, etc.) sont les seules connues. Nous pensons que la technique des greffes pigmentées permettra de suivre la variation d'évolution d'une cellule et de préciser les facteurs qui pourront déterminer une augmentation de virulence, allant jusqu'à une évolution pathologique.

III.

INFLUENCE DES NERFS.

Nous étudierons, maintenant, l'influence des nerfs sur la coloration. Elle est différente suivant les animaux. Les vertébrés supérieurs changent difficilement et lentement (influence des saisons, de la périodicité du rut, etc.). Il semble, de plus, que les changements de coloration se fassent, principalement, par renouvellement des cellules. SCHWALBE a montré que la couleur blanche de l'hermine, en hiver, provenait de la chute des poils colorés et de leur remplacement. Plus rarement, les changements de coloration sont brusques (décoloration des cheveux en quelques minutes, à la suite d'une émotion, cipaye blanchissant devant le conseil de guerre prononçant sa condamnation, etc.).

En tous cas, une modification brusque de la pigmentation se fait au niveau des cellules rétiniennes, principalement sous l'influence de la lumière et de l'obscurité.

Toute une série d'animaux présentent des modifications, de plus en plus rapides, des cellules pigmentaires. L'éducation joue dans ce phénomène un grand rôle, et l'hérédité peut conserver ce caractère ; témoin l'expérience si curieuse de POUCHET (122) qui, transportant plusieurs fois des turbots, d'un fond clair sur un fond sombre, arrive à raccourcir considérablement le temps nécessaire au changement de couleur.

On peut se demander si, par suite d'une éducation spéciale, les cellules pigmentaires des animaux supérieurs ne pourraient pas, elles aussi, changer rapidement de forme en entraînant une variation de couleurs de l'animal : des expériences en cours, au moyen d'injections successives de chlorhydrate d'aniline et de nitrite d'amyle, ne nous ont encore donné aucun résultat.

C'est donc aux Crustacés (palémons), aux Poissons (tanches, turbots, etc.), aux Batraciens (grenouilles), aux Sauriens (caméléon), que nous devons nous adresser. Les Céphalopodes présentent des organes un peu spéciaux ; leurs variations de teintes ont été parfaitement étudiées et nous n'en parlerons pas.

Ce phénomène était connu depuis longtemps ; ARISTOTE en parle et c'est, chez les pêcheurs, une donnée banale que les poissons prennent la couleur des fonds sur lesquels ils vivent.

Scientifiquement, MILNE-EDWARDS (1834) (103) fut le premier à s'en occuper. Puis vinrent les travaux de BRUCKE (33) sur le caméléon ; il vit l'expansion (état passif) et le retrait (état actif) des cellules pigmentaires : pour lui, la teinte foncée correspond à la paralysie des chromoblastes. Il reconnut l'influence des nerfs et conclut à un reflexe. Puis vinrent les travaux d'AXMANN (1853) sur la grenouille, de VIRCHOW (164), de LOTHAR MEYER (1854). WITTICH (177) (1854), sur la grenouille, montre que l'excitation électrique directe a une action plus marquée que l'excitation du nerf. A côté de l'action du système nerveux central, il admet un reflexe dans les ganglions sympathiques périphériques. LISTER (94) (1859) admet à peu près les mêmes conclusions. P. BERT (15) (1867), PELVET (1869), insistent sur la physiologie de la seiche. HERING (1869), GOLTZ (DE HALLE) (66), étudient également l'influence des nerfs ; ils font jouer un rôle indirect à la circulation de la peau.

POUCHET (1871-76) (122) précise certains faits : sur le turbot, il reconnaît l'influence du sympathique, le sectionne, sectionne le trijumeau, en déterminant des zones sombres paralytiques.

Avant la publication de ces recherches, VULPIAN (1873) (165) arrivait sur la grenouille à des conclusions analogues, et excluait en partie l'influence vasculaire admise par HERING. Après tant d'autres, il conclut également à l'activité plus ou moins indépendante des ganglions sympathiques.

P. BERT (1875) (14), sur le caméléon, par la section et l'excitation des centres (cerveau, moelle dorsale) conclut à l'indépendance des changements de couleur d'avec les organes nerveux centraux. De même, de KRUKENBERG (1880).

Nous citerons encore les travaux de LEYDIG (1873) (92), de LODE (1876) (95), de BIMMERMANN (1878) (18) ; ceux, très intéressants de FRÉDÉRICQ (1878) (56), de KLEMSIEWICZ (1878) (90), de R. BLANCHARD (24) (nature amœboïde des chromatophores des céphalopodes), de PHISALIX (1894) (128) (nature musculaire de ces mêmes organes) ; BIEDERMANN (17), au mémoire de qui nous renvoyons pour la bibliographie détaillée, et tout récemment FISCHEL (57) (juillet 1896) ont repris la question dans des travaux intéressants.

Si nous résumons cet historique en quelques mots, nous voyons que l'influence nerveuse est universellement admise ; les auteurs s'accordent même sur le rôle à attribuer au sympathique, et à certains reflexes, dont le plus important est en relation avec la vue.

Que si l'on cherche, dans les auteurs, des détails sur le mécanisme de la rétraction et de l'extension cellulaires, nous voyons que, pour les uns, l'état de repos de la cellule est constitué par la forme sphérique et que l'excitation nerveuse amène l'état dilaté ou actif (BRUCKE, GOLTZ, etc.), pour les autres (VULPIAN, POUCHET, etc.), la paralysie est l'état dilaté ou rameux ; l'état actif est « la forme sous laquelle le corps présente la moindre surface ». — Pour les uns, l'excitation amène la rétraction, pour les autres, la dilatation. Mais tous les auteurs ne parlent d'action nerveuse que dans un sens, ne s'entendant pas, du reste, sur ce sens.

Or, tel n'est pas, selon nous, le mécanisme de l'action nerveuse. Nous n'avons trouvé nulle part (sauf pour les chromatophores musculaires des céphalopodes, PHISALIX (1)), la notion propre des deux actions contraires commandées par des nerfs différents.

Or, tel est le principe général des actions nerveuses, et, de même que nous avons des nerfs vaso-constricteurs et vaso-dilatateurs, de même croyons-nous qu'il y a des nerfs chromato-constricteurs et des nerfs chromato-dilatateurs, difficilement isolables anatomiquement, contenus en proportions diverses dans les mêmes nerfs, mais ayant des centres différents et dont l'influence peut être mieux encore dissociée par l'action de certains réactifs physiologiques.

C'est dans ce sens personnel que nous allons considérer l'influence des nerfs.

Nos recherches ont été faites, presque uniquement, sur la grenouille, animal facile à se procurer, et pouvant être suivi de longues heures sur la platine du microscope.

La grenouille verte (c'est un fait connu depuis longtemps) éclaircit

(1) PHISALIX (128) a montré le rôle modérateur et inhibitoire des ganglions cérébroïdes, vis-à-vis des autres centres chromatophoriques sous-œsophagiens. Mais nous avons affaire à une action nerveuse sur un organe musculaire. Cette inhibition est donc beaucoup plus compréhensible que celle dont nous voulons parler, agissant sur le protoplasma d'une cellule conjonctive. Les chromatophores des céphalopodes ne sont pas en cela comparables aux chromatoblastes des grenouilles.

à la *lumière* et prend une teinte jaune vert. Au microscope, les chromoblastes sont alors en boule. Dans un aquarium sombre, la grenouille reprend une livrée foncée et ses chromoblastes s'étalent. Mais, si nous mettons à l'obscurité complète deux grenouilles, l'une claire, l'autre foncée, la première fonce lentement, l'autre éclaircit. Au bout de 24 heures, les deux grenouilles présentent la même teinte intermédiaire.

Nous avons fait plusieurs fois cette expérience avec le même succès. Parfois, néanmoins, la grenouille privée de sensations lumineuses, garde purement et simplement la teinte qu'elle avait avant.

Nous voyons donc que, d'une manière générale, en dehors de toute excitation, les chromoblastes prennent une position mixte d'équilibre ; le système nerveux modifiera, suivant l'excitation, leur situation dans un sens ou dans l'autre.

Cette action de la lumière est d'autant plus curieuse que, d'après HERMANN, les larves de grenouille (et nous avons pu vérifier le fait), d'après FISCHER, les larves de salamandre, réagissent en sens inverse ; la lumière qui contracte les chromoblastes adultes, fonce au contraire la couleur des larves.

La chaleur montre également un effet inverse sur la larve et sur l'adulte.

La lumière rouge est celle qui a le moins d'action, la lumière verte et bleue présente la même action que la lumière du jour.

La *chaleur* produit une action nette, chromato-constrictive. Mettons deux grenouilles, l'une foncée, l'autre claire, dans un cristalliseur chauffé progressivement à l'étuve jusqu'à 30°. Progressivement la grenouille claire éclaircit encore ; la grenouille foncée paraît se mettre un peu moins vite en train. Il y a dans l'excitation un temps perdu, notablement plus considérable que pour la grenouille à chromoblastes à moitié rétractés. Au microscope, la membrane interdigitale présente des chromoblastes en boule ; les vaisseaux sont très dilatés. La chaleur est un exemple de dissociation entre les excitations chromatomotrices et vasomotrices qui généralement s'associent.

Nous avons vu que FISCHER a foncé par la chaleur les larves de salamandre, et que l'action est inverse chez la larve et chez l'adulte.

Nous avons pu trouver un certain nombre de réactifs à action nette chromato-constrictive.

Un des plus nets est le chlorhydrate d'aniline, dont nous avons déjà parlé.

La dose doit être moindre de $1/2^{\text{cc}}$ environ d'une solution à 5 %. Nous avons en effet remarqué que les grenouilles profondément intoxiquées, et qui meurent après l'injection, ne pâlisent pas comme les autres. L'action est générale et manque bien rarement. Mais nous devons ajouter à ce sujet qu'il y a des différences individuelles considérables : telle grenouille devient jaune à la suite d'une injection de quelques gouttes ; telle autre change à peine.

Nous faisons nos injections, soit dans le sac lymphatique dorsal, soit dans le péritoine : nous avons remarqué que la zone d'injection dans le sac dorsal conservait une couleur foncée d'autant plus frappante que l'animal éclaircissait davantage. Cette zone foncée disparaît en partie au moment où l'injection est totalement résorbée, et la couleur de la peau devient uniformément claire.

L'action de cette substance est assez lente. L'éclaircissement commence au bout d'un quart d'heure et ne devient manifeste qu'au bout d'une demi-heure. Il faut compter environ quatre heures pour que les choses reviennent à l'état antérieur.

Cette action est plus rapide et plus nette l'été que l'hiver, et, d'une façon générale, à une température douce plutôt qu'au froid.

Nous avons étudié ailleurs les aspects microscopiques de chromotoblastes aux diverses phases de cette action.

D'autres substances agissent de même : la *nicotine*, par exemple. Nous avons injecté quelques gouttes d'une solution à 0,5 p. 100 à deux grenouilles, l'une claire, l'autre foncée : la grenouille claire ne s'est pas modifiée ; la grenouille foncée a éclairci assez rapidement. Mais une autre grenouille, ayant reçu une dose trop forte, est morte au bout d'une demi-heure sans avoir éclairci.

L'*ergotine* a été essayée par nous à la suite d'une remarque concernant les rapports des substances vaso-constrictives et chromato-constrictives. L'effet a été conforme à nos prévisions : quelques gouttes d'ergotine ont éclairci rapidement une grenouille foncée ; au microscope, sur la membrane inter-digitale, les vaisseaux ont paru rétractés.

Par contre, l'*iodure de potassium*, vaso-dilatateur, éclaircit très nettement la grenouille ; il présente donc une opposition de propriétés, étant vaso-dilatateur et chromato-constricteur. C'est, avec la chaleur, un deuxième exemple de cette dissociation.

La *santonine* éclaircit progressivement l'animal jusqu'à la teinte jaune pâle. On pouvait se demander si cette substance n'agissait pas par l'intermédiaire de la vue. La vision colorée en jaune, occasionnée par la santonine, est, chez l'homme au moins, un fait bien connu. Peut-être la grenouille, à vision jaune, s'adaptait-elle à la teinte de ce qu'elle voyait ; peut-être cette action n'était-elle qu'un phénomène de pseudo-mimétisme ? Nous avons répété l'expérience sur une grenouille aveuglée avec le même résultat. La santonine n'agit donc pas par réflexe oculaire.

L'*oxyde de carbone*, d'après BIEDERMANN (17), agit en éclaircissant, également.

En opposition avec ces substances, d'autres ont un effet précisément inverse et déterminent l'extension des chromatoblastes. Le type de ces substances chromato-dilatatrices, comme elle est le type des substances vaso-dilatatrices, est le *nitrite d'amyle*. C'est du reste, cette considération qui nous en a fait essayer l'action.

Le nitrite d'amyle s'emploie, soit en injection dans le sac lymphatique dorsal ou dans le péritoine, soit en vapeurs, en versant quelques gouttes sous une cloche. Si l'on dépasse la dose toxique, l'effet produit n'est plus aussi net et la grenouille meurt, foncée, mais moins que si la dose était moindre.

Cette action peut s'exercer rapidement sur une grenouille éclaircie par le chlorhydrate d'aniline, elle fonce alors rapidement et l'on peut suivre l'examen des chromoblastes sur la membrane inter-digitale.

Si on injecte à la fois $\frac{1}{2}$ cc. de la solution de chlorhydrate d'aniline à deux grenouilles, et qu'aussitôt après, on injecte, à l'une des deux, quelques gouttes de nitrite d'amyle, la grenouille, qui a reçu les deux, reste longtemps stationnaire, alors que l'autre éclaircit rapidement. Les deux actions se contrarient et se détruisent. Il y a antagonisme physiologique.

Avec l'*éther* les résultats sont moins nets ; c'est pourtant une des rares substances dont l'action soit notée par les auteurs. VULPIAN remarque que les grenouilles éthérisées pour une opération, brunis-

sent. Nous avons obtenu ce résultat, mais d'une façon incomplète et inconstante.

Avec le *chloral*, résultats de même sens. Mais, là encore, le voisinage des doses toxiques reste, sans effet.

Les *carbonates* agissent en fonçant la peau (BIEDERMANN) (17). D'après LISTER (94), l'*huile de croton*, la *cantharide* foncent localement la peau.

Un cristal de *sel marin* mis sur la peau fonce l'endroit avec lequel il est en contact.

Si on injecte une solution étendue, elle semble altérer le pigment. Une solution concentrée injectée dans le sac dorsal détermine une altération immédiate des couleurs, permanente ; la grenouille prend une teinte gris sale, comme décomposée.

L'action de ces différentes substances est bien une action nerveuse, qu'elle soit centrale ou périphérique.

Détachons, en effet, deux lambeaux de peau, l'un clair, l'autre foncé, sur deux grenouilles vivantes et faisons-les plonger dans des solutions étendues, le foncé de chlorhydrate d'aniline, le clair, de nitrite d'amyle ; ces lambeaux encore vivants, et qui sont capables, sous l'influence d'un courant électrique de changer de teinte, conservent leur teinte antérieure. L'action de ces substances est donc une action à distance.

Pouvons-nous localiser les conducteurs de ces actions chromatotrices et ces conducteurs sont-ils différents pour les excitations constrictrices et dilatatrices ? Si on sectionne le nerf sciatique de la grenouille, pour nombre d'auteurs (AXMANN, HERING, GOLTZ (66), VULPIAN (165), etc.), la patte éternée devient plus foncée.

Nous avons refait souvent cette expérience ; le résultat nous a paru inconstant et peu concluant. C'est, du reste, aussi l'avis de BIEDERMANN (17). Cet auteur met la grenouille à l'obscurité et à la lumière ; or la patte éternée, même plus foncée, subit les changements de coloration habituels.

Nous avons mis dans l'eau à 30° une grenouille à sciatique coupé : les variations des deux membres se sont effectuées parallèlement.

A la suite d'injections de chlorhydrate d'aniline, la patte éternée a pâli comme l'autre ; comme l'autre, elle est devenue plus foncée à la suite d'injections de nitrite d'amyle.

Les variations quotidiennes spontanées, mal déterminées, de ces grenouilles présentaient un jour une coloration claire, le lendemain une coloration foncée. Or les deux pattes avaient toujours des variations de même sens.

Même lorsqu'au début, après la section, on avait noté de légères différences, ces différences s'atténuaient comme par l'établissement d'une voie complémentaire d'innervation.

Nous citerons le cas d'une grenouille à sciatique droit coupé. Le premier jour, une injection de chlorhydrate d'aniline éclaircit beaucoup le côté normal. Au microscope la membrane interdigitale gauche présentait des chromoblastes en boule; ils étaient étalés à droite.

L'expérience répétée quelques jours après, a montré dans les deux pattes le retrait égal des chromoblastes consécutivement à l'injection.

Pour démontrer d'une manière plus évidente encore le rôle du nerf sciatique dans la coloration, nous avons fait l'expérience inverse:

Au lieu de couper le nerf, nous avons tout coupé, sauf le nerf.

La jambe est entièrement sectionnée entre deux ligatures partielles; le nerf est conservé, et n'est pas compris dans la ligature.

Nous injectons alors du chlorhydrate d'aniline une demi-heure après; la grenouille est pâle; chose curieuse, la patte rattachée seulement au corps par le nerf, a pâli plus vite et davantage que l'autre.

Nous procédons alors à l'expérience inverse: la grenouille est mise sous une cloche avec quelques vapeurs de nitrite d'amyle; elle fonce presque aussitôt; là encore la patte sectionnée, mais non énervée, fonce plus vite et plus énergiquement que la patte saine.

Il semble donc que la conductibilité par le sciatique suffise à déterminer les changements de coloration dans les deux sens; le fait d'avoir retranché toute autre action, semble, de plus, avoir éliminé des causes secondes qui contrariaient l'action propre chromato-motrice.

Nous pouvons conclure de cette expérience que le sciatique contient des fibres constrictives et dilatatrices, de même que, de l'expérience précédente (section du sciatique), nous pouvons conclure que des fibres chromato-motrices existent en dehors du sciatique.

Ces fibres sont probablement contenues dans le réseau péri-artériel, comme semble le prouver l'expérience suivante :

On sectionne toute une patte, après avoir isolé l'artère ; le membre inférieur n'est rattaché au tronc, que par l'artère ; la circulation même est supprimée, probablement par la suppression des voies de retour ; car au microscope on ne voit bientôt plus aucune circulation sanguine dans la membrane interdigitale.

On fait alors une injection de chlorhydrate d'aniline, les deux pattes semblent subir en même temps le même éclaircissement.

Nous ne pouvons admettre une excitation périphérique par le réactif, puisque la circulation étant très rapidement interrompue, la patte ne peut recevoir aucune parcelle du réactif. La seule chose qui ait subsisté, reliant la patte au reste du corps où se trouve le poison, est le réseau nerveux périvasculaire. Nous sommes donc en droit de dire que ce réseau contient des fibres chromato-motrices.

Rappelons enfin l'expérience de BIMMERMANN (18), que nous n'avons pas reproduite du reste. On peut, par excitation du bout central du sciatique sectionné, déterminer une couleur pâle de toute la peau, sauf du territoire paralysé.

Nous concluons donc : que le sciatique contient des fibres centripètes déterminant un réflexe chromato-moteur ; qu'il contient des fibres centrifuges, les unes chromato-dilatatrices, les autres chromato-constrictives : que des nerfs de même nature sont également contenus dans la gaine péri-artérielle et peuvent suppléer les premiers.

Si on cherche à suivre plus haut, la localisation des fibres chromato-motrices, on arrive également à la notion de voies multiples.

L'influence de la *moelle*, est reconnue par sa section.

Après section à la région dorsale, la grenouille subit les mêmes variations de teinte dans le train postérieur paraplégé et le reste du corps.

La chaleur, le chlorhydrate d'aniline et le nitrite d'amyle déterminent des variations uniformes.

VULPIAN (165) note pourtant une paralysie plus ou moins complète des cellules pigmentaires dans les deux membres postérieurs, après section de la moelle, en avant de l'origine des nerfs lombaires.

Il semble que là, comme dans la section du sciatique, on trouve de différences individuelles tenant à une répartition, variable, des

fibres chromato-motrices dans les divers trajets intermédiaires, étendus entre les centres et la périphérie.

Après section médullaire au niveau du bulbe, la grenouille prend spontanément une teinte foncée. Néanmoins, la chaleur, la lumière, le chlorhydrate d'aniline peuvent déterminer des changements de coloration.

L'écrasement du cerveau ne paraît déterminer aucun trouble dans l'action de la chaleur, du nitrite d'amyle et du chlorhydrate d'aniline.

L'influence du *sympathique* est manifeste chez les poissons (POUCHET) (122). VULPIAN (165), par l'arrachement du ganglion sympathique cervical, obtient également une paralysie des chromatoblastes chez la grenouille.

Nous avons sectionné le sympathique abdominal d'un côté, sans empêcher les réactions chromato-motrices consécutives à l'action de la chaleur, du nitrite d'amyle et du chlorhydrate d'aniline.

Il y a probablement là aussi, plusieurs voies capables de suppléances.

Le plus souvent le changement de couleur spontané est le résultat d'un *réflexe*.

BIMMERMANN (18), nous l'avons vu, a montré le changement de coloration consécutif à l'excitation centripète du sciatique.

STEINACH (181) exposant une grenouille à la lumière, en garantissant des carrés de peau, a montré que ces carrés seuls, restaient foncés ; il y a donc un réflexe local cutané.

Mais le réflexe est généralement à point de départ oculaire.

La teinte varie généralement avec la coloration du fond. JURINE (Lotes du lac Lemán), DE LA BLANCHÈRE (16) (tanches), POUCHET (122) (turbot), STARK, RÉGNARD (136) ont constaté et étudié ces variations avec l'éclairage du fond.

Ce réflexe ne se produit plus après arrachement des yeux (POUCHET) (125) ; d'autres expériences du laboratoire de STRICKER montrent que l'ablation des yeux est suivie de la dilatation permanente des chromatoblastes noirs.

Nous avons aveuglé une grenouille ; sa teinte est devenue rapidement très claire, sans variation suivant l'éclairage ; cependant toutes les autres grenouilles de l'aquarium, dans l'eau froide, étaient très foncées.

Cet état a duré plusieurs jours ; le troisième jour, mise au grand soleil, elle fonce ; transportée à l'ombre, elle s'éclaircit au contraire ; alors qu'un témoin subit le changement inverse.

Plusieurs jours après (10 jours environ), la grenouille mise au soleil éclaircit légèrement, elle fonce à l'obscurité.

Il semble qu'après une période d'indifférence, l'éducation des nerfs de la peau aux impressions lumineuses se soit faite en partie ; d'abord la lumière agit, mais à contre-sens ; puis, après cette période d'incertitude, la réaction devient normale, et la lumière agit par réflexe cutané, comme primitivement, elle agissait par réflexe oculaire.

De ces différentes recherches, il résulte :

1° Que l'action des substances chromato-dilatatrices et chromato-constrictives ne s'exerce pas directement, mais par l'intermédiaire du système nerveux.

2° Que le sciatique contient deux sortes de fibres chromato-motrices (fibres d'excitation et fibres d'arrêt) et, de plus, des fibres centripètes.

3° Que le réseau nerveux péri-artériel contient également ces deux sortes de fibres.

4° Ces deux voies se suppléent, et suivant l'individu, il semble y avoir une localisation plus spéciale dans l'une ou l'autre voie.

5° De même de la moelle et du sympathique qui semblent contenir chacun des fibres chromato-motrices, mais en proportions variables, et se suppléant largement.

6° Les centres sont mal définis (VULPIAN (165), BIEDERMANN (17), partie supérieure de la moelle). Il est probable qu'ils sont multiples et étagés sur une grande surface.

7° Les réflexes cutanés et optiques sont une des grandes causes de changement de coloration.

Il semble que le fait de supprimer la vue, développe davantage la sensibilité cutanée à la lumière, et que les réflexes oculaires sont suppléés par l'éducation des réflexes cutanés.

IV.

Nous ne dirons que quelques mots des influences biologiques qui font varier la coloration, non plus que du but causal de cette coloration. Ce chapitre de la pigmentation est en effet encombré d'une

multitude de travaux, et pourtant, la lumière est loin d'être faite.

Il semble, en effet, que le problème soit des plus complexes et que des causes inverses se contrarient constamment : nous n'en citerons que deux exemples :

La lumière a sur les cellules une action très nette : elle les surcharge de pigment. C'est probablement un acte de défense contre le passage des rayons chimiques. La pigmentation protège les cellules et les terminaisons nerveuses. De là viennent le halage, les éphélides, la pigmentation consécutive aux érythèmes solaires.

Cette action est remarquable sur l'homme : elle est également manifeste sur l'animal.

Par contre, une défense de l'animal d'un autre ordre, le mimétisme, défense très répandue, tend à identifier la couleur de l'animal avec celle du milieu. Plus donc le sol sera éclairé, plus l'animal tendra vers une teinte claire. Le soleil qui fonçait la peau pour la garantir contre les rayons chimiques, l'éclaircit indirectement pour garantir l'animal en le cachant à ses ennemis. Suivant les circonstances, l'un ou l'autre facteur l'emportera et l'on trouvera des races qui foncent vers le Sud, d'autres races qui éclaircissent.

Nous donnerons un autre exemple se rapportant à l'action de la chaleur :

Une surface noire absorbe plus de chaleur qu'une surface blanche ; à mesure donc que l'animal aura besoin de se défendre contre la chaleur extérieure, il aura intérêt à éclaircir. Par contre le rayonnement de chaleur venant du même animal est plus intense avec une surface noire : plus il sera foncé, plus donc il perdra de chaleur, et ce sera une défense contre la chaleur que cette même teinte noire qui pourtant l'absorbe davantage.

Il y aurait, du reste, grand intérêt à distinguer entre les animaux à peau découverte, à qui ces raisonnements peuvent être applicables, et ceux revêtus de phanères qui constituent une protection souvent efficace, et contre l'activité chimique des rayons solaires, et contre l'absorption de chaleur externe, et contre le rayonnement de la chaleur animale. La pigmentation, en tant que défense, est alors complètement superflue, et les autres causes de pigmentation passent au premier rang (beauté et éclat de la parure du mâle pendant le rut, ayant une grande influence sur la sélection naturelle ; mimétisme servant à dissimuler l'animal, chasseur ou chassé, etc.).

Ce n'est donc que par un examen minutieux des faits, en prenant des animaux à peau nue, que l'on pourra dissocier les différents facteurs physiologiques de la pigmentation ; l'homme est certainement l'animal le plus facile à étudier à ce point de vue. Or les causes de pigmentation peuvent se résumer en ceci : toutes les fois qu'une cellule épidermique est attaquée, elle réagit en produisant du pigment.

La peau est-elle exposée aux rayons chimiques ? à ceux du soleil comme à ceux de la lumière électrique, aux rayons solaires reflétés par la glace (BOWLES) (31), etc., elle se défend en se pigmentant, et si elle ne le fait pas, si surtout cette peau est débile et mal nourrie (Pellagre) elle est attaquée par les rayons chimiques et il se fait un crythème (BOUCHARD) (25) : mécanisme très curieux car c'est en même temps un procédé de défense : la congestion de l'érythème laisse pour trace une pigmentation hématiche d'un autre ordre qui supplée à la pigmentation autochtone débile et insuffisante.

La peau est-elle exposée à des actions chimiques irritantes ? elle se défend en faisant de la pigmentation : telles les traces de vésicatoires, de badigeonnages à la teinture d'iode, etc.

La peau est-elle exposée à des actions mécaniques ? elle se défend généralement en se pigmentant : telle la pigmentation consécutive aux frottements, à l'empreinte du corset, la pigmentation du mamelon, etc. Il est vrai que parfois un effet inverse se manifeste et donne lieu à une plaque de décoloration.

La peau est-elle exposée à l'humidité, et à la macération qui en résulte, elle se pigmente encore : telle la région des aisselles, des organes génitaux et de toutes les parties riches en glandes sudoripares, ou soumises à des écoulements pathologiques.

Si l'organisme s'affaiblit, les cellules ont besoin d'être défendues plus énergiquement, et se pigmentent : telle la pigmentation de la grossesse, de la tuberculose, etc.

En résumé, à toutes les causes d'irritations, la cellule cutanée répond en créant du pigment : cette défense dont le but est un avantage contre la lumière, est devenue un processus général qui devient une réponse à toute excitation, réponse tombant parfois à faux.

Inversement, les causes de dégénérescence de la cellule lui enlèvent cette faculté procréatrice du pigment.

L'albinos est un dégénéré : d'autres dégénérescences l'accompagnent (surdité chez le chat, DARWIN (40), résistance moindre aux infections, — courte vitalité, etc.) ; généralement l'albinisme est le fruit d'une trop longue consanguinité.

La cellule vieille et affaiblie ne fait plus de pigment (canitie de l'homme, plumes blanches des vieilles poules de Crèvecoeur, etc., chevaux gris à proportion croissante de poils blancs).

Si donc nos greffes nous ont montré la vitalité plus grande des parties pigmentées, nous retrouvons en biologie générale des faits comparables : la pigmentation nous apparaît comme un signe de vitalité cellulaire, comme une défense générale de la cellule épidermique.

Mais inversement, nous devons dire un mot de l'action nocive du pigment.

Il est une règle se confirmant de plus en plus : les pigments sont toxiques : l'urine décolorée perd une partie de sa toxicité (BOUCHARD), (26) de même de la bile.

  la suite d'injections pigmentaires, nous avons vu l'état de dégénérescence que présentaient, dans le foie, dans les capsules surrénales, les cellules surchargées de pigment.

Nous avons vu de même les ovules surchargés de pigment, se déformer et s'atrophier.

C'est peut-être en partie pour diminuer ou fixer cette toxicité que le pigment prend la forme granulée insoluble.

Comment concilier ces deux faits contradictoires ? D'une part, une énergie plus grande des cellules pigmentaires, d'autre part, une toxicité considérable du pigment vis-à-vis des cellules ?

Peut-être les granulations sont-elles toxiques surtout pour les organismes autres que ceux qui les ont sécrétées, comme il en est dans les cas de nos injections.

Peut-être aussi, les seules cellules capables de supporter une surcharge pigmentaire résistent-elles, les autres, plus faibles, disparaissant. Les cellules pigmentées seraient les plus vigoureuses, non pas parce qu'elles sont pigmentées, mais parce qu'elles seules étaient en état de résister à la pigmentation.

CONCLUSIONS.

1° Le granule pigmentaire paraît n'être ni un bioblaste, ni la simple cristallisation d'un corps chimique colorant : il paraît être constitué d'une partie protoplasmique complexe, ayant fixé le colorant, généralement à l'état de teinture.

Le passage du pigment de l'état soluble à l'état insoluble (œuf de grenouille, etc.), n'est donc pas dû au changement d'état d'un corps devenant insoluble, mais à un phénomène beaucoup plus vital, correspondant à la formation d'un granule protoplasmique.

L'origine du granule peut se faire à l'intérieur d'une cellule (cellule épidermique basale, etc.), ou, en dehors d'elle, par fragmentation d'un élément anatomique (globule rouge dans le tube digestif de la sangsue, dans les ecchymoses, peut-être aussi par l'action de certains réactifs : alcool, etc.).

La disparition du granule est très difficile à réaliser au point de vue chimique. Il semble que, dans l'organisme, cette disparition s'effectue assez simplement : les leucocytes d'une part et les cellules surrénales, probablement aussi d'autres éléments, paraissent parfois contenir des granulations plus pâles, en train de se décolorer et de disparaître.

Le pigment s'élimine, de plus, à l'état de granule (desquamation cutanée, reins, intestin).

II. a. La cellule pigmentaire paraît sécréter elle-même ses granules.

La pigmentation épidermique est autochtone.

La pigmentation dermique peut être, également, autochtone : elle peut, par contre, dériver de la transformation, en éléments fixes, des cellules mobiles servant à la résorption du pigment épidermique vers l'intérieur.

Ces conclusions dérivent de l'examen de diverses pièces et surtout de l'examen histologique des greffes pigmentées.

Une cellule épidermique pigmentée transplantée sur un territoire non pigmenté, donne naissance à des cellules filles faisant du pigment : l'origine est donc bien autochtone.

Une cellule mésodermique pigmentée (cellule choroïdienne), transplantée de la même manière, donne naissance à des cellules

mésodermiques également pigmentées : l'origine est encore autochtone :

Si on suit l'évolution d'une greffe épidermique pigmentée, on voit que la pigmentation, d'abord épidermique, devient ensuite dermique. Si, même, la greffe se résorbe, la pigmentation devient à un certain moment, uniquement dermique : ceci prouve l'existence du pigment dermique par fixation dans le derme des cellules mobiles résorbant le pigment épidermique.

L'inverse ne s'observe jamais.

β. La cellule pigmentaire de la rétine chez les mammifères, de la peau chez les animaux inférieurs, jouit d'une mobilité considérable de son pigment.

Nous avons étudié surtout le chromoblaste de la grenouille, et la mobilité de ses granules, au moyen de l'action du chlorhydrate d'aniline qui les réunit au centre, et du nitrite d'amyle qui les étale.

Si on suit la rétraction au microscope, on voit que les prolongements, d'abord uniformément pigmentés, se fragmentent en îlots pigmentés qui paraissent libres et indépendants.

Le protoplasma de l'ancien prolongement n'est ni visible, ni colorable : cette figure éveillerait l'idée d'une clasmatose : mais on voit fort bien, par la suite, le transport des granulations en direction centripète, d'un amas à l'autre : le prolongement non visible existe donc encore.

Dans une deuxième phase, une fois tous les granules transportés au centre, peut-être les prolongements se rétractent-ils, puisque, parfois, à une nouvelle expansion, ils n'occupent pas la place qu'ils avaient auparavant.

Au début, au moins, c'est donc le granule qui se meut à l'intérieur du prolongement, comme dans la cellule rétinienne du mammifère.

III. Au point de vue anatomo-physiologique, nous avons étudié l'influence de la granulation par la méthode des injections de pigment (pigment choroidien, pigment de mélanose de cheval, etc.).

Les injections intra-veineuses massives nous ont donné une localisation élective du pigment, en amas agglutinés, dans le foie, la rate et les poumons.

Le pigment s'élimine, non agglutiné, par les reins, surtout au niveau du glomérule, et par l'intestin.

Les injections locales (péritonéales et sous-cutanées), nous ont donné parfois une fixation considérable du pigment au niveau des capsules surrénales : en grande quantité, le pigment détruit la cellule et la fait disparaître : en moindre quantité il y a lutte : la cellule surrénale englobe des granulations, mais généralement desquame ; enfin, s'il y a moins de granulations, la cellule les englobe, paraît les décolorer et probablement les fait disparaître. Ce mécanisme ne s'est pas uniformément montré aussi net. Généralement il y a peu de pigment, et le phénomène passe à peu près inaperçu.

Nous avons observé d'autres localisations curieuses : telle la localisation uniquement dans le grand épiploon, de pigment injecté sous la peau. Cette absorption d'une injection sous-cutanée à travers le péritoine avec fixation dans le grand épiploon, organe lymphoïde étalé, s'est reproduite deux fois.

Enfin jamais, à la suite d'injections même dermiques, on n'a observé d'infiltration épidermique de pigment.

IV. L'influence de la cellule a été, surtout, étudiée par la méthode des greffes pigmentées : une cellule noire greffée sur un territoire blanc donne naissance à une tache noire, en extension : la surface noire représente la descendance de la cellule greffée. Par contre, la greffe d'une cellule blanche sur territoire noir se résorbe. D'une manière générale, la vitalité de la cellule noire est plus considérable que celle de la blanche.

Mais par des modifications imprimées aux deux organismes fournissant l'un la greffe, l'autre le porte-greffe, on peut intervertir ces rapports (vitiligo). L'index colorimétrique constitué par la tache pigmentée permet de mesurer la vitalité de la cellule greffée et ses variations suivant les conditions expérimentables où on la place. On peut par cette méthode, étudier les influences qui atténuent ou renforcent la vitalité d'une cellule : parmi les causes atténuantes, nous avons remarqué l'âge, les infections, les intoxications, etc. ; Une greffe venant d'animaux vieux ou malades se résorbe sur des animaux jeunes et sains : inversement, une greffe d'animaux sains se développe rapidement sur les animaux vieux ou malades. Le passage en série atténue la virulence de la cellule, etc. Par contre les excitations faibles, lumière, agents chimiques, etc., renforcent la vitalité de la cellule.

Cette technique permettra d'aborder divers problèmes d'énergétique cellulaire : on peut même espérer, après étude des causes propres à renforcer la virulence de la cellule, faire dévier une cellule de son type normal et créer ainsi des éléments atypiques et pathologiques.

La greffe pigmentée n'évolue pas et se résorbe sur les animaux albinos : à côté donc de l'influence considérable de la cellule, il y a place pour une influence générale de l'organisme, influence s'exerçant d'une façon probablement complexe et encore inconnue. Nous étudions actuellement le rôle des différentes sécrétions dans la résorption de ces greffes sur animaux albinos.

V. Nous avons ensuite étudié l'influence des nerfs sur la pigmentation : cette influence est surtout marquée sur les animaux à granulations pigmentaires mobiles.

Sur la grenouille, nous pouvons admettre deux sortes d'actions nerveuses : une action chromato-constrictrice, une action chromatodilatatrice. Un certain nombre d'agents dissocient ces actions : telle la lumière, la chaleur, le chlorhydrate d'aniline, la santonine, l'ergotine, l'iodure de potassium, etc., qui déterminent un mouvement centripète de la granulation : tel le froid, le nitrite d'amyle, le chloral, l'éther, et localement la térébenthine, etc., qui déterminent un mouvement centrifuge.

Ces actions se produisent par l'intermédiaire des nerfs, sans qu'on puisse entrevoir le mécanisme direct de l'influx nerveux sur la marche du granule, ou sur le protoplasme ambiant. Elles ne se produisent pas sur un fragment de peau qui vient d'être détaché.

Le sciatique contient les deux ordres de fibres : de même du système nerveux péri-artériel : ces deux voies se suppléent l'une l'autre.

De même de la moelle et du grand sympathique qui paraissent tous deux contenir les deux ordres de fibres.

Les réflexes cutanés et oculaires sont les plus importants : le réflexe cutané peut par éducation sur une grenouille aveugle suppléer le réflexe à la lumière disparu.

VI. L'influence des différents organes est, à l'heure actuelle à peine entrevue.

La capsule surrénale, nous l'avons vu, paraît fixer et détruire en

partie le pigment : on connaît, du reste toutes les théories pathogéniques de la maladie d'Addison.

Le *foie* joue certainement, dans nombre de cas un rôle prépondérant (paludisme, cirrhose pigmentaire, etc.). Nous avons pu faire disparaître avec M. GILBERT, un cas de vitiligo, par opothérapie hépatique, mais ce rôle est peu défini et probablement indirect.

Le *thymus*, d'après ABELOUS et BILLARD (3), jouerait un rôle dans la pigmentation : nous n'avons pu cependant, obtenir les mêmes résultats que ces auteurs.

Enfin les *organes lymphoïdes* paraissent, en partie détruire les granules pigmentaires, et comme tels, doivent avoir un rôle dans la pigmentation.

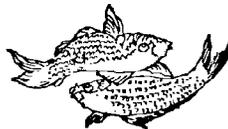
La pigmentation de l'acanthosis nigricans paraît accompagner généralement des néoplasmes touchant au péritoine.

Toutes ces influences sont encore vagues. Des expériences en cours seront ultérieurement publiées.

VII. Au point de vue physiologique, le problème est généralement très complexe et les causes éthologiques se contrarient. D'une façon générale, on peut envisager la pigmentation comme une défense de la cellule contre les rayons lumineux, surtout chimiques. Cette réaction de défense est devenue générale contre toutes les excitations (mécaniques, chimiques, etc.) en déviant de sa signification primitive.

Au point de vue phylogénique, peut-être doit-on considérer avec M. GIARD, la localisation cutanée du pigment comme la fixation, pour cause d'utilité publique, des substances toxiques primitivement excrétées par cette voie, mais dont la rétention a modifié en mieux les conditions d'existence de l'individu.

Paris, 15 novembre 1896.



INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

-
1. ABEL. — Bemerkungen über die thierischen Melanine und das Hæmosiderin. *Virchow's Arch.*, 1890.
 2. ABELOUS et LANGLOIS. — Capsules surrénales. *Société de Biologie*, 1891-96.
 3. ABELOUS et BILLARD. — Thymus. *S. Biol.*, 1896.
 4. AEBY. — Die Herkunft des Pigments in Epithel. *Méd. Centralbl.*, 1895.
 5. ALBANÈSE. — Recherches sur les capsules surrénales. *Arch. italiennes de Biologie*, 1892.
 6. ARNOLD. — Über die Beziehung der Blut- und Lymphgefäße zu den saft Kanälen. *Virchow's Arch.*, 1874.
— Über die Kettsubstanz der Epithelien. *Virch. Arch.*, 1875.
 7. ARNOULD. — Infl. de la lumière sur les êtres vivants. *Rev. d'hygiène*, 1895.
 8. AUSCHER et LAPICQUE. — Diabète bronzé. *Soc. anatomique*, 1895.
Arch. de physiologie, 1896.
 9. AUDRY. — Le pigment cutané: rev. générale. *Gazette hebdom. de médecine*, 1894.
 10. ANGELUCCI. — *Atti della R. accad. d. Lincei*, 1877-78.
 11. BACHMANN. — Obs. on the changes of colour in birds and quadrupeds. *Trans. of amer. philos. Society*, 1839.
 12. BALLOWITZ. — Die Nervenendigungen der Pigmentzellen. *Zeitsch. f. wiss. Zool.*, 1893. *Biol. Centralblatt.*, 1893.
 13. BECLARD. — Infl. de la lumière sur les animaux. *C. R. Acad. des sciences*, 1858.
 14. BERT (Paul). — Caméléon. *C. R.*, 1875.
 15. BERT (Paul). — Physiologie de la seiche. *Mém. soc. phys. et nat. Bordeaux*, 1867.
 16. DE LA BLANCHÈRE. — Chang. de colorat. des poissons. *C. R.*, 1872.
 17. BIEDERMANN. — Ueber den Farbenwechsel der Frosche. *A. f. d. ges. phys.*, 1892.
 18. BIMMERMANN. — Diss. Strasbourg, 1878. Analysé in *Centralbl. f. med. Wissensch.*, 1879.
 19. BOCCARDI et ARENA. — Histologie et physiol. du poil. *C. R. Ac. Naples*, 1877.

20. BLASCHKO. — Verhandl. des X intern. med. Kongres in Berlin. *A. f. dermatologie*, 1891.
21. DE BLAINVILLE. — Organisation des animaux, 1822.
22. DE BLAINVILLE. — *Physiol. gén. et comparée*, 1833.
23. BLANCHARD (R.). — Peau des lézards. *Soc. Zool. de France*, 1880.
Chromatophores des Céphalopodes. *Soc. Zool.*
24. BLANCHARD (R.). — Pigmentation du *Diaptomus*. *C. R. CX.*
25. BOUCHARD (Ch.). — La pellagre. Paris.
26. BOUCHARD (Ch.). — Auto-intoxications. Paris, 1887.
27. BONNET. — Haarspirales und Haarspindeln. *Morph. Jahrb.*, 1886.
28. BONNET. — Haut und Anfrange (ELLENBERGER. Vergleichend Hist. der Haussaügethiere, Berlin, 1887).
29. BONNET. — Über Eingeweide-melanose. *Verhandl. D. ph. med. Ges. Wurtzburg*, 1890.
30. BOINET. — Ablation de capsules surrénales. *Soc. Biologie*, 1895.
31. BOWLES. — Infl. des rayons solaires sur la peau. *Monatshfte f. prak. Derm.*, 1894.
32. BROWN-SEQUARD. — *Physiol. des caps. surrénales. Arch. gén. de médecine*, 1856.
33. BRUCKE. — Ueber den Farbenwechsel der Chameleonen. *Sitz. q. ber. O. Win. Ak.*, 1851-52.
34. BRAULT. — Pigment pathol. *Bull. Soc. Anat.*, 1895.
35. CARNOT et DEFLANDRE. — Greffes pigmentées. *Soc. de Biologie*, 1896.
36. CARNOT (P.). — Nerfs chromato-moteurs. *S. Biologie*, 1896.
37. CASPARY. — Über den Ort. der Bildung des Hautpigments. *Arch. f. Derm. und. Syph.*, 1891.
38. COHN. — Revue générale in *Monatshfte prak. Derm.*, 1891.
39. CHASANOWITZ. — Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Kohlensäureauscheidung in thierischen Organismus. Th. Königsberg, 1872.
40. DARWIN. — Origine des espèces.
41. DEMIEVILLE. — *Arch. Virchow's*, LXXXI.
42. DOGIEL. — Rétine des Ganoïdes. *A. f. mikr. Anatomie*.
43. DONDERS. — Untersuchungen über die Entwicklung und den Wechsel der cilien. *A. f. Ophthalm.*, 1858.
44. DUBOIS et RENAUT. — Sur la continuité de l'épithélium pigmenté de la rétine avec les segments externes des cônes et des bâtonnets. *C. R.*, 1889.
45. DELÉPINE. — Pigment cutané. *The Journ. of Phys.*, XII, 1890.
46. EBNER. — Mik. Studien über Wachsthum und Wechsel der Haare. *Sitzungsber. d. Akad. Wien.*, 1876.
47. EDWARDS (W.). — Influence des agents physiques sur la vie, Paris, 1824.
48. EH RMANN. — Ueber das Ergrauen der Haare und verwandte Progressse. *All. Wiener méd. Zeitschrift*, 1884.

49. EHRMANN. — Zur Kenntniss von der Entwickl und Wanderung. des Pigments bei den Amphibien. *A. f. dermat. u. Syph.*, 1892.
50. EHRMANN. — Untersuchung über die Phys. des Haut Pigmentes. *Vierteljahrsh. f. dermat. u. Syph.*, 1885.
51. EIMER. — Über die Zeichnung der Thiere. *Zool. Anzeiger*, 1882-86.
52. ELKMANN. — Rôle thermique de la couleur de la peau. Analysé in *Rev. scientifique*, 1895.
53. FICK. — Ueber die Ursachen der Pigmentirung in der Netzhaut. *Arch. f. ophthalm.*, XXXVII.
54. FEERTAG. — Ueber die Bildung der Haare. *Dissert. Dorpat*, 1875.
55. FLEMMING. Zelltheilungen in den Keimschichten des Haares. *Monatsh. f. dermat.*, 1884.
56. FREDERICQ. — Physiologie du poulpe commun. *Arch. Zool. exp.*, 1878.
57. FISCHER. — Origine du pigment. *Arch. f. mik. Anat.*, 1896.
58. FLOYD. — Chemical character of the pigment of the negroes. *Jour. of the chemical Soc.*, 1877.
59. FUBINI et BENEDETTI. — Infl. de la lumière sur le chimisme respiratoire des anim. hibernants. *Arch. Italiennes de Biol.*, 1891.
60. GARCIA. — Beiträge zur Kenntniss des Haarwechsels bei mensch. Embryonen und Neugeborenen. *Morph. Arb.*, 1891.
61. GIARD. — Mimétisme et ressemblance protectrice. *A. Zool. exp.*, 1872 et *Bull. Scientifique*, 1888.
62. GIARD. — L'*Empis ciliata* insecto imitateur du *Bibio Marci*. *Bull. Scientifique*, 1873.
63. GIARD. — Sur le mimétisme parasitaire. *Ann. Société entomologique de France*, 1894.
64. GIROD. — Chromatophores des Céphalopodes. *Arch. Zool. exp.*, 1883.
65. GIROD. — Glande du Noir des Céphalopodes, th. doctorat ès-sciences, Paris.
66. GOLTZ (de Halle). — Congrès des naturalistes allemands, 1871. *Ann. in Rev. Scientifique*, 1872.
67. GOURFEIN. — Caps. surrénales. *Revue méd. Suisse Romande*, 1891.
68. HAACKE. — Über die Farben der Vogelfedern. *Ar. f. mik. An.*, 1890.
69. HALPERN. — Über das Verhalten des Pigments in der Oberhaut, des Menschen. *A. f. dermat. u. Syph.*, 1891.
70. HAMMER. — Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Haut. Stuttgart, 1891.
71. HEINGKE. — Bemerkungen über der Farbenwechsel einiger Fische. *Zeitsch. d. nat. vereinsf. Schleswigs Holstein*, 1875.
72. HIRSCHFELD. — Unters. über die schwarzen Farbstoffe der Choroidea und verwandte Pigmente. *Zeitsch. f. phys. Chemie*, 1889.
73. HALLIBURTON. — *Journ. of Physiol.*, t. VI.
74. HERMANN. — Weitere Unters. des Verhalten der Froschlarven in galv. Strom. *A. f. d. ges. Physiol.*, 1886.

75. HEITZMANN. — *Mikr. morphol.*, 1883.
76. JUERGENS. — Sarcome mélanique carcinomateux. *Berl. klin. woch.*, 1895.
77. JARISCH. — Ueber die Anat. und Entwicklung der Oberhaut pigm. bei frosche. *A. f. dermat. und syph.*, 1891.
78. JARISCH. — Über die Bildung des Pigments in der Oberhaut Zelle. *A. f. dermat. und syph.*, 1892.
79. KAPOSÍ. — Über Pathogenese der Pigmentirungen und Enfl. der Haut. *A. f. dermat. u. syph.*, 1891.
80. KARG. — Studien über Transplantierte Haut. *A. f. anat. und phys.*, 1888.
81. KAZZANDER. — Über die Pigmentat der Uterinschlamhaut. des Schafs. *A. f. mik. anat.*, 1890.
82. KEY et RETZIUS. — Zur Kenntniss der Saftbahnen in der Haut d. Mensch. (en allemand. RETZIUS. *Biol. Unters.*, 1881).
83. KUHNE. — Zur Photochemie d. Netzhaut, Heidelberg, 1877.
84. KOLLIKER. — Über die Entstehung des Pigmentes in den Oberhautgebilden. *Zeit. f. wiss. zool.*, 1887.
85. KRAUSE. — Beiträge zur Kenntniss der Haut der Affen. *Diss. Berlin*, 1888.
86. KELLER. — Ueber den Farbenwechsel des Chameleons, und einiger anderer Reptilien. *Ar. f. d. ges. phys.*
87. KRUKENBERG. — Vergleich. phys. Studien. zu Tunis, Mentone u. Palermo, III. Abth., 1880.
88. KELSCH. — Tr. des maladies des pays chauds, 1889.
89. KELSCH. — An. path. des fièvres paludéennes. *Arch. phys.*, 1875. *Arch. gén. méd.*, 1880.
90. KLIMSIEWICZ. — *Sitz der. k. Akad. der Wissensch.*, 1878.
91. LANGERHANS. — Ueber die Nerven der. Mensch. Haar. *Virchow's Arch.*, 1868.
92. LEYDIG. — Ueber die aussere Bedeck. der Amphibien. *A. f. mik. Anat.*, 1873-76.
93. LIST. — Zur Herk. des Pigments in der Oberhaut. *Anat. Anzeig.*, 1889.
94. LISTER. — On the Cutaneous pigmentary Syst. of the Frog. *Phil. trans.* 1859.
95. LODE. — Beiträge zur Anat. und Phys. des Farbenwechsels. der Fische. *Sitz. d. Wiener Akad.*, 1890.
96. LÖB. — Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Oxydations vorgänge in thieresch. Organ. *Pflüger's Arch.*, 1888.
97. LAVERAN. — Hématozoaire du paludisme. *C. R.*, 1881.
98. MAASS. — Zur Kenntniss des kornigen Pigments in Mensch. Korper. *A. f. mik. Anat.*, 1889.
99. MAURER. — Haut Sinnesorg. Feder und Haaranlagen. *Morph. Jahrbuch*, 1892.

100. MAYER. — Beitrage zur Lehre von Bau der Sinushaare. *A. f. mik. An.*, 1890.
101. METSCHING. — Beitrage zur Histol. des Haars. *A. f. mik. An.*, 1880.
102. METSCHING. — Histol. Studien uber Keratohyalin und Pigment. *Virch. Arch.*, 1889.
103. MILNE-EDWARDS. — Leçons sur la phys. et l'an. comp., t. X, 1874.
104. MAUREL. — Greffes dans les différentes races humaines. *S. Biologie*, 1878-1896.
105. MARC. — Vitiligo. *Virchows'Arch.*, 1894.
106. MEYER. — Exp. faites avec des greffes de peau colorée. *Chicago med. Journ. and. Exam.*, 1876.
107. MEYERSON. — Zur Pigmentfrage. *Virchows'Arch.*, 1889.
108. MIURA. — Beitrag. zur Kenntn. der Melanins. *Virch. Arch.*, 1887.
109. MAC MUNN. — *Proc. Roy. Soc.*, 1883.
110. MEREJCOWSKI. — *C.R.*, XCIII.
111. MORNER. — Zur Kenntniss von den Farbstoffen der melanotischen Geschw. *Zeit. f. phys. Chemie*, 1886.
112. MULLER. — Bewegungsercheinungen an. ramific. Pigmentzel., in der Epidermis. *Wurtab. Naturwiss. Zeitsch.*, 1860.
113. MARCHAL (P.). — Coloration des animaux. *Rev. Scientifique*, 1885.
114. NENCKI und SIEBER. — Weitere Beitr. z. Kenntniss der Thierisch. Melaninc. *A. f. exp. path. u. pharm.*, 1887.
115. NENCKI und BERDEZ. — Uber die Farbstoffe der melanotischen Sarkome. *A. f. exp. path. u. pharm.*, 1886.
116. NEUMANN. — Beitrage zur Kenntniss der pathol. Pigment. *Virch. Arch.*, 1888.
117. ORGLAS. — Etude sur la pathologie comp. des races humaines, à la Guyane. *Th. Paris*, 1886.
118. PFITZNER. — Die Epidermis der Amphibien. *Virch. Arch.*, 1867.
119. PERLS. — Nachweis. v. Eisenoxyd. in gewiss. Pigment. *Virch. Arch.*, 1867.
120. PICK. — *Vierteljahreschrift f. dermat. und. Syph.*, 1884.
121. PLUSCHKOFF. — Beitrage zur Histol. der Haut bei Säugethieren, 1896
En russe: Analyse de Lukjanow, in *Schwalbes Jahrb.*, 1896.
122. POUCHET. — Infl. des nerfs sur la colorat. *Journ. an. et phys.*, 1876.
123. POUCHET. — Des colorations de l'épiderme. *Thèse Paris*, 1864.
124. POUCHET. — Transform. du sang en pigment. *S. Biol.*, 1880-87.
125. POUCHET. — Infl. ablation des yeux. *Journ. anat. et phys.*, 1874.
126. POST. — *Arch. f. path. An. und physiol.*, CXXXV.
127. POULTON. — Orig. de la col. des larves phytophages. *Soc. Roy. de Londres*, 1886.
128. PHISALIX. — Chromatophores de la seiche. *A. phys.*, 1892.
129. PLATEY. — Ueber den Einfluss des Auges auf den thierisch. Stoffwechsel. *Pfluger's Arch. f. ges. phys.*, 1875.

130. QUINCKE. — Ueber siderosis. *Deutsch. Arch. f. klin., med.* Bd 25.
131. RANVIER. — Traité technique d'histologie.
132. RANVIER. — Arch. d'ophtalmol., 1882.
133. RECKLINGHAUSEN. — Handb. der all. Pathol. des Kreislaufes und der Ernährung, 1883.
134. REINKE. — Zellstudien über Pigment. *A. f. mik. An.*, 1894.
135. REINKE. — Unters. über die Horngebilde der Säugethierhaut. *A. f. mik. An.*, 1894.
136. REGNARD. — La vie dans les eaux. Paris, 1891.
137. RENAUT. — Dermatoses in dictionnaire Dechambre.
138. REAL-Y-BEYRO. — Embryologie de l'œil, th. Paris, 1885.
139. RETTERER. — Art. pigment, in dict. Dechambre.
140. RETTERER. — *Soc. biologie*, 1887.
141. RIBBERT. — Beiträge zur an. der Haut. *A. f. Naturgesch.*, 1878.
142. RIECKE. — Ueber Forben u. Entw. der Pigmentzellen der choroidea. *A. f. Ophth.*, 1891.
143. RIEHL. — Zur Kenntniss des Pigmentes in Haar. *Vierteljahrs. f. dermat. u. Syph.*, 1884.
144. RAYMOND. — Chromoblastes et maladie d'Addison. *Arch. physiol.*, 1892.
145. RETZIUS. — Die Sensiblen. Nervenendigungen in der Haut des Petromyzon. *Biol. Unters.*, 1892.
146. SCHMIDT. — Ueber die Verwandtschaft der hämatogenen und autochtonen Pigmente und deren Stellung zum sogenannter Hæmosiderin. *Verch. Arch.*, 1889.
147. SCHIFF. — Estirpazione della capsule soprarrenali. *Imparziale*, 1863.
148. SCHULTZE. — Freie Nervenenden in der Epiderm der Knochenfische. *Sitzungsber. der phys. mat. Akad. Berlin*, 1892.
149. SCHICKHARD. — Über die Einwirkung des Sonnenlichts auf den menschlichen Organen *Friedreich. Bl. ger. Med.*, 1893.
150. SCHWALBE. — Chang. de color. des animaux blancs l'hiver. *Morph. Arbeiten*, 1893.
151. SCHWALBE. — Ueber die Geschmacksorgane der Säugethiere. *A. f. mik. An.*, 1868.
152. SCHWALBE. — Ueber die Hautfarbe des Menschen und der Säugethier. *Deutsch. med. Wochens.*, 1892.
153. SEEBER. — Ueber die pigmente der Choroidea und der Haare. *A. f. exp. path und ph.*, 1886.
154. SOLGER. — Zur Kenntnis der Pigmentzellen. *Anat. Anzeiger*, 1891.
155. SOLGER. — Zur Structur der Pigmentzelle. *Zool. Anzeiger*, 1889.
156. SOLGER. — Ueber pigmentirte Zellen und deren Centralmasse. *Mittheilung des Naturvereins von Neu. Vorpommern.*, 1890.
157. STREDA. — Ueber den Haar Wechsel. *Arch. Reichert*, 1867.
158. STIRLING. — Beiträge zur Anat. der Cutis des Hundes. *Berichte. Gesell. Leipzig*, 1875.

159. UNNA. — Beiträge zur Histologie und Entwicklungs-geschichte Der Menschlichen Oberhaut und ihrer Anhangsgebilde. *A. f. mik. Anat.*, 1876.
160. UNNA. — Entwicklungsgeschichte und Anat. der Haut. Ziemssen's. Handbuch. der spec. Pathol., 1883.
161. UNNA. — Die Fortschritt der Haut anat. in den letzten 5. Jahren. VI das pigment. *Der Haut. Monatsch. f. bak. dermat.*, 1889.
162. VARIOT et DESFOSSES. — Pigment de la Seiche. *S. Biol.*, 1881.
163. VARIOT. — Lésions de la peau dans la mélanodermie congénitale. *Arch. phys.*, 1887.
164. VIRCHOW. — *Arch. Virchows*, t. I.
165. VULPIAN. — Leçons sur les vaso-moteurs, t. I.
166. VILLEJEAN. — Pigments et matières colorantes, Th. d'agrég., 1886.
167. VILLARD. — Nævus monstrueux. *Ann. Derm. et Syph.*, 1890.
168. VURM. — *Zeit. Wissen. Zool.*, XXXI.
169. WALDEYER. — Atlas der mentchl. und thier. Haare, 1884.
170. WALLACE. — Darwinismus, 1891.
171. WEBER. — Studien über Säugethiere, 1886.
172. WELCKER. — Ueber die Entwicklung und den Bau der Haut und Haare bei Bradypus. *Abhandl. Der Nat. gesel. zu Halle*, 1864.
173. WERTHEIM. — Ueber den Bau, u. s. w. *Sitzg. d. Wiener Ak.*, 1865.
174. WIDMARK. — De l'influence de la lumière sur la peau. *Verhandl. der biol. Vereins in Stockholm*, 1888-89.
175. WILD. — Ueber die Einwand von Pigment in das Epithel der Ausseren Haut bei Melanosarkom. Diss. Strasbourg, 1888.
176. WINGKLER. — Zur Frage nach der Ursprung des Pigmentes *Mittheilungen aus dem embryolog. Inst. der Univers. Wien. Schenk's Heft*, 1892.
177. WITTICH. — Die grüne Farbe der Haut unserer Frosche. *A. f. An. und phys. von Muller*, 1854.
178. YUNG. — Influence de la lumière. *Rev. Scientifique*.
179. ZALESKI. — Die Vereinfachung von makro- und mikro-chemischen Eisen-reaction. *Zeitsch. f. phys. Chemie*, 1890.
180. ZIMMERMANN. — Über die Theilung der Pigmentzellen. *A. f. mik. Anat.*, 1890.
181. STEINACH. — Über den Farbenwechsel bei nied. Wirbelthiere. *Cent. f. Phys.*, 1892.
182. CHARRIN et LANGLOIS. — Infection et capsules surrénales. *S. Biol.*, 1895.
183. PILLIET. — Capsules surrénales et pigments sanguins. *Arch. phys.*, 1895.
184. PETIT. — Recherches sur les capsules surrénales. *Thèse faculté des Sciences*, 1896.
185. EBERTH et BUNGE. — Nerfs des chromatophores. *A. f. mik. Anat.*, 1895.
186. DUPAIGNE. — Opothérapie surrénale. *Thèse Paris*, 1896.
187. COULLAUD. — Acanthosis nigricans. *Thèse Paris*, 1896.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I.

- Fig. 1. — Foie de lapin, après injection de pigment mélanique dans la veine marginale de l'oreille.
- Fig. 2. — Grand épiploon de jeune chien : fixation du pigment à son niveau après injection *sous-cutanée*.

Planche II.

- Fig. 1. — Rein de lapin, après injection intra-veineuse de pigment : élimination des granules au niveau des glomérules.
- Fig. 2. — Capsule surrénale de chien, après injection de pigment mélanique : fixation des granules dans les cellules surrénales.

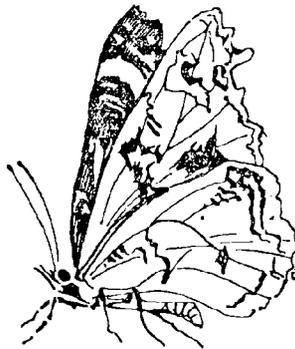


TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
INTRODUCTION.....	1
 I^{re} PARTIE ANATOMIQUE.	
Chapitre I. Le colorant.....	2
Chapitre II. Le granule pigmentaire.....	9
Chapitre III. La cellule pigmentaire.....	16
<i>a</i> , Mammifères.....	16
<i>b</i> , Batraciens et Poissons.....	23
 II^{re} PARTIE ANATOMO-PHYSIOLOGIQUE	
Chapitre I. Influence du granule (injections de pigment).....	30
Chapitre II. Influence de la cellule (greffes pigmentaires).....	42
Chapitre III. Influence des nerfs (nerfs chromato-moteurs).....	55
Chapitre IV. Sur la physiologie de la pigmentation.....	65
CONCLUSIONS.....	69
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.....	74
EXPLICATION DES PLANCHES.....	81





ÉTUDES DE MORPHOLOGIE EXTERNE
CHEZ LES ANNÉLIDES

PAR

FÉLIX MESNIL,

Agrégé, Docteur ès sciences naturelles.

II.

REMARQUES COMPLÉMENTAIRES SUR LES *SPIONIDIENS*. —
LA FAMILLE NOUVELLE DES *DISOMIDIENS*. — LA PLACE DES
AONIDES (sensu TAUBER, LEVINSSEN).

Planche III.

Je réunis ici les quelques documents nouveaux que j'ai recueillis sur les Spionidiens depuis la publication de mon mémoire dans ce *Bulletin* (tome XXIX, 1896, p. 110-288, pl. VII-XV). Je dois la plupart d'entre eux à la grande complaisance de M. le D^r LEVINSSEN, conservateur au Musée zoologique de Copenhague, qui a mis à ma disposition les types de ce musée. M. le D^r MICHAELSEN, de Hambourg, qui vient de publier un mémoire d'ensemble sur les Polychètes des mers allemandes (1), a bien voulu m'envoyer des *Polydora quadrilobata* JAC. de la baie de Kiel et un exemplaire

(1) MICHAELSEN. Die Polychæten fauna der deutschen Meere. *Wissenschaftliche Meeresuntersuch.*, herausg. von der Komm. z. Unters. der deutschen Meere in Kiel und der Biol. Anstalt auf Helgoland. Neue Folge. Bd II. H. I. 1897.

entier de *Disoma multisetosum* CÆRST. J'exprime ici mes remerciements les plus cordiaux à mes savants confrères. Enfin, j'ai recueilli au cap de la Hague, aux mois de juillet et août 1896, quelques espèces que je n'avais pas encore rencontrées, entre autres une Polydore nouvelle. Je puis ainsi compléter sur quelques points mon premier mémoire, et surtout exposer la place que doivent occuper, dans le système des Annélides, *Disoma* CÆRSTED et les deux espèces rangées dans le genre *Aonides* CLPD par TAUBER et LEVINSEN; toutes ces formes sont classées à tort parmi les Spionidiens.

Pour tout ce qui regarde la bibliographie, je renvoie à mon mémoire précité.

*

* *

I. — COMPARAISON DE *SPIO FILICORNIS* (FABR., CÆRST.) MMGR.
et *SPIO MARTINENSIS* MESN. (pl. III, fig. 1-3).

Deux flacons de la collection de Copenhague renferment des *Spio filicornis*. J'ai pu examiner trois extrémités antérieures et plusieurs extrémités postérieures. J'ai vu, dans tous les cas, les soies encapuchonnées commencer au 10^e sétigère (LEVINSEN dit du 10 au 14^e); l'un des exemplaires était pourtant de très grande taille; il avait plus de 1^{mm} 1/2 de large. Ces soies sont en général au nombre de 5 à 6 par rame (au lieu de 8 ou 9 chez *S. Martinensis*); mais l'exemplaire de 1^{mm} 5 de large en avait jusqu'à 9. Par leur forme, elles diffèrent peu de celles de *Spio Martinensis*: les pointes sont un peu plus aiguës, et la pointe externe plus fine (comparer les fig. 1 et 3); mais les soies de l'exemplaire de 1^{mm} 5 de large (fig. 2) étaient beaucoup plus voisines de celles de *S. Martinensis*. Je n'ai pu reconnaître la forme du prostomium.

Je persiste à croire que *Spio filicornis*, tel que le figure MALMGREN, et *Sp. Martinensis* constituent deux espèces distinctes (voir MESNIL, l. c., p. 130). Mais il existe peut-être des intermédiaires; et il est possible qu'une étude comparative des *Spio filicornis* de différentes provenances (entre autres les types du Groënland, dont parle MALMGREN), amène à fondre les deux espèces en une seule qui présenterait alors une variabilité dans les caractères, aussi grande que celle que j'ai montrée exister chez *Scoletepis fuliginosa* CLPD (l. c., p. 136).

II. — LE GENRE *MICROSPPIO* MESNIL.

J'ai décrit, à la page 149 de mon mémoire cité, la larve d'un Spionidien et j'ai émis l'opinion qu'elle devait être rapportée, soit à *Scolecopsis Girardi* (QFG), soit à *Microspio atlantica* (LNGHS), espèce qui n'avait encore été trouvée qu'à Madère. De nouveaux documents me font penser que ma seconde supposition est la vraie.

1° J'indiquais que la principale différence entre la larve décrite et *M. atlantica* est celle-ci : les soies encapuchonnées apparaissent constamment au 11^e sétigère chez la larve, au 9^e chez *M. atlantica*. J'ai, en juillet dernier, pêché au filet fin, dans l'anse St-Martin, des larves de 11 à 16 sétigères où l'apparition des soies encapuchonnées se faisait au 10^e. — *Le segment d'apparition est donc sujet à variation pendant le développement.*

Chez ces larves et d'autres plus âgées, *il n'y a qu'un seul faisceau de soies au 1^{er} sétigère* ; or je ne connais, en dehors des Polydores, que deux Spionidiens présentant ce caractère : *Nerinides longirostris* (St-J.), dont les soies encapuchonnées sont très différentes de celles de ma larve, et *Microspio atlantica*.

2° Enfin j'ai trouvé *M. atlantica* dans le sable fin de l'anse de Vauville (à l'ouest du cap de la Hague).

*
**

III. — LE GENRE *PYGOSPIO* CLPD.

En même temps que LEVENSEN m'envoyait des *Spio seticornis* (ERST. types, du musée de Copenhague, je recueillais cette espèce dans l'anse St-Martin, où elle vit dans une boue identique à celle qui renferme *Pygospio elegans* var. *minuta*, à Wimereux. Comme *Pyg. elegans*, *Spio seticornis* habite des tubes de sable fin.

J'ai pu d'abord me convaincre que *Spio seticornis* était une *Pygospio* et une espèce très voisine de *Pyg. elegans*. CÆRSTED en a donné une bonne figure d'ensemble dans les *Ann. Dan. Conspectus*, et CUNNINGHAM et RAMAGE une description exacte. Je veux simplement préciser les différences entre les deux espèces du genre *Pygospio*.

La différence frappante est la présence, au 2^e sétigère de *Pyg. seticornis*, de branchies bien figurées par CUNNINGHAM et RAMAGE et qui manquent toujours chez *P. elegans*; ces branchies sont nettement indépendantes de la lamelle dorsale. Elles paraissent très fragiles; elles étaient en mauvais état chez ceux de mes exemplaires ayant séjourné 24 heures dans un cristalliseur.

Les autres différences sont les suivantes. Les exemplaires de *Pyg. seticornis* sont plus grands que ceux de la *Pygospio elegans* de WIMBREUX; ils atteignent et dépassent 1 cent.; le nombre de leurs segments est souvent 60; la teinte est plus pâle; il existe un peu de pigment bleu verdâtre dans les segments antérieurs. Le lobe prostomial paraît plus atténué, plus allongé; il est nettement divisé en deux à l'extrémité, sans intercalation d'un lobe médian. Les soies encapuchonnées sont un peu différentes; la tige n'est pas nettement renflée chez *Pyg. seticornis* (fig. 4). Tous les autres points concordent.

La diagnose du g. PYGOSPIO que j'ai donnée, p. 119 de mon mémoire précité, devra porter: Branchies n'existant *régulièrement* qu'à partir du 11-12^e sétigère.

Ce genre comprendra deux espèces:

Pygospio seticornis CÉRST. (nec FABRICIUS), CUNNINGHAM et RAMAGE.
Pygospio elegans CLPD., MESNIL = *Spio Rathbuni* WEBST. et BEN. (1).

* * *

IV. — LE GENRE *POLYDORA*.

§ 1. — Description de l'extrémité antérieure d'une

Polydora sp. ? (Pl. III, fig. 6-8).

Un tube du Musée de Copenhague étiqueté *Spio filicornis* renferme un fragment antérieur de *Polydora* de 25 sétigères; ce fragment a 1^{mm} 5 de large.

Le prostomium est fortement bifurqué en avant; il porte *deux petits yeux*, en forme de haricot allongé, qui représentent probablement la paire antérieure normale. Le premier sétigère porte des

(1) En examinant avec soin la description et les figures de la larve p. 72 et pl. VIII, fig. 4-6 des *Beobachtungen*, je me suis convaincu que CLAPARÈDE avait eu sous les yeux la larve de *Pyg. elegans* dont je donne les caractères saillants, p. 178 de mon mémoire précité.

soies dorsales. — Le 5° sétigère a tous les faisceaux de soies ordinaires. Les soies anormales sont au nombre de onze fonctionnelles. Elles ressemblent à celles de *P. cæca* et *P. flava*, mais la partie distale est un peu élargie à l'endroit de la courbure, et la partie terminale est un peu plus courte (fig. 6 et 7). Les soies à capuchon apparaissent au 7° sétigère et sont accompagnées de 1 ou 2 ventrales inférieures jusqu'au 12° exclusivement. Il y a cinq soies à capuchon par rame; la pointe externe fait un angle assez faible avec l'interne et elle est particulièrement fine (fig. 8). Il y a un pharynx bien développé vers le 20° sétigère. Je n'ai rien pu noter sur les branchies.

Cette espèce est surtout voisine de *P. cæca*. Elle en diffère par la présence de deux yeux chez un exemplaire plus large que les *cæca* que j'ai examinées, par le nombre considérable (11) de soies anormales du 5° sétigère (ERSTED, chez des exemplaires de 1 pouce 1/2 sur 3/4 de ligne, ne note que 6 ou 7 acicules), par quelques particularités de ces acicules et des soies encapuchonnées (le nombre plus grand de ces dernières, 5 au lieu de 3 ou rarement 4, peut s'expliquer par la plus grande largeur du corps). Il serait intéressant de savoir s'il existe des soies dorsales particulières aux derniers sétigères. Le nombre des soies aciculaires du 5° sétigère est le même que chez *Leucodorum ciliatum* ERSTED; mais c'est le seul caractère commun.

J'éprouve quelque scrupule à créer une espèce nouvelle pour un simple fragment; pourtant je crois bien que c'en est une qui a sa place dans mon groupe I (l. c., page 241) entre *P. socialis* et *P. cæca*.

*
* *

§ 2. — Remarques sur *Polydora quadrilobata* JACOBI

(Pl. III, fig. 9-11).

M. MICHAELSEN a bien voulu m'envoyer deux exemplaires de cette espèce, et j'ai pu ainsi compléter la diagnose de JACOBI, que j'ai précédemment résumée dans mon tableau (l. c., p. 236).

Le prostomium est à peine bifurqué en avant (comme chez *P. ciliata*); en plus des quatre yeux normaux, j'en ai observé deux intermédiaires. Au 1^{er} sétigère, la lamelle dorsale est très nette, et

je crois, sans en être sûr, qu'il y a des soies dorsales (JACOBI ne signale qu'un faisceau à ce segment). Le 5^e sétigère porte 6 soies anormales (fig. 9 et 10); l'extrémité recourbée est creusée d'une cavité où sont insérés des poils formant pinceau; ces poils (tout à fait semblables à ceux qui terminent les soies de *P. polybranchia*) sont plus ou moins nombreux suivant l'usure de la soie; les soies dorsales supérieures sont très développées, fortement limbées; *il n'y a pas de dorsales antérieures.*

A partir du 7^e sétigère, soies encapuchonnées (fig. 11) normalement au nombre de 4 par rame; il existe en même temps des dorsales inférieures capillaires. La lamelle dorsale m'a paru indépendante de la branchie. Aux derniers sétigères, il existe des soies dorsales en poinçon (comme celles de *P. Caulleryi* figurées en 16); dans chaque faisceau, ces soies divergent à partir de leur base et forment des cônes de 45° d'ouverture. Le pygidium est découpé en quatre lobes semblables à ceux de *P. flava*. JACOBI, qui a étudié l'annélide par coupes, ne signale pas de pharynx; s'il en existe un, il est très peu développé (1).

P. quadrilobata me paraît devoir être classée dans mon groupe II (*armata-Langerhansi*), plutôt à cause de ses caractères négatifs que des positifs; elle a surtout une certaine ressemblance avec l'espèce suivante qui fait nettement partie du groupe.

*
* *

§ 3. — Description de *Polydora Caulleryi* n. sp.

Un *Platycarcinus pagurus*, pêché le 23 août 1896, à la limite des basses mers, sous les rochers qui terminent le cap de la Hague, était couvert de tubes de *Pomatoceros triquetus* L. Certains de

(1) Je crois qu'il existe une région très musculaire, précédant immédiatement la partie glandulaire du tube digestif, chez toutes les Polydoras. L'existence d'un pharynx chez ces Annélides a été signalée pour la première fois par MARION et BOBRETZKY chez une espèce qu'ils ont rapportée à *Polydora Agassizii* CLAP. Naples (*P. ciliata* JOHNST); j'ai pu, grâce à des matériaux que M. LÉGER a bien voulu m'envoyer, vérifier la justesse de leur détermination, et j'ai aussi constaté l'existence d'un tel pharynx chez des *P. ciliata* de la Manche. Mais chez cette espèce, il n'a jamais l'importance qu'il acquiert chez les Polydoras du type *vacca* (mon groupe I, p. 241).

ces tubes vides étaient remplis par les tubes de boue de diverses Polydores déjà connues (*P. Giardi* MÉSÉN., *P. cœca* ERST. avec 4 yeux, *P. flava* CLPD.) et d'une Polydore que je crois nouvelle.

J'ai eu deux exemplaires incomplets de cette dernière. L'un, presque entier, avait 8^{mm} de long sur 1/2^{mm} de large (dimensions de *P. Giardi*) et une quarantaine de sétigères. Le prostomium est faiblement échancré ; il ne porte pas d'yeux ; j'ai pourtant observé un peu de pigment diffus chez un exemplaire.

Le 1^{er} sétigère porte dorsalement 2 à 4 soies.

Au 5^e sétigère, il existe 3 ou 4 soies anormales fonctionnelles qui ont une forme bien caractéristique (fig. 12-14) ; elles sont fortement recourbées à l'extrémité et terminées par une pointe assez aigüe ; cette extrémité est recouverte d'un manchon très large et très grand, formé de fibres parallèles collées les unes aux autres. C'est le capuchon de *P. Langerhansi* développé avec exagération, et avec la structure des pinceaux de poils de *P. quadrilobata*. Le 5^e sétigère porte, en plus, un petit faisceau de dorsales supérieures, un fort faisceau de ventrales ; *il n'a pas de dorsales antérieures* (Cf. *P. armata* et *P. quadrilobata*).

Les branchies commencent au 7^e sétigère, ainsi que les soies encapuchonnées (fig. 15) ; le nombre normal de ces soies est 5 ; chez un exemplaire, il y en avait même quelquefois 6. Les 20 derniers sétigères ont des soies en poinçon (fig. 16), à structure lisse, [différence avec *P. armata* (1)] disposées en faisceau, avec un nombre égal de soies capillaires longues. Ce faisceau forme un cône ayant son sommet au point d'émergence des soies. Je n'ai pas vu de pharynx.

Les affinités de cette espèce avec *P. Langerhansi* et *P. armata* me paraissent indiscutables ; elle a divergé de la branche commune à tout mon groupe II (page 241, l. c.), à peu près en même temps que *P. armata*. *P. quadrilobata* s'est peut-être séparée plus tôt, mais elle a suivi une marche parallèle à *P. Caulleryi*.

(1) Ces soies en poinçon sont brunes et à structure rayée chez les *P. armata* de Madère et de l'anse St-Martin ; d'après CARAZZI, la structure est lisse chez les exemplaires de Naples ; j'ai observé le même fait chez un individu provenant du cap Horn.

V. — LE GENRE *PRIONOSPIO* MMGR.

Je n'ai pu tirer que peu de parti des exemplaires de *P. Steenstrupii* MMGR. du Musée de Copenhague noircis et ayant perdu toute transparence. Mais, j'ai pu faire un examen assez approfondi des types de la collection LANGERHANS (Wurmfauna von Madeira, *Z. Wiss. Zool.* T. 34, 1880). MALMGREN ne figure pas d'yeux chez son espèce et c'est sans doute un caractère très constant, puisqu'il l'indique spécialement dans la diagnose du genre. C'est là une différence importante, à cause de la régularité que je lui suppose, entre l'espèce type de MALMGREN, et celle décrite sous le même nom par LANGERHANS. Néanmoins, je crois que LANGERHANS a eu raison d'identifier son espèce avec celle de MALMGREN. *P. Steenstrupii* MALMGREN me paraît en effet avoir des soies dorsales à capuchon dans la région postérieure comme l'espèce de LANGERHANS ; ces soies sont en même nombre chez les exemplaires de LANGERHANS et chez ceux du Musée de Copenhague. La forme paraît être assez voisine ; si on compare ma fig. 5 (exemplaire de Copenhague) avec le dessin de LANGERHANS qui est très exact, on remarque simplement une différence dans la grosseur des pointes externes. Chez l'espèce de Madère, on reconnaît que les petites pointes externes, vues de face, sont toutes paires ; la forte pointe interne est seule impaire ; les premières paraissent des sortes d'arceaux allant, à partir d'un mamelon, extrémité terminale de la tige de la soie, rejoindre le capuchon de chaque côté. Je n'ai pu faire une semblable constatation sur les exemplaires de Copenhague.

Il est fort possible que, comme le croit LEVINSEN, *Pr. plumosus* M. SARS (1) = *P. Steenstrupii*. Peut-être en est-il de même de *Pr. tenuis* VERRILL (2). *Pr. cirrifera* WIRÉN (3) serait caractérisée par l'existence de 5 ou 6 paires de branchies au lieu de 4. Ces espèces auraient besoin d'être revues.

(1) G. O. SARS (d'après un manuscrit de M. SARS). *Bidrag til Kundskaben om Christ. fjord. Fauna.* 3, 1873.

(2) VERRILL. *Proc. U.S. Nation. Mus.* 2, 1880.

(3) WIRÉN. — *Vega-Expéditionens Vetensk. inkttagelser.* 2, 1883, p. 409.

P. Malmgreni CLPD., bien étudiée par CLAPARÈDE (1), puis par MARION et BOBRETZKY (2), est une espèce de plus petite taille que *P. Steenstrupii*. Son prostomium est *elliptique* en avant et non élargi; ses yeux rappellent tout à fait ceux de *Steenstrupii* LINGH (la paire postérieure comprend de véritables yeux composés, constitués par 7 ou 8 yeux simples avec cristallin enchâssé dans du pigment brun). Les soies à capuchon sont nettement à 3 pointes, les deux externes tout à fait comparables à l'interne; elles ne paraissent pas exister dorsalement (fig. 20 B de MARION et BOBRETZKY).

La systématique du g. PRIONOSPIO est donc assez confuse. Deux espèces, *Steenstrupii* (avec la variété oculifère de LANGERHANS) et *Malmgreni*, sont assez bien différenciées et il sera peut-être même nécessaire d'en faire les types de deux genres différents (soies dorsales à capuchon ou non; forme très différente de ces soies). Les autres espèces sont mal connues et leurs rapports avec les deux premières insuffisamment établis.

*
* *

VI. — LE GENRE *SPIOPHANES* GR.

J'ai observé des exemplaires de *Spiophanes Krøyeri* GR. provenant du Musée de Copenhague et recueillis dans deux localités différentes.

Je n'ai rien à changer à la diagnose du genre, telle que je l'ai donnée page 120 des *Spionidiens des côtes de la Manche*; j'y ajouterai que la présence de quelques soies ventrales plus grosses que les autres au 1^{er} sétigère est un caractère générique. Une étude plus attentive des *organes en filière* chez *S. Krøyeri* et *Bombyx* m'a montré qu'ils secrétaient des productions chitineuses de deux sortes: 1^o les organes des sétigères 5, 6, 7 et 8 produisent un grand nombre de très longs fils longeant l'organe glandulaire sur son bord antérieur (fig. 20); ces fils ont environ 1 μ . de diamètre; 2^o les organes des sétigères 9 à 14 inclus secrètent des soies courtes,

(1) CLAPARÈDE. *Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève*, 20, 1^{re} partie, 1869.

(2) MARION et BOBRETZKY. *Ann. Sc. Nat., Zool.*, 6^e série, 2, 1875.

fines, d'un diamètre au moins égal à 2μ à la base, allant en s'amincissant vers l'extrémité (fig. 21); ces soies forment un pinceau à l'extrémité externe de l'organe; on en voit aussi quelques-unes disséminées à l'intérieur.

Le tableau suivant résume les caractères différentiels des deux espèces *Kröyeri* et *Bombyx*.

<p style="text-align: center;"><i>Kröyeri</i> GRUBE. 17 mm. sur 1 mm. 90 sétigères et plus.</p> <p>Prostomium un peu élargi en avant; pas d'yeux.</p> <p>Les quatre premiers sétigères sont nettement reconnaissables dorsalement à cause de leurs rames notopodiales plus dorsales que celles des sétigères suivants.</p> <p>Les organes en filière sont développés dans le sens transversal; les <i>filis</i> des sétigères 5 à 8 sont sensiblement droits (1).</p> <p>Les soies encapuchonnées sont au nombre de 6-7 par rangée; elles sont nettement à 3 pointes; la pointe externe est double; <i>pas de capuchon</i>. (fig. 18-19)</p> <p>Grosse soie ventrale inférieure avant le 15^e sétigère.</p> <p>Pas de soies dorsales particulières aux derniers sétigères.</p> <p>Au moins 4 cirres anaux.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Bombyx</i> (CLAPARÈDE). 50 mm. sur 1 mm 5. 180 sétigères.</p> <p>Prostomium très élargi en avant avec 2 longues pointes latérales; 4 yeux ou 0.</p> <p>Les rames notopodiales des quatre premiers sétigères sont à peine plus dorsales que celles des sétigères suivants.</p> <p>Les organes en filière des sétigères 5 à 8 sont limaçoïdes; les <i>filis</i> sont enroulés en forme de 6 (2).</p> <p>Les soies encapuchonnées sont au nombre de 11-13 par rangée (chez les gros exemplaires); elles sont à 2 pointes; il existe une troisième pointe externe tout à fait rudimentaire. Capuchon. (fig. 17).</p> <p>Grosse soie ventrale inférieure à partir du 15^e sétigère.</p> <p>Soies dorsales un peu particulières aux derniers sétigères.</p> <p>2 Cirres anaux.</p>
--	--

LEVINSEN identifie avec doute *Sp. cirrata* SARS avec *Sp. KRÖYERI*. Je ne vois pas de différence entre ces deux espèces. SARS figure bien les soies à crochet à 3 pointes.

Le genre *Spiophanes* comprend donc deux espèces différentes :
Kröyeri GR. (GRUBE, MALMGREN, LEVINSEN) = *cirrata* SARS ;
Bombyx CLPD (CLAPARÈDE, MESNIL) = *Verrillii* WEBSTER =
(*Spio*) *crenaticornis* GIARD.

(1) Ces organes sont très développés aux sétigères 5, 6 et 7; ce sont des ellipses allongées allant de la surface du corps au tube digestif qu'elles compriment quelquefois. J'ai même observé qu'à un 5^e sétigère gauche, le sac se recourbait à angle droit et remontait jusqu'à la limite du 3^e et du 2^e sétigère. Les sacs sont très peu développés aux sétigères 8, 9 et 10, moyennement à 11, 12 et 13, peu à 14.

(2) Le développement subit peu de variations; les organes des 9^e et 10^e sétigères sont néanmoins plus petits que les autres.

VII. — LES AONIDES DE TAUBER ET LEVINSEN (*LEVINSENIA* N. GEN.).

Dans mon mémoire sur les Spionidiens, j'ai émis la supposition (p. 246) que ces deux espèces [*Aonides gracilis* TAUBER (1) et *fulgens* LEVINSEN] devaient être voisines du genre *Aonides* CLPDE tel que j'ai cru devoir l'interpréter, et rentrer peut-être dans le genre *Spionides* WEBST. et BEN.. Je croyais la détermination *Spionidien* certaine et je pensais que les tentacules avaient simplement disparu. J'ai pu examiner les exemplaires types du musée de Copenhague et me convaincre que ces Annélides ne sont pas des Spionidiens : à l'absence de palpes tentaculaires qui doit être réelle, s'ajoute ce fait que les soies courtes sont très différentes de celles si caractéristiques des Spionidiens.

LEVINSEN a décrit très exactement *Aonides fulgens*. Je me contente de représenter (fig. 23) une de ces soies courtes dont il dit qu'il en existe 1 ou 2 à chaque rame ventrale à partir du 46° sétigère environ. — *Aonides gracilis* TAUBER a un faux air d'*Aonides auricularis* CLPD., et je comprends fort bien que TAUBER ait rapporté son espèce au genre *Aonides*, alors mal connu. Mais, comme chez la précédente, les soies courtes sont de simples crochets (fig. 22) ressemblant à ceux des genres *Audouinia* et *Cirratulus*; il y en a 4 à 5 par rame à partir du 20° sétigère environ. J'ai examiné avec beaucoup de soin les soies des deux espèces; elles sont glabres. Les capillaires sont longues, très fines, légèrement limbées. Les branchies rappellent celles des Ariciens et de certains Spionidiens; je n'ai pu, sur des exemplaires conservés, étudier les vaisseaux branchiaux (2).

Un nouveau genre doit être créé pour ces deux espèces. Je le dédie à M. le D^r LEVINSEN, le savant annélidologue de Copenhague. Une étude complète du genre *Levinsenia* est nécessaire pour préciser ses affinités.

Il a quelques caractères d'Aricien : forme du prostomium et des branchies; mais il n'en a pas les soies annelées si caractéristiques

(1) TAUBER. *Annulata Danica*. Copenhague, 1879.

(2) J'ai recueilli, le 28 août 1896, dans le sable de l'anse de Vauville, près du cap de la Hague, un fragment vert sombre d'une Annélide qui est certainement *Aonides fulgens*. Je n'ai pu, étant à la veille de mon départ, me procurer d'autres exemplaires.

Je crois qu'on devra surtout le rapprocher des Cirratulien : la forme et la distribution des soies plaident en faveur de cette manière de voir. Il a, il est vrai, des branchies très courtes ; mais c'est là, je crois, une considération secondaire ; G.-A. HANSEN (*Nordhavs Expeditionen*) a d'ailleurs signalé un Cirratulien sans branchies. Si *Levinsenia* est un Cirratulien, il faudra le rapprocher du genre *Cirrineris* BLV.

Quoi qu'il en soit, c'est certainement un type très primitif de Polychète. La formation des premiers anneaux du métastomium serait intéressante à suivre ; il serait important de savoir si la différenciation des trois premiers anneaux sétigères, nette chez l'adulte, se produit tardivement et alors n'a pas de signification phylogénique (cf. région *thoracique* de *Magelona*, des Serpuliens, des Oligochètes), ou bien existe déjà chez l'embryon ; nous aurions dans ce cas une Annélide où l'archipodium persisterait bien caractérisé chez l'adulte avec ses trois segments.

*
**

VIII. — LA FAMILLE DES *DISOMIDÆ*.

Le genre *Disoma* a été créé en 1844 par ERSTED pour une espèce dont il donne la diagnose et d'excellentes figures, mais en commettant l'erreur de prendre le dos pour le ventre. Depuis, MÖBIUS (*Pommerania Exp.* I, 1873), LEVINSEN, et surtout MICHAELSEN (*Polychæten der deutschen Meere*, l. c., p. 41) ont précisé nos connaissances sur cette forme intéressante.

MICHAELSEN confirme la description de ses prédécesseurs pour l'extrémité antérieure du corps ; mais il fait connaître pour la première fois la structure complète de la région postérieure ; il décrit les branchies ventrales, les soies dorsales disposées en roue ; et il montre que c'est l'extrémité postérieure d'une *Disoma* que LEVINSEN a décrite sous un nom nouveau : *Trochochæta Sarsi* dans ses *Nordiske Annulata*, etc., p. 132, pl. II, fig. 6-7. — MICHAELSEN émet quelques doutes sur l'identité de son espèce avec celle d'ERSTED. J'ai eu entre les mains les types des Musées de Copenhague et de Hambourg, et je puis certifier leur identité. C'est

aussi à *Disoma multisetosum* que l'on doit rapporter *Thaumastoma singulare* W. et B., espèce décrite dans les *Incertæ sedis* par WEBSTER et BENEDICT [*U. S. comm. Fish and Fisheries* (1881) 1884, p. 737, pl. 7, fig. 85-94]; en lisant avec soin cette description et en la débarrassant de quelques erreurs (le 1^{er} sétigère décrit correspond en réalité aux deux premiers), on se convaincra de la justesse de l'identification que je propose. L'examen de quelques exemplaires de *Disoma* me permet de faire les remarques suivantes :

Les rames sont très développées, surtout antérieurement. Le mamelon dorsal est peu proéminent; mais le ventral est très développé, perpendiculairement à la surface du corps. Les soies dorsales, disposées en éventail, existent jusqu'au 12-17^e sétigère inclusivement (1), et diminuent de nombre dans les derniers segments. Ces soies sont capillaires et limbées (fig. 25); le limbe est en général découpé assez finement. Plus en arrière, apparaissent les mamelons de soies aciculaires disposées en roue que LEVINSEN a très bien figurés (pl. II, fig. 6).

Les soies ventrales, disposées en pinceau, sont en majorité analogues aux dorsales (fig. 25). Au 2^e sétigère, on a 3 ou 4 soies aciculaires assez grosses, à surface lisse; au 3^e sétigère, mêmes soies aciculaires, mais d'une épaisseur double (fig. 27). Du 4^e au 12-17^e sétigère, on a en général 1 ou 2 soies complètement adultes, et plusieurs à demi-adultes, ayant une forme assez particulière (fig. 24); elles portent des poils, très longs surtout à l'extrémité des soies; cette extrémité porte une paire d'encoches latérales. Après le 12-17^e sétigère, la rame ventrale se compose encore d'un mamelon assez allongé, conique, et d'un cirre bien net; elle porte deux soies assez grosses (fig. 26), et 1 ou 2 capillaires très fines. Puis, apparaissent plus ventralement les branchies, bien figurées par LEVINSEN (Pl. II, fig. 7) et sur lesquelles MICHAELSEN a appelé l'attention

En 1844, on ne connaissait, parmi les Annélides, que chez les Spionidiens l'existence de deux longs cirres tentaculaires sur les côtés du prostomium. Aussi ØRSTED n'hésita pas à placer son nouveau genre dans cette famille. Tous les savants qui ont réétudié *Disoma* adoptent implicitement cette manière de voir. CLAPARÈDE (2)

(1) Je crois bien qu'il n'existe pas de dorsales au 2^e sétigère.

(2) CLAPARÈDE. *Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève*, 20, 1^{re} partie, 1869,

avait pourtant déclaré avec raison que la place de *Disoma* serait à préciser, et à fixer peut-être au voisinage des Chætoptériens. LEVINSEN a rapproché de *Disoma* le genre *Pœcilochoætus* CLPD. (voir EHLERS, *Zeitschr. f. wiss. zool.*, 25, 1875, p. 9, pl. 1, fig. 1). Je me range assez volontiers à son avis, sans avoir pourtant une conviction bien ferme.

D'abord, nous devons nous demander si *Pœcilochoætus fulgoris* est l'adulte de la larve décrite p.77 des *Beobachtungen*. La différence principale réside dans la forme du prostomium. LEVINSEN, qui a observé des larves très âgées, a montré que les soies du premier sétigère se relevaient pour entourer le prostomium et que les appendices de la partie antérieure devenaient de longs tentacules. CLAPARÈDE n'a pas observé ceux-ci chez *Pœcilochoætus*. Je ne vois aucun inconvénient à admettre qu'ils ont été enlevés; je les considère comme des palpes et non comme les cirres du premier anneau du métastomium; il y a parfaitement place pour eux sur le dessin de CLAPARÈDE.

Le prostomium dessiné par CLAPARÈDE était peut-être incomplet, comme le croit LEVINSEN; mais il est possible aussi que chez l'adulte il soit aussi rudimentaire. Par son prostomium, *Pœcilochoætus* serait à *Disoma* et à la larve des *Beobachtungen* comme, chez les Amphinomiens, par exemple, *Euphrosyne* est à *Eurythoë*; la larve reproduirait alors, dans l'ontogénie, la phase *Disoma* par où a dû passer phylogénétiquement, *Pœcilochoætus*. Quoi qu'il en soit de ces considérations très hypothétiques, et en laissant de côté le prostomium, il me semble que les deux genres *Pœcilochoætus* et *Disoma* doivent être maintenus. Leurs différences seraient, en laissant les caractères du prostomium de côté :

DISOMA	PŒCILOCHEÆTUS
Cirres, ou bien tuyautés, ou bien courts et coniques. Branchies ventrales digitiformes dans la région postérieure du corps.	Cirres renflés à la base, puis atténués.
Mamelons sétigères dorsaux très allongés.	Mamelons sétigères peu saillants.
Pieds biramés dans les régions antérieure et postérieure; la rame dorsale manque dans la région moyenne.	Pieds biramés jusqu'à l'extrémité postérieure du corps (?).
Soies en lancette (fig. 24) à la rame ventrale de la région antérieure; les autres soies barbelées. Soies aciculaires aux rames dorsales postérieures.	Soies lisses dans la région antérieure du corps, barbelées dans la région moyenne; grosses soies épineuses dans la région postérieure.

Ces deux genres, par leur prostomium avec palpes tentaculaires très longs, rappellent les Spionidiens et certains Chætoptériens.

Mais il n'ont pas d'autres caractères communs avec les Spionidiens. Sans doute, ils ont aux 2^e, 3^e et même 4^e (*Pæcilochètus*) sétigères des soies ventrales anormales qui rappellent celles des Polydores et des Chætoptériens, mais je ne vois là qu'un caractère d'adaptation commun (1), et non de parenté.

Les deux genres s'éloignent des Chætoptériens, en ce qu'ils ne possèdent pas cette région abdominale si spéciale à ces derniers. Néanmoins les rames de *Disoma* rappellent un peu celles de la région antérieure des Chætoptériens.

Je suis amené à créer une famille nouvelle, celle des DISOMIDÆ. Ses caractères seront :

Prostomium très simple, avec 2 longs palpes tentaculaires analogues à ceux des Spionidiens. Pieds biramés, au moins dans la région antérieure, uniquement avec soies simples. Soies de formes variées, particulièrement grosses soies épineuses, soies barbelées, grosses soies en lancette. Soies aciculaires aux rames ventrales des sétigères 2, 3, même 4. Jamais deux régions du corps nettement distinctes. Cirres ventraux et dorsaux, allongés ou tuyautés.

Quant à la place de cette famille, elle est entre les Spionidiens et les Chætoptériens, un peu plus voisine de ces derniers.

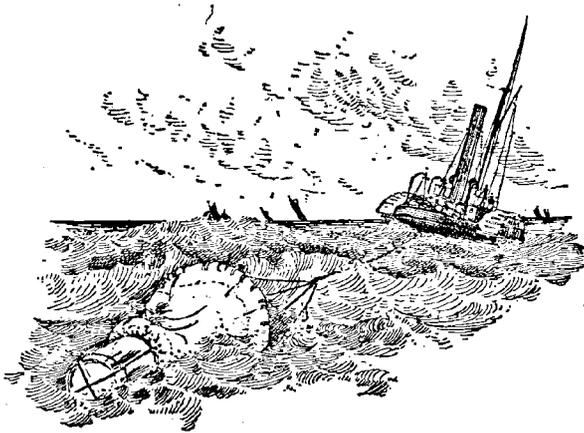
Peut-être les deux genres dont je m'occupe ont-ils des affinités avec les *Aphroditiens* et les *Amphinomiens*? La forme de leurs soies, et en particulier des grosses soies épineuses de *Pæcilochètus*; — le tentacule impair de ce genre (s'il existe); — les deux longs palpes; — la tendance du premier sétigère à enserrer le prostomium, — constituent un nombre de faits assez grands pour autoriser cette supposition.

Oserai-je faire entrer en ligne de compte ces sortes de verrues qui recouvrent le corps de *Pæcilochètus* et qui rappellent si bien

(1) Ce caractère d'adaptation existe au-si dans le g. *Sclerocheilus* GR. de la famille de Scalibregmidés. Les cirres tuyautés de *Disoma* (voir les fig. de MÆBIUS) rappellent un peu les branchies de *Scalibregma*.

par leur structure les aspérités des élytres ou des cirres des Aphroditiens ? J'hésite à croire, comme LEVINSEN, que ces productions, si nettement décrites et dessinées par CLAPARÈDE, étaient étrangères à l'Annélide.

Paris, 6 novembre 1896.



EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

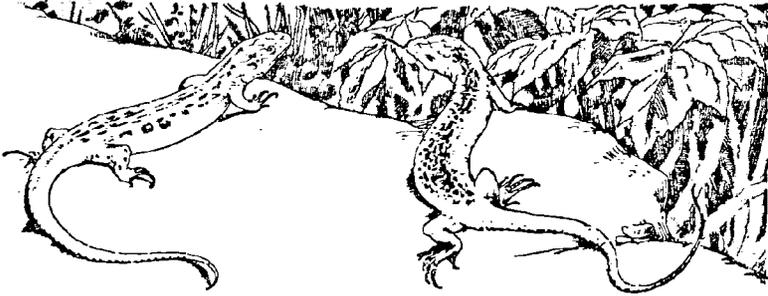
Microscope Leitz. — Chambre claire.

- Fig. 1. — Soie encapuchonnée du 79^e sétigère de *Spio Martinensis* MESN. G. = 540.
- Fig. 2. — Soie encapuchonnée d'un sétigère antérieur du gros exemplaire de *Spio flicornis* FABR. G. = 540.
- Fig. 3. — Soie encapuchonnée d'un sétigère postérieur de *Sp. flicornis* FABR. G. = 540.
- Fig. 4. — Soie encapuchonnée de *Pygospio seticornis* (ERST.) G. = 540.
- Fig. 5. — Soie encapuchonnée de *Prionospio Steenstrupii* MALMGR. (type du Musée de Copenhague). G. = 540.
- Fig. 6. — Soie encapuchonnée de *Polydora* sp ? G. = 540.
- Fig. 7. — Soie anormale du 5^e sétigère de *Polydora* sp ? (5^e soie à l'ancienneté), vue de profil. G. = 310.
- Fig. 8. — Soie anormale du 5^e sétigère du même (9^e soie à l'ancienneté), vue de face. G. = 310.
- Fig. 9. — Soie anormale du 5^e sétigère de *Polydora quadrilobata* JAC. (2^e soie à l'ancienneté), vue de profil. G. = 540.
- Fig. 10. — Soie anormale du 5^e sétigère du même (5^e soie à l'ancienneté), vue de profil. G. = 540.
- Fig. 11. — Soie encapuchonnée de *P. quadrilobata*. G. = 540.
- Fig. 12. — Soie du 5^e sétigère de *Polydora Caulleryi* n. sp., vue de 3/4. G. = 540.
- Fig. 13. — Soie du 5^e sétigère de *Polydora Caulleryi*, vue de face. G. = 540.
- Fig. 14. — Soie du 5^e sétigère de *Polydora Caulleryi*, vue de profil. G. = 540.
- Fig. 15. — Soie encapuchonnée de *P. Caulleryi*. G. = 540.
- Fig. 16. — Soie dorsale des derniers sétigères du même. G. = 540.
- Fig. 17. — Soie encapuchonnée de *Spiophanes Bombyx* (CLPD.) G. = 540.
- Fig. 18. — Soie encapuchonnée de *Spiophanes Krøyeri* GR., vue de profil. G. = 540.
- Fig. 19. — Soie encapuchonnée du même, vue de 3/4. G. = 540.
- Fig. 20. — Organe en filière du 7^e sétigère de *Sp. Bombyx*. G. = 80.
- Fig. 21. — Organe en filière du 11^e sétigère de *Sp. Bombyx*. G. = 80.
- Fig. 22. — Soie courte ventrale de *Levinsenia gracilis* (TAUBER). G. = 540.
- Fig. 23. — Soie courte ventrale de *Levinsenia fulgens* (LEV.) G. = 540.
- Fig. 24. — Soie ventrale en lancette de *Disoma multisetosum* (ERST.) G. = 540.
- Fig. 25. — Soie capillaire fine de *Disoma multisetosum*. G. = 540.
- Fig. 26. — Grosse soie ventrale de la région postérieure. G. = 540.
- Fig. 27. — Soie aciculaire du 3^e sétigère. G. = 540.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages
I. — Comparaison de <i>Spio flicornis</i> (FABR., (ERST) MMGR. et <i>Spio Martinensis</i> MESN.....	84
II. — Le genre <i>Microspio</i> MESNIL.....	85
III. — Le genre <i>Pygospio</i> CLPDE.....	85
IV. — Le genre <i>Polydora</i> BOSQ.....	86
§ 1. Description de <i>Polydora</i> sp. ?.....	86
§ 2. Remarques sur <i>P. quadrilobata</i> JAC.....	87
§ 3. Description de <i>P. Caulleryi</i> n. sp.....	88
V. — Le genre <i>Prionospio</i> MMGR.....	90
VI. — Le genre <i>Spiophanes</i> GR.....	91
VII. — Les <i>Aonides</i> de TAUBER et LEVINSSEN (<i>Levinsenia</i> n. g.).....	93
VIII. — La famille des <i>Disomidæ</i>	94





CONSTITUTION DU CARPE DES ANOURES,
RÉPONSE AU D^r C. EMERY, DE BOLOGNE,

PAR

A. PERRIN,
Professeur au Lycée Carnot.

A la suite de mon travail sur le *Carpe des Anoures*, qui a paru dans le Bulletin scientifique de 1895, M. C. EMERY vient de publier dans ce même recueil quelques observations auxquelles je répondrai brièvement.

Dans mon travail, je disais que M. C. EMERY ne donnait pas la preuve de certains faits servant de base à sa théorie. En réponse à cette affirmation M. EMERY m'a écrit : « les preuves que vous n'avez pas trouvées dans ma communication préliminaire de 1890, vous les auriez trouvées dans un mémoire étendu avec figures et photographies paru en 1894 (1) ». J'avoue que lors de mon travail je ne connaissais pas le mémoire qui, sauf erreur de ma part, n'a pas été cité dans l'*Anatomischer Anzeiger*. Sur ce point, je donne toute satisfaction à M. EMERY, et au lieu de dire qu'il n'a pas donné de preuves, je dirai que les preuves données ne me paraissent ni décisives, ni suffisantes ; elles ont en outre le tort grave de suivre de plusieurs années une théorie à laquelle elles auraient dû servir de base.

L'interprétation, que M. EMERY donne de la main de l'Anoure, diffère de la mienne sur deux points, les seuls que je vais examiner en tenant compte des dernières publications du savant professeur de Bologne.

(1) Studi sulla morfologia dei membri degli Anfibi e sulla flogenia del chiropterigio (*Ricerche. laborat. Anat. Roma*, vol. IV).

1° Le doigt externe est considéré par EMERY comme un *quatrième* doigt, tandis que pour moi c'est un *quatrième et cinquième* doigts réunis.

2° Les os du carpe appelés par DUGÈS *semi-lunaire* et *scaphoïde* sont, d'après M. EMERY : le premier *la réunion de l'intermédiaire, du radial et d'un central*, le deuxième le *carpien du proepollex*. Il y aurait en outre un deuxième central soudé au carpien du troisième doigt. Me basant sur des résultats fournis par la myologie comparée, je considère le semi-lunaire de DUGÈS comme un *intermédiaire* et le scaphoïde comme un *radial*, ne préjugant rien de la position du central dont ma méthode ne peut indiquer avec certitude la situation.

Sur le premier point, je ferai remarquer à M. EMERY que ses observations ne portent que sur le cinquième carpien et non sur le doigt lui-même. De ce qu'il ne l'a pas vu se diviser, il ne résulte pas que cette division n'a pas eu lieu autrefois de façon à donner un quatrième et cinquième doigts homologues de ceux que l'on observe chez certains Batraciens fossiles, ou dans le pied des Batraciens actuels. Si je considère ce rayon comme un quatrième et cinquième doigts réunis, c'est qu'il possède des muscles caractéristiques de ces deux doigts mais particulièrement du cinquième. Ce qui caractérise le doigt ce sont les muscles, organes actifs du mouvement, plutôt que les os simples leviers passifs.

Avant de discuter le deuxième point sur lequel nous sommes en désaccord, je ferai une remarque à M. EMERY. Dans la réponse, qu'il m'adresse au sujet de mon travail, on peut lire : « Le mode de développement du « scaphoïde » montre qu'il est dès l'origine, détaché du radius dont il se rapproche secondairement : cela a été d'ailleurs suffisamment prouvé par HOWES et RIDWOOD. » Or on lit chez ces auteurs (1) (p. 159) ; « If we admit that the Pelobatoïd fore foot is the more primitive, we are forced to the conclusion that the naviculare belongs to *the proximal* series. » On voit qu'ils sont sur ce point très peu affirmatifs. En outre si on se rapporte aux coupes dessinées dans le dernier mémoire de M. EMERY, on voit (Pl. I, fig. 1, b) que l'ébauche du scaphoïde est à peu près sur la même ligne que l'ulnaire et le radial. Quand il est devenu cartila-

(1) On the carpus and tarsus of the anura (*Procéd. Zool. Soc. London*, 1888).

gineux on voit (Pl. I, fig. 3, a) que sa partie proximale est au contact du radius au même titre que le cartilage appelé radial par cet auteur.

Le fait n'a pas d'ailleurs une grande importance. Le déplacement du scaphoïde est dû à la torsion de la main par rapport à l'avant-bras, torsion qui d'après JORDAN (1) a lieu dans les derniers stades qui précèdent l'émergence du membre. Il est donc fort possible que cet os ne se rapproche que secondairement du radius. Mais chez l'adulte il est certain que dans un très grand nombre de cas le scaphoïde s'articule avec l'os de l'avant-bras. C'est ce que BRÜHL a constaté chez la *Rana pipiens*, GEGENBAUR chez différentes espèces de *Bufo*, HOWES et RIDWOOD chez les genres *Leptodactylus* et *Ceratophrys*, et moi-même je l'ai observé chez le *Bufo pantherinus*. Dans d'autres genres le scaphoïde est au contact ou très rapproché du radius, mais ne s'articule pas avec lui, c'est ce que HOWES et RIDWOOD ont dessiné dans les genres *Pelobates*, *Xenophrys*, etc., et ce que j'ai observé dans les genres *Rana* et *Discoglossus*.

Comment admettre qu'un carpien, c'est-à-dire un os appartenant essentiellement au bord distal du carpe ait subi un tel déplacement ? Comment expliquer la grosseur exagérée de ce carpien destiné à supporter un doigt rudimentaire, absolument sans rôle fonctionnel, alors que les carpiens vont en décroissant rapidement du bord ulnaire au bord radial du carpe, et que le carpien du doigt le plus voisin est presque invisible ? Quelle nécessité physiologique ou quelle raison phylogénétique pourrait-on invoquer pour expliquer, que ce carpien du præpollex, qui a dû se former à l'extrême bord radial, ait pu traverser tout le carpe pour venir s'articuler avec le carpien du doigt externe ? Il serait impossible de trouver un fait analogue dans la série animale.

Ainsi sans parler de preuves tirées des insertions musculaires, une théorie, qui considère le scaphoïde comme l'homologue du carpien du præpollex, me semble en contradiction avec tous les faits connus d'ostéologie comparée.

Cette théorie est également en opposition avec les conclusions que l'on peut tirer, au point de vue phylogénétique, des faits embryologiques. Chez les Urodèles, et M. EMERY en convient, le central, l'intermédiaire et l'ulnaire forment d'abord une masse unique, qui se subdivise secondairement. Comment concevoir alors que chez les

(1) Die Entwicklung der vorderen Extremität der Anuren-Batrachier, Leipzig, 1888.

Anoures on puisse trouver au début du développement dans la rangée proximale un ulnaire, un central et un intermédiaire distincts, qui se fusionneraient secondairement? Il me semble pourtant impossible d'admettre que les Urodèles soient plus éloignés du type ancestral que les Anoures. Comment expliquer la présence de deux centraux, dont l'un se souderait avec la rangée proximale, l'autre avec la rangée distale? Que M. EMERY me permette de lui rappeler ses propres expressions: « Wir Können es als ein festes Resultat betrachten, dass das Centrale eine ursprüngliche centrale Stellung besessen haben muss und ferner, dass wo mehrere Centralia vorhanden sind, dieselben eine *zusammenhängende Gruppe* bilden (1) ». Trouve-t-il que chez le *Pelobates* les deux centraux qu'il décrit forment un groupe ayant beaucoup de cohésion?

Les auteurs, qui ont étudié cette question (JORDAN, BORN, HOWES et RIMEWOOD) n'admettent pas cette division préalable du semi-lunaire, qu'ils se soient servi ou non de la méthode des coupes. Ma théorie concorde parfaitement avec l'interprétation de BORN et n'en diffère que par la nomenclature des doigts, car je considère comme un proëpollex ce que BORN (2) désigne comme un premier doigt.

Quant à contrôler par l'observation directe les faits cités par M. EMERY, comme ce savant m'y engage, n'étant pas un embryologiste de carrière, je me refuse à essayer. Les erreurs dues aux embryologistes d'occasion sont trop nombreuses pour que je m'expose à en augmenter la liste.

En résumé la division primitive du semi-lunaire et la désignation du scaphoïde comme carpalien du proëpollex, qui en est la conséquence est en contradiction avec de nombreux faits d'anatomie et d'embryologie comparées, elle repose sur des coupes faites sur quelques échantillons appartenant au seul genre *Pelobates* (le *Bufo*, le *Bombinator*, l'*Hyla* ne se prêtant pas à cette constatation et la *Rana* assez peu) et ces échantillons, au dire de M. EMERY, étaient même en mauvais état (3), si bien qu'il n'a pu les colorer.

Dans ces conditions, je maintiens que la preuve n'est pas faite.

Paris, le 1^{er} juillet 1896.

(1) Zur morphologie des Hand- und Fuszskeletts (*Anatom. Anzeiger*. Jahr V, 1890).

(2) Nachträge zu carpus and tarsus (*Morph. Jahrb.*, vol. VI, 1880).

(3) « Avendo a mia disposizione soltanto esemplari in alcool, la cui conservazione, dal punto di vista istologico, non era perfetta, ho dovuto rinunziare a studi di minuta istologia e alle colorazioni che richiedono la fissazione in acido cromatico ».



RECHERCHES
SUR LES *THALICTRUM* DE FRANCE,

PAR

PAUL PARMENTIER,
Docteur ès Sciences.

Planches IV et V.

PRÉFACE.

Les difficultés que l'on éprouve, même avec les meilleures *Flores*, dans la détermination des *Thalictrum* m'ont décidé à aborder l'étude anatomique de ce genre. J'ai passé successivement en revue tous les organes de la plante depuis la racine jusqu'au fruit inclusivement, m'efforçant surtout de dégager des effets de l'adaptation les caractères déterminatifs. Bien souvent ces caractères se sont trouvés masqués et difficiles à saisir. Je les ai surtout rencontrés dans les organes souterrains à évolution rapide et à l'abri, temporairement au moins, de l'action du milieu ambiant. Les jeunes racines adventives m'en ont fourni plusieurs. J'ai eu à ma disposition de nombreux matériaux d'herbier où la même plante se trouvait fréquemment représentée par des spécimens de provenances très diverses. Je les ai tous examinés dans le but de saisir le sens de l'évolution des différents caractères épharmoniques ainsi que leur importance taxinomique.

Certains botanistes ont daigné me mettre en garde contre les déterminations d'herbier qui très souvent sont erronées. D'autres ont essayé, je ne sais dans quel but, de me démontrer l'inanité de

recherches entreprises dans le milieu retiré et obscur où je réside. Ces considérations, si sérieuses de prime abord et bien de nature à décourager un travailleur de mauvaise trempe, ne m'ont point arrêté. Je n'accorde qu'une créance médiocre aux étiquettes d'herbier et j'en contrôle toujours les données. Enfin si le centre que j'habite ne m'offre aucune ressource matérielle, j'y remédie, dans la mesure du possible, en m'adressant, chaque fois que cela est nécessaire, aux botanistes éclairés et obligeants.

Un autre botaniste de grande valeur me faisait aussi remarquer, l'an dernier, que les tableaux généalogiques, tels qu'on les dresse, sont plutôt l'œuvre de l'imagination que l'expression exacte des faits. Cette réflexion est aussi celle de nombreux floristes et il est facile d'y répondre.

Pour écrire l'histoire d'un phylum naturel ou d'un groupe plus ou moins complexe de végétaux, il faut savoir interpréter tous les caractères, héréditaires ou non, phylétiques ou épharmoniques, fournis par la plante soumise aux diverses influences de milieux, avoir suivi, pas à pas, l'évolution de ces caractères chez le même individu, savoir reconnaître leur degré de fixité ainsi que leur valeur spécifique. La comparaison seule des données organographiques entre elles est insuffisante ; elle ne permet que d'établir des différences caractéristiques entre les divers individus, différences qui, si elles sont trop faibles ou instables, mènent fatalement au *jordanisme* voire même au *gandogérisme* !

Pourquoi n'aurais-je pas aussi bien le droit d'affirmer que telle plante est une espèce, une race ou une variété en spéculant judicieusement sur les caractères externes et internes, que tout autre botaniste qui, négligeant les données anatomiques, n'aurait recours qu'au faciès et à l'organisation externe du végétal, c'est-à-dire à des caractères *plus instables* que ceux fournis par l'histologie ? L'étude est complète et scientifique de mon côté, il faut le reconnaître !

Plusieurs botanistes descripteurs et des plus compétents ont compris, en y faisant appel, le rôle important et indispensable de l'anatomie dans la détermination et le classement des plantes et des genres critiques ou litigieux, ainsi que dans les réductions spécifiques. Si donc l'anatomie prête un appui si efficace dans les cas difficiles, combien cet appui est-il plus important dans les questions ordinaires ! La méthode naturelle de l'illustre DE JUSSIEU, admirable dans ses

grandes bases, pourrait bien recevoir d'ici peu, de sérieuses modifications, grâce encore au concours des caractères internes. Mais pour que ces derniers puissent donner des critères infailibles, il importe de les chercher patiemment, et sans parti pris, sur le plus grand nombre possible d'échantillons récoltés dans leurs stations naturelles et aussi dans les Jardins botaniques. Les affirmations de mon regretté et cher Maître, J. VESQUE, tirées de l'étude exclusive d'un lambeau de feuille, ne sont pas toutes à retenir ; quelques-unes sont entachées d'erreur. Cela devait fatalement arriver, étant donnée la hâte avec laquelle ce grand anatomiste tenait à faire pénétrer dans l'esprit des savants les avantages immenses que l'on pourrait tirer de l'anatomie des tissus au profit de la Botanique systématique. Les travaux de cet homme de génie n'en sont pas moins grandioses au triple point de vue *évolutif, documentaire et méthodique* ! Ils resteront, malgré la critique, avec ceux d'autres contemporains non moins remarquables, comme des guides sûrs et éclairés dans les absorbantes recherches taxinomiques.

Que ne peut-on espérer de l'anatomie en lisant encore les récentes et magnifiques communications de M. O. LIGNIER (1).

Je ne veux pas entrer dans les détails au sujet de la marche que j'adopte pour écrire l'histoire généalogique d'un groupe naturel de plantes ; il suffit, pour comprendre ma méthode, de parcourir les travaux que j'ai déjà publiés sur cette branche de la science.

Une autre objection, plus sérieuse, est celle qui a trait à la distinction et au classement des hybrides dans ces mêmes tableaux généalogiques. On me permettra de faire remarquer tout d'abord que jamais un hybride ne saurait, anatomiquement parlant, être pris pour une espèce. Il n'a aucun des caractères qualitatifs qui permettent de l'élever à cette dignité et conséquemment retombe toujours au rang des formes secondaires, à évolution limitée, c'est-à-dire des races et variétés. S'il lui arrive cependant de donner naissance à des descendants, ceux-ci sont facilement reconnaissables par leurs affinités étroites ; ils ne peuvent nullement se fourvoir dans des séries étrangères. Mais les hybrides sont-ils bien aussi nombreux qu'on le pense et jouissent-ils vraiment du pouvoir

(1) O. LIGNIER. 1° Explication de la fleur des *Fumariées* d'après son anatomie.

2° Explication de la fleur des *Crucifères* d'après son anatomie. (In *C. R. Acad. des Sciences*, 9-16 mars 1896).

d'engendrer des *espèces* nouvelles? J'en suis peu convaincu. En admettant que ce phénomène s'accomplisse et que l'hybride devienne, par la suite, un nouveau type spécifique ayant une descendance, où serait la difficulté de lui assigner son rang sériel dans un arbre généalogique? Je ne la vois pas davantage. Il pourrait très bien se faire que je ne discerne plus son caractère d'hybride et que je le prenne pour une vraie et bonne espèce. L'erreur serait peu grave puisque la place de l'individu serait déterminée. Evidemment il y aura toujours des hiatus dans les séries dérivées de groupes nodaux, résultant de la disparition de formes paléontologiques, mais la graduation de celles qui existent restera quand même naturelle et conforme aux faits de l'évolution.

En présence des formes considérables du genre *Thalictrum*, des nombreuses affinités qu'elles ont entre elles et de leur instabilité, il y a lieu d'établir une graduation entre les espèces. Je distinguerai donc : 1° l'espèce primordiale, improprement appelée *linnéenne*, qui est la forme ultime d'un même phylum, celle dont tous les représentants ne diffèrent entre eux que par des caractères épharmoniques. Ex. *Th. foetidum* L., individualisé complètement par la structure de ses poils. Ces espèces sont assez isolées de leurs voisines; elles ont peu de liens communs et les caractères servant à les distinguer sont à l'abri des influences du milieu. 2° Les espèces de second ordre, ou espèces *morphologiques*, qui sont assez bien différenciées par les caractères externes, mais qui ont entre elles de nombreuses affinités et admettent des formes de passage. Ces espèces ont une structure indécise et un facies général soumis aux phénomènes d'adaptation. Elles sont facilement reconnaissables dans les milieux identiques, mais le sont beaucoup moins lorsque des influences nouvelles agissent sur leurs organes constitutifs. Ex. *Th. flavum* L., *tuberosum* L., *macrocarpum*, etc.... A ces types spécifiques j'ai rattaché respectivement les formes secondaires en ayant soin de préciser leur degré de parenté.

Ces formes secondaires ont été groupées en séries et, dans chacune de celle-ci, disposées par degré hélio-xérophile ascendant; c'est-à-dire que les premiers représentants de chaque série de dérivation, ceux dont les besoins physiologiques sont sensiblement les mêmes que ceux du groupe nodal, ont été placés les premiers.

Il m'a été impossible, avec les seules espèces françaises et malgré les 900 dessins que j'y ai puissés, de fournir des caractères anatomi-

ques distinctifs des formes secondaires. L'étude complète et approfondie du genre, sur le plus grand nombre possible d'échantillons, surtout frais, est absolument indispensable. J'entreprendrai ce travail aussitôt que j'aurai pu me procurer les matériaux nécessaires.

Mon but excusif ici a été de circonscrire les *types spécifiques* de France : je crois y être arrivé et je ne pense pas qu'il soit possible d'en élever le nombre. On me saura gré aussi d'avoir jeté les premiers jalons d'un classement des *micromorphes* et d'y avoir introduit quelques réductions. Enfin je n'ai avancé que des faits exacts et j'ai rejeté de ce premier mémoire tout ce qui pouvait prêter à la critique ou induire les floristes en erreur.

J'avoue comprendre difficilement l'utilité de l'innovation apportée par MM. ROUY et FOUCAUD en ce qui concerne la *forme*. Pourquoi un sens nouveau à ce terme connu, qu'ils regardent maintenant comme équivalent de *race*? Il eût été plus logique de laisser à l'expression *forme* sa signification collective, universellement admise par les botanistes, qui englobe les *variétés* et *variations*, et d'employer indifféremment le mot *race* pour les plantes sauvages et les plantes cultivées. A mon point de vue, cette innovation ne fait qu'embrouiller les choses.

Je remercie sincèrement M. le D^r GILLOT et M. OZANON pour l'empressement qu'ils ont mis à me communiquer leurs nombreux et magnifiques échantillons d'herbier, ainsi que M. CRÉPIN, le savant Directeur du Jardin botanique de l'Etat à Bruxelles, pour les renseignements bibliographiques qu'il a bien voulu m'adresser.

Baume-les-Dames, 4 novembre 1896.

BIBLIOGRAPHIE.

- 1^o Flore de France, par GRENIER et GODRON (1847-1856) ;
- 2^o Flore de la Chaîne jurassique, par GRENIER, 1865 ;
- 3^o Etude comparée des tiges aériennes et souterraines des Dicotylédones, par J. COSTANTIN (*thèse de Doctorat*, 1883) ;
- 4^o Recherches sur la structure des *Renonculacées*, par P. MARIÉ (*thèse de Doctorat*, 1884) ;

- 5° Monographie du genre *Thalictrum*, par J.-C. LECOYER (*Bull. Soc. roy. bot. Belgique*, t. 24, p. 78, 1885);
- 6° Le pétiole des Dicotylédones au point de vue de l'anatomie comparée et de la taxinomie, par L. PETIT (*In. Bull. Soc. des Sc. phys. et natur. de Bordeaux*, t. III, 2° cahier, p. 217, 1887);
- 7° Herborisation dans le Jura central, par le D^r X. GILLOT; p. 24, 1891;
- 8° Observations sur les *Renonculacées* de la Flore de France, par M. GASTON BONNIER (*In Rev. génér. de botan.*, t. I, 1889);
- 9° Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin, par M. GASTON BONNIER (*Ann. Sc. natur.*, 7^e série, p. 320);
- 10° Flore de France, par MM. G. BONNIER et G. DE LAVENS, 1894;
- 11° Flore de France, par MM. ROUY et FOUCAUD, t. I, 1893-1894.

II. — VALEUR TAXINOMIQUE DES CARACTÈRES ORGANOGRAFHIQUES.

Si l'on examine attentivement les divers représentants du genre ou même plusieurs individus d'un même type développés dans des conditions biologiques différentes, on est aussitôt frappé du peu de stabilité des caractères morphologiques. « Les caractères des *Thalictrum*, nous dit avec justesse M. G. BONNIER, sont d'une telle variabilité qu'on peut observer de grandes différences dans la germination des graines d'un même individu. J'en citerai l'exemple suivant :

« Des graines prises sur la même inflorescence d'un *T. minus* L. ont été semées dans des conditions différentes soit de sol et d'humidité (terres calcaires, sableuses), soit de température (en pleine terre ou dans une serre), soit en des saisons différentes (printemps, été).

» Ces graines, en se développant, ont donné des jeunes plantes dont un certain nombre avaient des caractères notablement différents. Les unes avaient des cotylédons presque hypogés et la gemmule prenant tout son développement dès le début, l'axe hypocotylé restait court; les autres, plus nombreuses, avaient des cotylédons épigés se développant à une certaine distance au-dessus du sol avec un axe hypocotylé allongé. Certaines plantes avaient leurs premières feuilles étroites, comme des feuilles de jeunes *T. flavum* L. et les paires suivantes avaient des folioles élargies, tandis que la plupart avaient dès le début des feuilles à larges folioles (1) ».

(1) G. BONNIER : *Revue génér. de bot.*, t. I, p. 340.

Dans la racine « on trouve chez une même plante tous les intermédiaires entre les rhizomes courts, renflés et les stolons grêles. Aussi ce caractère qu'on donne souvent comme distinctif entre les espèces principales de ce genre n'est-il pas meilleur que les autres (1) ». M. BONNIER cite à ce sujet les *T. minus* L. et *foetidum* L. qui peuvent avoir des stolons ou en être dépourvus. M. VERLOT a aussi trouvé des racines tubéreuses sur certaines formes du *T. minus* (2), et M. DOASSANS (3) a reconnu le même caractère chez le *T. macrocarpum* Gr.

La couleur, les stries et la taille de la tige sont également très variables. « Les feuilles des *Thalictrum* offrent beaucoup d'instabilité dans leurs formes et ne peuvent généralement fournir que des caractères accessoires pour la détermination des espèces européennes (4) ».

L'existence des stipules à la base des pétioles serait un bon caractère si parfois on n'avait à en constater l'absence sur les formes d'une même espèce.

« L'altération des folioles, leur couleur, leur texture, l'enroulement de leurs bords, utilisés fréquemment dans la description des formes d'une région restreinte, ne possèdent qu'une valeur très accessoire au point de vue général (4) ».

Les caractères tirés de l'inflorescence, des diverses parties de la fleur et du sexe de cette dernière ne possèdent pas davantage une plus grande fixité.

On a donc élevé des plantes au rang d'espèces ou de sous-espèces en se basant sur des caractères essentiellement variables et par conséquent sans valeur sérieuse. Cette instabilité des données morphologiques a engendré les innombrables micromorphes que l'on connaît, tout en provoquant une spécification à outrance. Il est vrai que depuis quelque temps certains botanistes ont essayé de réagir contre ce fâcheux état de choses, en opérant des réductions. C'est ainsi que MM. ROUY et FOUCAUD ont déjà ramené à 11 les 16 espèces décrites dans la Flore de GRENIER et GODRON. Je montrerai plus loin comment cette réduction est insuffisante et la pousserai à ses justes limites en me basant sur la combinaison des caractères morphologiques et anatomiques.

(1) G. BONNIER. Loc. cit., t. I, p. 339.

(2) B. VERLOT. *Bull. soc. bot. France*, t. XXVII, p. 185, 1880.

(3) E. DOASSANS. Loc. cit.

(4) LECOYER. Loc. cit.

III. — DE LA CONSTANCE DES CARACTÈRES ANATOMIQUES.

1° **Poils.** — Les *Thalictrum* de la flore de France, ainsi que ceux de même nom récoltés à l'Étranger, portent sur la feuille deux espèces de poils. Ceux de la première sont 1-sériés et caractérisent exclusivement le *T. foetidum* L. Placés sur un massif basilaire formé par l'épiderme et l'assise sous-jacente (fig. 1), ils sont longs, obtus à l'extrémité ou capités, à parois minces et à contenu jaunâtre peu abondant. Quelques poils 1-sériés, 2-3-cell., très rares, sont dépourvus de massif basilaire (fig. 3) (*T. foetidum* L. et une de ses variétés).

Ceux rentrant dans la seconde espèce sont 1-cell., courts, capités et à parois minces. Ils caractérisent tous les autres représentants du genre ; on les rencontre aussi, mais en minorité, chez le *T. foetidum* (fig. 2).

L'absence ou l'extrême rareté de ces poils est une allure épharmonique remarquable. Il n'est pas rare de rencontrer une espèce munie de poils dans un milieu donné, alors que cette même espèce en est totalement dépourvue dans un autre. La recherche des poils est parfois difficile, et il est souvent nécessaire d'examiner plusieurs folioles avant d'en découvrir un seul. C'est pourquoi la glabréité d'une plante ne peut être affirmée qu'à la suite de recherches patientes. Il peut se faire qu'une espèce considérée soit glabre alors que ses formes sont poilues. Cette particularité ne tend pas à prouver qu'une plante glabre ait la faculté de produire des poils ; ce qui, entre parenthèse, serait contraire à toutes les expériences tentées jusqu'à ce jour ; mais elle s'explique très bien par la propriété précitée, à savoir qu'une même espèce récoltée dans des milieux différents peut être glabre ou velue. D'ailleurs il peut se faire qu'aucune feuille ne possède de poils et que le fruit en soit hérissé. Donc les poils constituent un excellent caractère taxinomique.

2° **Stomates.** — Ces petits appareils ont un développement constant dans le genre qu'ils caractérisent. Ils sont entourés de 4-5 cellules irrégulièrement disposées (type *renonculacé*) (fig. 4). Quelquefois il n'y a que deux cellules annexes parallèles aux cellules stomatiques, rappelant le type *rubiaccé*. Mais c'est l'exception,

et la prédominance du premier mode de développement est toujours constatée. Les stomates manquent sur l'épiderme supérieur des folioles et leur abondance sur l'inférieur est un effet de l'altitude et de l'activité transpiratrice. Leurs dimensions et leur nombre peuvent aussi varier sur le même pied ; ils sont ordinairement plus nombreux sur les folioles larges que sur les folioles étroites (*T. Jacquinianum* KOCH., etc.....).

3° Les *Thalictrum* ne renferment aucun cristal ni aucun appareil sécréteur interne.

4° **Épidermes foliaires.** — Les cellules épidermiques sont ordinairement à contours recticurvilignes, plus rarement subonduleux ou même onduleux. Il peut se faire que l'épiderme supérieur soit recticurviligne alors que l'inférieur est onduleux ; la réciproque est très rare (*T. riparium* JORD.). Ces cellules sont généralement larges à la face supérieure de la feuille comme chez le *T. alpinum* L. (fig. 5), quelquefois très larges (*T. tuberosum* L.) (fig. 6), ou même comparativement petites (fig. 7) (*T. aquilegifolium* L.). Celles de l'épiderme inférieur sont plus petites que celles du supérieur, et je n'ai jamais rencontré d'échantillon où le contraire ait lieu. Les dimensions des cellules épidermiques, prises dans les trois directions, ainsi que leurs formes, constituent un caractère assez bon pour la définition d'un grand nombre de formes du genre, mais qui serait insuffisant pour la distinction des espèces.

5° **Mésophylle.** — On ne saurait, contrairement à ce qui a lieu chez les espèces ligneuses ou arborescentes, placer la qualité du mésophylle (*bifacial* ou *centrique*) au rang des bons caractères spécifiques. Telle plante peut avoir une partie de ses folioles à mésophylle bifacial et les autres à mésophylle subcentrique ou centrique. Cette constatation ne se réalise pas chez tous les représentants, mais il suffit qu'elle puisse être faite chez quelques-uns seulement, pour ramener, dans le cas actuel, ce caractère au second rang des données épharmoniques.

Le nombre des assises du mésophylle est assez constant chez un même type, mais il n'en est pas de même de leur épaisseur collective. Ainsi j'ai rencontré des échantillons de *T. alpinum* chez lesquels le mésophylle atteignait 116 μ d'épaisseur, tandis qu'il retombait à 90 μ chez d'autres.

Tous les *Thalictrum* possèdent des palissades, un seul fait exception à cette règle générale, c'est le *T. lucidum* Coss. et GERM., que je n'ai pu étudier que sur un échantillon. M. BONNIER cite le *T. alpinum* comme ayant un mésophylle absolument homogène, lacuneux et sans palissades (1). Frappé de cette remarque en désaccord avec le premier échantillon étudié par moi, j'ai passé successivement en revue les neuf autres de mon herbier. Partout, dans les échantillons des Alpes, j'ai reconnu l'existence de palissades parfaitement développées, 4-5 fois plus longues que larges (fig. 8). Il n'y en a qu'un, provenant des Hautes-Pyrénées, chez lequel les cellules palissadiques n'étaient guère plus hautes que larges (environ deux fois). Néanmoins je n'hésite pas à considérer ces cellules comme de vraies palissades (fig. 9).

6° **Nervures principales des folioles.** — Leur faisceau libéro-ligneux est simple et non immergé. L'existence de fibres mécaniques à ses faces supérieure et inférieure (fig. 10) (*T. alpinum* L.) ou sur l'une d'elles seulement (*T. minus* L.) ainsi que leur absence complète (*T. aquilegifolium*), constituent un caractère taxinomique qui n'est pas à négliger. Le degré de développement des fibres mécaniques, ainsi que leur abondance, est en raison directe des dimensions des cellules épidermiques (supérieures surtout) de la feuille.

7° **Pétiolule.** — Il ne s'agit ici que de celui de la foliole terminale, car il arrive fréquemment que les folioles latérales en sont dépourvues. La caractéristique pétiolulaire, prise à la base du limbe, n'est pas constante, elle varie avec le polymorphisme foliaire. Néanmoins elle peut supporter la comparaison chez un grand nombre de formes dérivées et certaines espèces. Ainsi, chez le *T. flavum* L., le pétiolule porte latéralement une saillie très accentuée, supérieurement deux ou trois autres moins fortes, et inférieurement il se termine en une seule crête très prolongée (fig. 11). Chez les autres espèces, la face supérieure est ordinairement curviligne, plus ou moins sillonnée; les ailes latérales et la pointe inférieure sont inconstantes et plus courtes; il est des cas cependant où la configuration pétiolulaire représente assez bien un cercle ou un ovale. Les faisceaux libéro-ligneux sont toujours distincts; trois sont absolument constants, plus

(1) G. BONNIER, *Adaptation des plantes au climat alpin* (Ann. Sc. natur., 7^e série, p. 322).

gros et normalement orientés ; ils sont disposés sur une demi-circonférence en des points correspondant sensiblement aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires, l'un de ceux-ci étant disposé horizontalement (fig. 11). Entre chacun de ces trois faisceaux, il s'en trouve souvent un plus petit. Enfin la demi-circonférence est fermée supérieurement par une courbe très aplatie sur laquelle sont échelonnées 1-2-3-5 petits faisceaux renversés, c'est-à-dire à liber tourné vers le haut (fig. 12). Chez le *T. flavum* L., ces faisceaux supérieurs varient de 3 à 5. Les *T. alpinum* L. et *tuberosum* L. (fig. 12), n'en ont qu'un ou point ; le *Th. aquilegifolium*, 3 à 5 ; le *T. foetidum*, 2 ou 3, et le *T. macrocarpum* GREN., 2 à 4. Comme on le voit, il n'y a rien de plus variable. Au pôle libérien de chacun de ces faisceaux, il existe ordinairement un massif de fibres mécaniques dont chaque extrémité tend à rejoindre celle correspondante du massif voisin, pour ne former qu'une couronne mécanique continue. Je ne dirai rien du parenchyme cortical qui devient collenchymatoïde dans les saillies pétiolulaires, car il m'a été impossible d'en tirer un caractère de classification. En résumé, les caractéristiques pétiolulaires présentent trop de variétés et d'inconstance pour qu'il soit possible de les décrire toutes ici, et il n'est possible de les faire entrer comme élément réel de détermination qu'autant que l'on a étudié tous les représentants du genre : c'est ce que j'ai fait pour ceux de France.

8° Pétiole. — Le pétiole général n'est d'aucun secours en systématique. Il définit cependant très bien le genre tout entier à cause de sa constante structure et de l'égale expression de ses tissus homologues. Seuls ses faisceaux libéro-ligneux, disposés sur une ou plusieurs courbes fermées, plus ou moins concentriques, sont en nombre très variable. On en compte tantôt une vingtaine au minimum, tantôt jusqu'à une quarantaine, à la face externe desquels existe un péricycle scéleux, fréquemment interrompu en regard des rayons de parenchyme interfasciculaire. Enfin la coupe transversale et basilaire affecte ordinairement une forme pentagonale ou heptagonale à grand axe horizontal (fig. 13 et 14).

9° Tige. — Je ne décrirai pas ici la structure de la tige aérienne des *Thalictrum* si curieuse par son système fibro-vasculaire, en tous points comparable à celui des *Monocotylédones*. La dissociation de

l'appareil conducteur est évidemment un caractère d'hérédité, tenu en haleine dans le genre, grâce surtout aux aptitudes physiologiques de ses représentants et à l'action continue et prolongée des sols secs et arides. Cette particularité anatomique éveille dans mon esprit une remarque relative au groupement des familles végétales tel qu'il est admis aujourd'hui d'après la *méthode naturelle*. Ce groupement, je l'avoue sincèrement, ne me satisfait pas dans toutes ses parties, et j'espère que les savants se décideront un jour à le remanier, en se basant sur la combinaison judicieuse des caractères anatomiques et morphologiques.

Les tiges de tous les représentants du genre offrent une analogie frappante au point de vue des caractères qualitatifs. Elles ne diffèrent guère que par le nombre des cercles formés par les faisceaux libéro-ligneux. Tantôt il n'y en a qu'un (*T. alpinum* L., *tuberosum* L.), tantôt deux (*T. aquilegifolium* L., *foetidum* L., *Gallicum* R. et F., etc.); enfin on en compte 2 ou 3 chez les *T. minus* L., *simplex* L., *flavum* L., etc. Ce nombre essentiellement variable, ne saurait fournir un critérium irréfutable; il est intimement lié au degré de développement de la tige.

L'existence de lacunes libériennes, ainsi que la plus ou moins grande sclérisation du parenchyme interfasciculaire, ne sont pas meilleurs en systématique. Quant à la fistule médullaire, elle ne comporte aucune exception, et devient conséquemment un caractère générique.

10° **Pédoncule floral.** — Structure générale constante; ne présente d'intérêt que par ses caractères épharmoniques.

11° **Fruit.** — Le fruit n'est réellement caractéristique que chez le *T. aquilegifolium* (fig. 15) où on le rencontre muni de 2-6 ailes largement développées et chez le *T. flavum* où il paraît, très souvent, assez exactement circulaire vu en coupe transversale. Partout ailleurs il est ordinairement aplati et biconvexe et à surface plus ou moins sillonnée. Ses parois renferment des faisceaux libéro-ligneux en nombre variable, à chacun desquels correspond une saillie externe. Le fruit des *T. macrocarpum* et *tuberosum*, porte 8 petites saillies; celui du *T. flavum*, 9; du *T. aquilegifolium*, 3-4-6; du *T. minus*, 10-11; du *T. foetidum*, 10; du *T. alpinum*, 13-14. Il s'agit encore ici d'un caractère instable, auquel je n'attacherai guère d'importance.

12° Rhizome. — Les faisceaux libéro-ligneux de cet organe sont disposés sur un seul cercle. Le parenchyme cortical est, en général, très caduc, excepté l'endoderme qui peut diviser ses cellules et devenir subéreux. Le péricycle peut rester mince ou se sclérifier d'une façon régulière et continue à sa périphérie, mais dans ce cas il existe encore, en dessous et au pôle libérien des faisceaux, des assises de parenchyme à parois minces. Le degré de lignification des faisceaux est assez remarquable chez les espèces diverses, sans offrir toutefois la valeur d'un caractère de premier ordre. Il est faible chez les *T. tuberosum* et *alpinum* ; très avancé chez le *T. foetidum*. Les fibres ligneuses sont disposées en V ouvert extérieurement, entre les branches duquel sont placés les vaisseaux chez le *T. Bauchini* CRTZ. ; ou bien la moitié interne du bois seule est complètement sclérifiée (*T. simplex*, *angustifolium* L., *Jordani* SCHULTZ, *minus* L., etc.) ; ou encore le parenchyme interfasciculaire paraît seul s'être sclérifié (*T. montanum* WALLR.). Chez le *T. aquilegifolium* une zone continue de fibres mécaniques, de teinte jaune, sépare le bois primaire du secondaire. J'ajouterai qu'à la partie externe de chacun de ces faisceaux existe un îlot mécanique plus ou moins développé et de couleur jaune.

13° Racine adventive. — Présente des différences assez caractéristiques chez les diverses espèces. Je ne citerai également ici que les plus saillantes, c'est-à-dire celles que j'ai cru devoir retenir pour la détermination des espèces.

1° *T. tuberosum* L. — Scléréides nombreux dans le parenchyme cortical. Moelle complètement sclérifiée (jeune racine). Couronne de scléréides à la périphérie du cylindre central (région moyenne du tubercule).

2° *T. foetidum* L. — Parenchyme cortical presque entièrement transformé en fibres mécaniques.

3° *T. flavum*. — Parenchyme cortical avec îlots de fibres mécaniques (jeune racine). Parenchyme du cylindre central renfermant aussi de nombreux petits paquets de fibres scléreuses (racine plus âgée) (fig. 16).

4° *T. macrocarpum* GREN. — Racine complètement enveloppée par de nombreuses assises subéreuses ; deux faisceaux ligneux avec

flot mécanique externe, alternant avec deux faisceaux libériens ; moelle très réduite.

5° *T. alpinum* L. — Tissus mécaniques nuls dans le cylindre central, moelle nulle ou très réduite (jeune racine).

6° *T. aquilegifolium* L. — Moelle sclérifiée ; 4-5 faisceaux ligneux sans massif mécanique externe (jeune racine).

7° *T. minus* L. — Moelle sclérifiée ou non. Paquets mécaniques en dehors du bois primaire (jeune racine). Fibres scléreuses dans le parenchyme cortical (racine plus âgée).

J'ai étudié la partie souterraine de ces diverses espèces sur d'assez nombreux échantillons différents, et j'ai pu me convaincre de l'importance des caractères précités. Néanmoins je ne certifie pas que ces caractères ne seront jamais en défaut ; et, pour cette raison, je ne les emploierai jamais seuls dans la détermination des types spécifiques.

IV. — CARACTÈRES GÉNÉRIQUES.

A. Morphologiques. — Racine principale disparaissant pendant la première année, remplacée par un rhizome sympodique, long ou court, simple, ramifié ou stolonifère, à racines adventives grêles, épaisses ou même subéreuses. Tige aérienne annuelle, petite ou grande, dressée ou plus ou moins coudée, ordinairement fistuleuse, simple ou rameuse et feuillée. Feuilles la plupart engainantes, les unes radicales, les autres caulinaires, alternes, très rarement subopposées, 2-3-4-ternées ou 3-ternatiséquées ou encore 2-3-4-pennatiséquées ; folioles grandes ou petites, ternées ou entières, 2-3-lobées ou enfin 2-3-fides, rarement simples. Involucre nul ou représenté par deux bractées. Fleurs hermaphrodites, souvent nombreuses ; calice ordinairement pétaloïde, composé de 4-7 sépales, très caducs ; corolle nulle ; étamines peu ou très nombreuses, toutes fertiles, à filet filiforme, dressé ou flexueux, claviforme ou à peine dilaté au sommet ; réceptacle non accrescent ; anthères extrorsées, mutiques au mucronulées, adnées, à déhiscence marginale ; style long ou court, surmonté d'un stigmate plus ou moins latéral et décurrent, papilleux, à contour entier ou plus ou moins anguleux ; carpelles plus ou moins

nombreux (3-50), 1-locul. et libres, indéhiscents, monospermes, sessiles ou stipités, surmontés chacun d'un style plus ou moins accrescent, de forme et de disposition variables; carpelles ovoïdes ou comprimés, à faces plus ou moins sillonnées de nervures simples ou anastomosées. Ovule anatrope; embryon très petit.

B. Anatomiques. — *a) Racine.* Parenchyme cortical plus ou moins persistant, avec ou sans assise pilifère (*T. tuberosum*, *fœtidum*) ou plus ou moins exfolié (*T. alpinum*, *minus*, etc.), dans ce cas remplacé par un endoderme subéreux puissant (*T. macrocarpum*) ou faible. Scléréides dans le parenchyme cortical (*T. tuberosum*) ou fibres mécaniques (*T. fœtidum*, *minus*, etc.). Péricycle sous-jacent générateur, en dedans seulement, d'un parenchyme secondaire plus ou moins puissant et quelque peu collenchymatoïde. Faisceaux ligneux primaires en nombre variable, alternant avec les faisceaux libériens. Les premiers pourvus à leur face externe d'un îlot mécanique (*T. tuberosum*, *fœtidum*, *flavum*, etc.), ou sans îlot. Liber secondaire se développant à la face externe du liber primaire, et bois secondaire à la face interne de ce dernier. Parenchyme secondaire renfermant des scléréides (*T. tuberosum*) ou des fibres mécaniques (*T. augustifolium*, *flavum*, etc.), ou sans tissu mécanique. Moelle nulle (*T. macrocarpum*), sclérifiée (*T. tuberosum*, *flavum*) ou non.

b) Rhizome. Epiderme subérifié rarement persistant (*T. aquilegifolium*); parenchyme cortical plus ou moins exfolié (*T. simplex*); endoderme générateur et subéreux (*T. minus*, etc.). Péricycle puissant, totalement ou partiellement sclérifié, ou renfermant seulement des îlots mécaniques en regard des faisceaux ligneux; ceux-ci disposés sur un seul cercle. Fibres ligneuses n'existant que dans la moitié interne du bois (*T. minus*, *simplex*, etc.), ou formant des plages irrégulièrement disposées dans toute l'étendue du bois (*T. fœtidum*), avec rayons interfasciculaires sclérifiés (*T. montanum* WALLR., etc.), ou sans fibres mécaniques (*T. alpinum*). Moelle fistuleuse ou non.

c) Tige. Epiderme constant à cuticule plus ou moins épaisse, peu stomatique; parenchyme cortical comprenant 2-3-4-5-6 assises de petites cellules plus ou moins ovales dirigées tangentiellement, collenchymatoïdes en regard des cannelures caulinaires. Cellules endodermiques à parois généralement peu épaissies. Péricycle

formant toujours un anneau mécanique très puissant; faisceaux libéro-ligneux distincts disposés sur 1-2-3 cercles plus ou moins concentriques; ceux du cercle externe, les plus petits, sont adossés à la face interne du péricycle ou même enfoncés dans ce tissu; ceux du second cercle sont rattachés à ce péricycle par des processus scléreux à éléments généralement plus larges et à parois moins épaisses; enfin ceux du cercle le plus interne sont ordinairement isolés de cet ensemble et portent seulement à leur pôle libérien un îlot mécanique. Rayons interfasciculaires toujours sclérifiés au moins dans leur moitié externe; moelle plus ou moins résorbée et remplacée par une vaste lacune centrale ou rarement persistante (*T. Schultzii* JORD.). Vaisseaux du bois de deux calibres, les plus larges disposés en V ouvert extérieurement, entre les branches duquel il s'en trouve d'autres irrégulièrement répartis; ces vaisseaux sont spiralés ou réticulés. Liber lacuneux ou non. Parenchyme endoxyloïde à éléments petits, à parois ordinairement minces ou rarement sclérifiées, formant un massif aigu adossé à la face interne de chaque gros faisceau ligneux.

d) Feuille. — 1° *Pétiole.* (Coupe faite à la base). Forme pentagonale ou heptagonale, creusé en gouttière à sa face supérieure. Epiderme à petites cellules recouvertes d'une cuticule peu épaisse; parenchyme cortical comprenant 2-3 assises de petites cellules, collenchymatoïdes dans les arêtes pétiolaires, terminé intérieurement par un endoderme ordinairement mince. Faisceaux libéro-ligneux distincts, en nombre très variable, enveloppés par un péricycle assez puissant entièrement ou partiellement sclérifié. Liber lacuneux ou non; parenchyme central à parois minces, sans scléification, renfermant fréquemment une ou plusieurs lacunes.

2° *Pétiole* (base du limbe de la foliole terminale). — Forme variant avec la taille de la foliole. Epidermes à cellules petites, carrées ou ovales, à cuticules d'épaisseur variable; parenchyme cortical plus ou moins collenchymateux dans les crêtes pétiolulaires, terminé intérieurement par un endoderme mince. Péricycle formé par 2-3 assises de cellules toujours sclérifiées au pôle libérien des faisceaux, rarement dans toute son étendue. Faisceaux libéro-ligneux de deux dimensions; les plus gros, au nombre de trois, disposés en croissant ouvert en haut; les autres, petits, renversés et répartis sur une courbe qui ferme le croissant supérieurement,

en nombre variant de 1 à 5. Fréquemment chacun des deux intervalles séparant les trois gros faisceaux renferme un petit faisceau. Enfin, ce système fibro-vasculaire circonscrit une moelle à cellules à parois minces et assez rarement lacuneuse.

3° *Limbe*. — Epidermes à cellules recticurvilignes ou onduleuses, grandes ou petites, à cuticule ordinairement peu épaisse. Epiderme supérieur toujours dépourvu de stomates, à cellules assez rarement saillantes extérieurement; celle des l'inférieur l'étant presque toujours. Stomates entourés de plus de deux cellules irrégulièrement disposées, d'une longueur oscillant entre 25 et 41 μ . Hypoderme nul; mésophylle ordinairement bifacial, parfois centrique ou subcentrique, revêtant assez souvent ces deux caractères sur le même échantillon. Parenchyme en palissades comprenant, sous l'épiderme supérieur, 1-2 assises, très rarement aucune, à cellules courtes ou allongées, quelquefois divisées chacune en plusieurs parties par des cloisons transversales; parenchyme spongieux peu ou pas lacuneux. Cristaux et appareils sécréteurs internes nuls.

V. — ESPÈCES DU GENRE.

La détermination des types spécifiques basée exclusivement sur la morphologie est une erreur aussi grave que celle résultant des données tirées de l'anatomie. La combinaison des deux ordres de caractères constitue la seule et vraie méthode de la Botanique systématique; car dans le cas où l'une de ces deux branches de la science est insuffisante, l'autre lui offre toujours un concours satisfaisant. Enfin une espèce sur laquelle sont accumulés une dizaine de caractères distinctifs se reconnaît toujours aisément, lorsque ces caractères intéressent son organisation externe et interne, et ce, malgré la disparition, sous des causes multiples, de près de la moitié de ces données.

Je ferai remarquer que la valeur *quantitative* d'un caractère anatomique donné ne doit pas toujours tirer sa raison d'être de l'adaptation exclusive de la plante, mais qu'il y a encore lieu de tenir grand compte de la *tendance héréditaire* (allure épharmonique) et aussi de l'*optimum de différenciation* du caractère considéré.

M. BONNIER, dans ses remarquables recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin, a très bien fait ressortir ces deux points biologiques.

L'étude attentive des caractères externes et internes des représentants du genre *Thalictrum*, ainsi que leur mode de végétation, m'a permis de reconnaître que le nombre des espèces françaises admises aujourd'hui est exagéré.

Il n'existe que deux espèces *nodales* caractérisées surtout par la structure des poils foliaires. La première possède, entre autres, de longs poils 1-sériés et implantés dans un massif basilaire. Le *T. foetidum* L. représente *seul* en France cette espèce. Dans la seconde, ces poils sont remplacés par d'autres beaucoup plus petits, capités et 1-cell., parmi lesquels on en remarque, *très rarement*, d'autres 1-sériés, 2-cell., mais toujours sans massif basilaire (caractère d'affinité). Ce caractère, tiré de l'organisation des poils, paraît très faible *à priori*; cela ne l'empêche pas d'être de premier ordre. Il faut avoir examiné, comme je l'ai fait, des centaines d'échantillons pour en être convaincu.

Dans le second type linnéen, représenté par l'espèce collective *T. minus* L., je fais entrer toutes les espèces morphologiques suivantes : *T. macrocarpum* Gr., *T. aquilegifolium* L., *T. alpinum* L., *T. flavum* L. et *T. tuberosum* L. Ce qui, en somme, donne sept espèces pas davantage. Les *T. Gallicum* R. et FOUc., *simplex* L., *Bauhini* CRTZ., *exaltatum* GAND., ne sont que des races ou des variétés plus ou moins stables du *T. minus* L. On peut à la rigueur, considérer le *T. simplex* L. comme une sous-espèce du *T. minus* L., étant donnés les caractères distinctifs assez stables de cette plante; c'est ce que j'ai fait dans ce travail.

Le *T. foetidum* possède en outre les petits poils caractéristiques du second type linnéen, et si à ce caractère j'ajoute les nombreux autres communs fournis par l'anatomie, j'en déduirai logiquement la commune origine des deux espèces primordiales, ainsi que leur étroite parenté.

Je prie le lecteur de se reporter à la fin de ce mémoire pour prendre connaissance de la description morpho-histologique des sept espèces précitées.

VI. — HISTOIRE DES ESPÈCES ET FORMES DÉRIVÉES
DÉDUITE DE LA COMBINAISON DES CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES
ET ANATOMIQUES.

Je considère le *T. minus* L. comme étant la première espèce morphologique dérivée de la seconde espèce linnéenne. Il constitue, par son polymorphisme général, un groupe nodal *secondaire* d'où dérivent tous les autres types spécifiques et leurs formes respectives. Mon appréciation peut paraître extraordinaire au premier coup d'œil, mais si l'on examine bien toutes les données, tant externes qu'internes, du *T. minus*, on est frappé de leur plasticité et des nombreux caractères communs qui permettent de rapprocher cette plante de ses congénères. Sa racine peut avoir des stolons ou en être dépourvue, elle peut parfois devenir tubéreuse ; sa tige, d'une taille oscillant entre 4 et 12 décimètres, peut être simple ou rameuse, lisse ou sillonnée, glabre ou velue, feuillée partiellement ou totalement. Les feuilles sont de grandeur très variable, rapprochées ou distantes, apprimées ou étalées. Ses folioles, de dimensions très instables, peuvent être pétiolulées ou sessiles, glabres ou velues et ses akènes, sessiles ou stipités, dressés ou penchés et à nervures parfois très saillantes. Sa cuticule épidermique mince, ses stomates de dimensions moyennes, son mésophylle (dans l'espèce type) franchement bifacial et d'épaisseur variable ; les quelques fibres mécaniques qui existent à la face supérieure du faisceau libéro-ligneux des nervures principales ; sa tige peu fistuleuse, ses caractéristiques pétiolulaires, indiquent suffisamment que cette plante est tenue sans cesse en haleine par le milieu dans lequel on la rencontre, en un mot qu'elle cède très facilement aux conditions moyennes de végétation. Son étendue géographique est immense, aucun autre *Pigamon* n'en possède une pareille. On rencontre, en effet, le *T. minus* en Europe,

on Asie, en Afrique et en Amérique. « Cette espèce, dit M. LECOYER, est aussi polymorphe dans ses diverses parties, que son aire de dispersion est étendue ». C'est bien, je le répète, sur le *T. minus* que viennent s'amorcer les autres espèces dérivées, car elles rencontrent en lui des éléments caractéristiques qui peuvent évoluer dans toutes les directions. Les unes se spécialisent par leur organe souterrain, d'autres par leur tige et leurs feuilles ; d'autres enfin par leur fruit. Mon point de départ me paraît donc logiquement établi, et il n'est pas possible de substituer au *T. minus*, qui a été désigné sous plus de cent noms différents, l'une quelconque des autres espèces.

Du *T. minus* dérivent séparément les cinq autres espèces morphologiques, dont l'individualité, je le répète, est rendue évidente par la majorité des caractères externes. L'anatomie se prête moins à ce morcellement, car les caractères internes ont été acquis antérieurement aux caractères morphologiques. Ils existaient, pour la plupart, *qualitativement* chez les représentants du groupe nodal et dès lors n'ont plus subi que des modifications *quantitatives* qui sont toujours insuffisantes pour définir l'espèce. L'évolution des formes du genre *Thalictrum* a donc jeté peu de trouble dans la structure intime de la plante ; elle s'est localisée principalement sur son facies ou sur le développement externe de ses divers organes.

Le *T. flavum* L. me paraît être sorti le premier du groupe *minus* dont il est très rapproché et dont il a gardé le polymorphisme. Sa tige varie entre 6 et 15 décimètres ; ses grandes feuilles peuvent être aussi larges que longues ou plus longues que larges ; il arrive aussi qu'elles sont souvent étroites vers la panicule, enfin ses fleurs sont petites, jaunâtres au lieu d'être vert-rougeâtre comme celles du *T. minus*, et ses akènes dressés, d'un contour souvent circulaire (coupe transversale), sont un peu plus petits que ceux de la plante nodale. Le *T. flavum* est caractérisé par sa souche forte, épaisse, ses folioles, la couleur de ses fleurs, la caractéristique pétiolaire à ailes latérales très évidentes, ses akènes ovoïdes et par l'existence de nombreux îlots de fibres mécaniques dans le parenchyme cortical du cylindre central des racines adventives. Au point de vue anatomique, cette plante se rapproche du *T. minus* par les dimensions de ses stomates et des cellules épidermiques foliaires, par l'existence de rares fibres mécaniques à la face supérieure des faisceaux libéro-

ligneux des nervures principales, enfin par le nombre des cercles de faisceaux fibro-vasculaires de la tige.

Une nouvelle série est ouverte par le *T. alpinum* L., petite plante de 5-15 centim., microphylle, à tige simple et rarement ramifiée. Ce *Pigamon*, un des mieux caractérisés morphologiquement, se distingue du *T. minus* par l'exiguïté constante de sa tige qui ne renferme qu'un seul cercle de faisceaux libéro-ligneux, l'existence d'un paquet mécanique en dessus et en dessous du faisceau des nervures principales, sa caractéristique pétiolulaire, ses akènes renversés, enfin l'absence complète de tissu mécanique dans la racine. L'existence de cette plante alpine dans les lieux humides et fangeux implique des besoins physiologiques qui sont nettement exprimés par l'anatomie, et sa xérophilie, qui devrait être faible, est cependant plus accentuée que celle du *T. minus* ; ceci s'explique par la résistance que cette plante doit opposer à la transpiration pendant les périodes de sécheresse.

La troisième série de dérivation est inaugurée par le *T. macrocarpum* ainsi appelé à cause de la grosseur de ses fruits qui peuvent atteindre jusqu'à un centimètre de longueur. Moins héliophile que le *T. minus*, on le rencontre dans les fentes des rochers calcaires du versant septentrional des Pyrénées. Quoique bien caractérisé spécifiquement, il offre de nombreuses affinités anatomiques avec le *T. minus*, soit par son mésophylle, son pétiolule ou sa tige, et s'en distingue aussi par ses cellules onduleuses épidermiques, le manque de fibres mécaniques dans les nervures, les nombreuses assises subéreuses périphériques et l'absence de moelle dans ses racines adventives. Cette plante possède bien un épais rhizome avec racines latérales, comme l'a reconnu M. BONNIER (1) et non une racine pivotante rameuse, comme le croyait M. DOASSANS (2).

La quatrième série issue du groupe *minus* est représentée en France par le *T. tuberosum* L., caractérisé surtout par ses racines tubéreuses. On le rencontre dans les lieux stériles et pierreux de nos départements pyrénéens. Il est peu héliophile ; le parenchyme cortical de sa jeune racine est riche en scléréides, ainsi que le cylindre central du tubercule. Les cellules épidermiques des folioles

(1) G. BONNIER. *Revue génér. de botanique*, t. I, n° 1, p. 339.

(2) DOASSANS. *Etude sur le Thalicttrum macrocarpum*, thèse, 1881.

sont très larges et les stomates, de dimensions variables, peuvent atteindre jusqu'à 41 μ de longueur. La tige ne possède qu'un seul cercle de faisceaux libéro-ligneux. La seule propriété que possèdent certaines formes du *T. minus*, de donner des racines tubériformes, suffit à établir entre ce dernier et le *tuberosum* le lien de parenté et de descendance mis à profit par moi. On peut, sans être taxé d'exagération, considérer le *T. tuberosum* comme résultant d'une ancienne forme tubéreuse du *T. minus*, forme qui, placée dans des conditions biologiques constantes, s'est fixée par le temps et a transmis à ses descendants des caractères devenus désormais héréditaires.

Enfin le *T. aquilegifolium* constitue la dernière série de dérivation. M. LECOYER dit que cette plante est très polymorphe et que ses diverses formes peuvent constituer trois variétés principales, savoir :

Var. a. — A filets rougeâtres avec des folioles variables ;

Var. b. — A filets blancs d°

Var. c. — A filets blancs, folioles petites et style allongé réfléchi (1).

Cette division est plus conventionnelle qu'effective, car l'on peut rencontrer des spécimens qui possèdent des caractères communs à deux de ces variétés, ce qui alors constituerait une quatrième variété : nous n'en finirions plus avec une telle pulvérisation !

Cette plante, mise en parallèle avec l'espèce *minus*, laisse voir de nombreux points communs qui, accentués par la plasticité des deux types, permettent de les rapprocher et de considérer l'un comme étant dérivé de l'autre. Néanmoins le *T. aquilegifolium* possède un facies si caractéristique, que sa détermination spécifique est relativement facile à opérer. Les grandes fleurs blanches ou rougeâtres, ses akènes réfractés à 2-6 nervures ailées, ses folioles ordinairement grandes, la couronne scléreuse qui, dans le rhizome, sépare les faisceaux ligneux secondaires des primaires, ainsi que l'absence de fibres mécaniques dans les nervures, le distinguent de ses congénères. Son hélioxérophilie est plus faible que celle du *T. minus*.

(1) LECOYER. Loc. cit., p. 151.

La première variété est représentée par le *T. depauperatum* DUMORT. Je l'ai étudié sur des échantillons provenant de Petit-Lanaye (Belgique) où il est rare. Il est très rapproché de l'espèce nodale, est aussi héliophile mais moins xérophile. Il ne faut pas le confondre avec les *T. depauperatum* TIMER (inédit) et *T. depauperatum* ARV. TOUV. qui sont des variétés appartenant à une autre série se rapprochant beaucoup des formes dérivées du *T. flavum*.

Un échantillon provenant de l'herbier de M. OZANON et étiqueté «*T. minus* L. (KOCH); Auf Hügeln des Tertiärkalks bei Ingelheim», n'est qu'une simple variation xérophile du *T. minus* L. Je ne fais pas de différence entre cette plante et le *T. Schultzii* JORD.

Le *T. majus* JACQ. est une plante très plastique qui peut varier dans de larges proportions. J'ai sous les yeux des échantillons, provenant de Saône-et-Loire et de la Côte-d'Or, qui diffèrent énormément par leur mésophylle; chez quelques-uns ce tissu est bifacial, chez les autres il est subcentrique et même centrique, c'est-à-dire complètement transformé en palissades. Malgré cela, le rapprochement de ces échantillons peut se faire à l'aide des épidermes, de la caractéristique pétiolulaire et de l'absence ou de la rareté des poils. Ce *Pigamon* ne saurait être une sous-espèce du *T. minus*; il n'en est qu'une simple race, variant encore avec le milieu.

Je rapproche de cette race, à titre de variété, le *T. majus* G. et G. dont il ne diffère que par son épiderme supérieur subonduleux, à cellules plus larges et par ses palissades moins longues. Au point de vue morphologique le rapprochement a été fait par MM. ROUY et FOUCAUD.

Vient ensuite le *T. Savatieri* Fouc., qui est une variété très xérophile du *T. minus*, se rapprochant aussi par divers caractères anatomiques du *T. majus* JACQ.

Le *T. Jacquiniianum* KOCH est une plante très polymorphe qui peut avoir des affinités avec certaines espèces de la série suivante. Je la considère aussi comme une variété du *T. minus*.

Le *T. montanum* WALLR., également polymorphe, se rapproche beaucoup de l'espèce *minus* avec laquelle elle se confond parfois; à mes yeux elle n'en est qu'une simple variation.

Le *T. porphyritæ* P. SCHULTZ peut se placer, en la même qualité, à côté du *T. montanum*.

Quant au *T. saxatile* SCHL. (RCHB.), ce serait une nouvelle variété de l'espèce *minus* et non, comme le disent MM. ROUY et FOUCAUD, une forme (race) du *T. montanum* WALLR.

Le *T. sylvaticum* KOCH., que j'ai étudié sur des échantillons provenant de la forêt de Fontainebleau et de la Bavière, est remarquable par l'inégale épaisseur de ses épidermes foliaires et les grandes dimensions des cellules de l'épiderme supérieur; c'est une race du *T. minus* L.

Quant au *T. pratense* F. SCHULTZ, j'en fais une variété du *T. sylvaticum*, variété plus hélio-xérophile.

Le *T. Delarbrei* LAMOTTE se confond anatomiquement avec le *T. pratense*.

J'ai rencontré dans l'herbier de M. OZANON un échantillon étiqueté: «*T. collinum?* — Gèdre (Hautes-Pyrénées)», qui n'est autre chose qu'une variété du *T. minus* L.; elle se distingue anatomiquement par les grandes dimensions de ses stomates et les cellules des épidermes foliaires; ses autres caractères appartiennent aussi au *T. sylvaticum* KOCH.

Enfin cette série se clôt par trois plantes également très héliophiles et pourvues de poils, les *T. collinum* WALLR., *Laggeri* JORD. et *saxatile* DC., qui ne représentent qu'une seule et même variété nouvelle du *T. minus*. Leur caractéristique pétiolaire (base de la feuille) est identiquement la même, ses faisceaux libéro-ligneux, au nombre de 26-33, sont disposés sur 1-2 lignes fermées, irrégulières; leur mésophylle est centrique ou subcentrique, mais les cellules de l'épiderme supérieur du *T. collinum* sont subonduleuses, tandis qu'elles sont franchement recticurvilignes chez les deux autres plantes.

Le *T. saxatile* DC. peut être considéré comme une variété du *T. minus*, sinon un hybride des *T. minus* et *flavum*. Il ne diffère du *T. saxatile* SCHL. (RCHB.) que par des caractères très instables et une hélio-xérophilie un peu plus accentuée.

J'ai dit précédemment que l'on pouvait sans inconvénient considérer le *T. simplex* L. comme une sous-espèce du *T. minus*. Cette plante présente la plupart des caractères du *minus* et n'en diffère guère que par ses folioles et sa panicule étroites. Au point de vue anatomique, les rapprochements sont encore plus nombreux. Formes et dimensions des stomates, épaisseur du mésophylle, caractéristique

pétiolulaire, existence de fibres mécaniques à la face supérieure des faisceaux libéro-ligneux des nervures principales, dimensions des cellules épidermiques ; plan ligneux et parenchyme cortical de la tige, structure du pédoncule floral, sont autant de caractères communs. On confondrait facilement ces deux *Pigamon* si la caractéristique pétiolulaire et l'état des cellules épidermiques ne rapprochaient fréquemment aussi le *T. simplex* du *T. flavum*.

Le *T. simplex* a donné naissance aussi à des variétés assez nombreuses dont l'énumération aurait été mieux placée à la suite de celles du *T. minus*, si pour des raisons spéciales tirées de l'hypothèse des phénomènes d'hybridation précités, je n'avais tenu à les intercaler ici. M. LECOYER nous fait aussi remarquer que « la polymorphie du *T. simplex* et les nombreux caractères qui le rattachent par certaines formes, d'une part au *T. minus* et d'autre part au *T. flavum*, font de ce *Thalictrum* une espèce très secondaire dont la distinction exacte est parfois difficile » (1).

FORMES DU *T. Simplex*. L. — Le *T. alpicolum* JORD., que je possède des Hautes-Alpes, se confond morphologiquement et anatomiquement avec le *T. simplex* : ce sont les mêmes plantes.

Le *T. Bauhini* CRTZ. est une variété du *simplex* ; il en possède tous les caractères anatomiques et n'en diffère guère que par l'inégale épaisseur des épidermes foliaires et une xérophilie un peu plus forte.

Très près de ce dernier se trouve le *T. angustifolium* L. que je possède du Doubs et du Jura. Cette plante est assez variable dans ses caractères ; il n'est pas possible de la considérer autrement que comme une variété du *T. simplex*.

Le *T. angustifolium*, β *laserpitioides* ne se distingue pas de la plante type.

Quant au *T. angustifolium*, var. *angustissimum* CRTZ., qui me vient de la Hongrie centrale, il porte sur l'épiderme inférieur et le pétiolule de ses folioles, ainsi que sur la tige, de longs poils, assez nombreux, arrondis ou capités au sommet, simples, 1-cell. ou 1-sériés et 2-cell. qui rappellent parfois les poils 1-sériés du *T. foetidum* moins leur massif basilare. Cette particularité remarquable me

(1) LECOYER. Loc. cit., p. 316.

permet de considérer la variété *angustissimum* comme étant ou un hybride (*simplex* et *foetidum*) ou une forme affine de la série *simplex* avec le groupe *foetidum*. D'ailleurs ces poils se rencontrent chez quelques variétés du *T. foetidum*. Quant aux autres caractères de la forme *angustissimum*, ils rappellent en majorité ceux de la sous-espèce *simplex*; le mésophylle a néanmoins ses palissades plus serrées et plus courtes, et son parenchyme spongieux sans lacunes.

Le *T. Nestleri* F. SCHLTZ. peut être considéré comme un *T. angustifolium* très xérophile; il a aussi des affinités avec la série suivante du *T. minus* ainsi qu'avec la série *flavum*.

La dernière variété du *T. simplex* m'est fournie par le *T. galioides* NESTL. que j'ai étudié sur des échantillons récoltés dans le Jura et dans la Hongrie centrale. Cette plante exprime partout les mêmes affections hélio-xérophiles très accentuées; son mésophylle atteint l'énorme épaisseur de 126-140 μ , il est complètement formé de cellules palissadiques, ses cellules épidermiques sont épaisses et recouvertes d'une épaisse cuticule. Il s'agit ici d'une race du *T. simplex*, race qui accuse, sur certains échantillons, des rapprochements avec la série *flavum*.

2^e Série du *T. minus* L. — Je place le *T. Lucidum* COSS. et GERM. dans une série spéciale à cause du caractère de son mésophylle qui est absolument dépourvu de palissades et de la faible épaisseur des cellules épidermiques, et je considère cette plante comme une variété héliophobe du *T. minus*. Je n'en ai eu qu'un seul échantillon à ma disposition et il paraît, d'après la plupart des floristes, qu'elle est assez complexe et polymorphe.

3^e Série du *T. minus* L. — La série suivante du *T. minus* est caractérisée surtout par le pétiole de la foliole terminale qui rappelle assez exactement celui du *T. flavum* et de ses formes dérivées. Avant d'aborder l'examen des races et variétés de cette troisième série du *T. minus*, je ferai remarquer qu'elles appartiennent presque toutes à la variété *elatum* créée par M. LECOYER. Cette heureuse coïncidence me démontre que les caractères anatomiques ont ici encore leur éloquence et une valeur taxinomique au moins égale à celle des caractères externes. Dans le cas actuel *seulement*, la caractéristique pétioleuse devient de premier ordre dans la série des caractères retenus. Il suffit, pour s'en convaincre, de passer en

revue toutes les formes du *T. flavum*, où l'on reconnaît la constance avec laquelle le pétiole conserve partout sa configuration particulière. Si ce n'étaient les caractères morphologiques et organographiques qui ne laissent aucun doute sur les affinités des représentants de cette série avec le groupe nodal *minus*, on pourrait volontiers rattacher ces derniers au *T. flavum*; c'est aussi ce qui me fait supposer qu'il peut s'agir très bien d'une série d'hybrides (*minus* et *flavum* et *flavum* et *minus*). Des expériences culturales pourraient seules justifier cette hypothèse.

Il est difficile d'attacher un nom spécial à chacune des variétés du *T. minus*, d'abord parce qu'elles diffèrent très peu les unes des autres, ensuite parce qu'elles sont très instables dans leurs caractères distinctifs et qu'elles restent entièrement sous la dépendance du milieu. Les variétés de la série suivante sont, je l'ai dit, toutes caractérisées par la coupe transversale pratiquée à la base du limbe de la foliole terminale. Là, le pétiolule est muni de deux ailes latérales très évidentes, ainsi que d'une crête inférieure parfois très prolongée (fig. 11).

En tête de la série je place les *T. paradoxum* JORD., *aurigeranum* BAILL. et TIMB., *depauperatum* TIMER. (inédit), *depauperatum* ARVET-TOUV., *nutans* DESF. Ces cinq plantes constituent une seule et même variété du *T. minus*. Leur épiderme supérieur est recticurviligne, sensiblement de même épaisseur que l'inférieur dont les cellules sont, pour la plupart, très saillantes. Ces cinq *Pigmons* expriment les mêmes besoins de milieu; ils sont également hélioxérophiles.

Immédiatement à côté se placent, à titre de variétés plus xérophiles, les *T. Jordani* SCHLTZ et *nigricans* JACQ. Ces deux plantes ne diffèrent des précédentes que par leur épiderme supérieur deux fois plus épais que l'inférieur; toutes deux portent des poils en massue, mais ceux du *T. nigricans* ont une longueur double de ceux du *T. Jordani* et sont beaucoup plus abondants.

Viennent ensuite, dans la même série, quatre autres *Pigmons*, les *T. Kochii* FRIES, *calcareum* JORD., *brevepubens* JORD. et *præcox* JORD., qui, à mon sens, constituent collectivement la même variété. Ils sont caractérisés par leurs larges cellules de l'épiderme supérieur, recticurvilignes, égalant en épaisseur celles de l'épiderme inférieur et leur mésophylle centrique ou subcentrique. Ce sont des plantes

très hélio-xérophiles, adaptées à des milieux identiques ou très peu différents ; on pourrait considérer le *T. brevipubens* JORD. comme une variation pileuse du *T. calcareum* JORD.

La série se termine par les *T. expansum* JORD., *odoratum* G. et G. et *saxatile* CHAIX, très peu différents des précédents et très rapprochés entre eux. Leur mésophylle est aussi entièrement représenté par des cellules en palissades, mais les cellules de l'épiderme supérieur sont moitié moins grandes que dans les quatre *Pigmons* précédents. Ces trois plantes représentent la même variété *pilosissima* du *T. minus* et le *T. saxatile* CHAIX se confond anatomiquement avec le *T. odoratum* G. et G.

Le *T. flavum* possède aussi de nombreuses variétés toutes faciles à distinguer anatomiquement, grâce toujours à leur caractéristique pétiolulaire (fig. 11). Il suffit, je le répète encore, pour se convaincre de l'importance de ce caractère, de l'observer sur le plus grand nombre possible d'échantillons parfaitement déterminés. Partout il se retrouve avec une égale expression, et si l'on rapproche ensuite de l'espèce *flavum* toutes les formes représentant le même caractère, que l'on examine les caractères morphologiques respectifs de ces formes, l'on est frappé de la façon *naturelle* dont s'est effectué le groupement. Il y a mieux, l'anatomie permet ici d'élucider quelques cas litigieux, en ce qui concerne notamment les *T. mediterraneum* JORD., *gallicum* R. et FOUC., *nitidulum* JORD., *spurium* TIMER., *Costæ* TIMB.-LAGR. et une forme provenant de l'herbier du D^r GILLOT (1).

FORMES DU *T. flavum* L. — La série des variétés du *flavum* est absolument simple et presque rectiligne. Tous ses représentants possèdent les mêmes caractères anatomiques qualitatifs qui ne diffèrent entre eux que par la *quantité*, résultant d'une affection de plus en plus grande pour la sécheresse et la lumière.

La variété la plus rapprochée de l'espèce est fournie par les *T. medium* (?) var. *oblongum*, *princeps* DUMORT. et *mediterraneum* JORD. Leurs épidermes foliaires sont recticurvilignes, le supérieur est plus épais que l'inférieur, le mésophylle comprend 1-2 assises de palissades qui en remplissent la moitié de l'épaisseur. Le parenchyme

(1) Etiquetée : « *T. medium* (?) var. *oblongum* ; La Tête-d'Or (Lyon).

cortical de la tige est composé de cellules de mêmes dimensions, disposées sur un même nombre d'assises. Les poils épidermiques sont très rares ou nuls.

Le *T. riparium* JORD. se place à côté et très près; il ne se distingue de la variété précédente que par ses cellules onduleuses et moins épaisses de l'épiderme supérieur, ainsi que par son absence de poils sur la feuille.

Vient ensuite le *T. Costæ* TIMB.-LAGR., variété très héliophile du *T. flavum*; son mésophylle porte des palissades sur les deux faces et la caractéristique du pétiole général est munie, sur les bords de la gouttière supérieure, de deux arêtes plus ou moins membraneuses (fig. 14).

La série des variétés se termine par les *T. Gallicum* ROUY et FOUQ., *nitidulum* JORD. et *spurium* TIMB., plantes assez complexes qui ont aussi quelques affinités avec les variétés extrêmes du *T. simplex* et qui s'hybrident sans doute avec ces dernières. Ces trois *Pigmons* constituent une même variété affectionnant les lieux arides et ensoleillés; ils ont les épidermes foliaires également épaissis et puissants; leur mésophylle peut être bifacial ou subcentrique; le faisceau de la nervure médiane est ordinairement surmonté de fibres mécaniques; enfin la tige offre les mêmes caractères anatomiques.

FORMES DU *T. foetidum* L. — J'ai rencontré, dans l'herbier de M. le D^r GILLOT, un échantillon étiqueté d'abord *T. foetidum*, puis *T. montanum* et récolté en allant de Colmars à la cascade de Lans (Basses-Alpes).

L'étude de cette plante m'a permis de reconnaître qu'elle n'a aucun rapport avec le *T. montanum*, mais qu'elle est bien une variété du *T. foetidum*. Ses poils longs, capités ou arrondis, sont fréquemment 1-sériés (2-cell.) et rappellent certains poils de l'espèce *foetidum*; ses deux épidermes foliaires sont onduleux et à grandes cellules, ses stomates peuvent être très longs (39 μ au lieu de 25-26 μ comme chez l'espèce *foetidum*) et son mésophylle comprend, à sa face supérieure, 2-3 assises de parenchyme dense, à cellules à peine deux fois plus longues que larges. Il s'agit évidemment d'une plante moins héliophile que l'espèce *foetidum*. Les poils pourvus d'un massif basilaire y font défaut. Quant à ses caractères externes, ils sont plus conformes à la diagnose du *foetidum* qu'à celle du *montanum*.

Enfin cette même espèce *foetidum* peut encore avoir une variété *glabrum* G. et G. que j'ai rencontrée dans l'herbier de M. OZANON. Les poils y sont absolument défaut, mais les cellules des deux épidermes foliaires, surtout celles du supérieur, sont saillantes qu'elles deviennent comparables à des papilles piliformes. Cette variété est une preuve nouvelle en faveur de la commune origine des *T. foetidum* et *minus*, et, à mon avis, la plus ancienne des deux est la première. La réduction, si fréquente dans les phylums naturels, des poils 1-sériés qui peuvent devenir 1-cell., tout en perdant leur massif basilaire, comme dans le cas présent, ou même être remplacés par des papilles piliformes, constituent des preuves sérieuses à l'appui de ma manière de voir.

L'anatomie joue un rôle important en classification, il n'en faut plus douter ; certaines de ses données y sont même prépondérantes, telles par exemple, que celles tirées de la structure des poils si remarquable dans les espèces du genre *Thalictrum*, et des formes cristallines, du plan ligneux des formations secondaires de la tige, etc., etc. Aussi je suis loin de partager l'opinion de MM. W.-J. KOOKER, HOOKER f. et THOMSON qui considèrent le *T. foetidum* L. comme une variété du *T. minus* L.

J'ai démontré, avec preuves nombreuses, que les *T. foetidum* et *minus* (espèce collective et très polymorphe) sont deux espèces nodales, ayant une origine commune et des affinités réciproques, et aussi que le *T. foetidum* a existé antérieurement à son congénère.

VII. — DESCRIPTION SOMMAIRE DES ESPÈCES DU GENRE *THALICTRUM*.

1° *T. foetidum* L. — Rhizome court avec racines adventives dont le parenchyme cortical est presque entièrement transformé en fibres mécaniques. Tige de 1-5 dm., pubescentes-glandul. Feuilles exstipellées, 3-4-pennatiséquées. Folioles petites, 2-10 mm. de long sur 1-6 mm. de large. Poils 1-sériés (2-3 cell.) pourvus ordinairement d'un massif cellulaire à la base. Fleurs petites, d'un vert rougeâtre, hermaphrodites, pendantes. Anthères linéaires, mucronulées. Style

court (1/2-1 mm.), stigmate dilaté, latéral, occupant toute la longueur du style. Akènes sessiles munis de 6-8 nervures simples (juillet-août).

Habitat : Lieux secs et rocailloux des régions subalpines.

2° **T. minus** L. — Souche cespiteuse ou formée d'un rhizome plus ou moins long pourvu de racines adventives à moelle sclérifiée ou non et avec paquets mécaniques en dehors du bois primaire (jeune racine) et fibres scléreuses dans le parenchyme cortical (racine plus âgée). Tige de 5-12 dm., simple ou rameuse, sillonnée ou lisse, glabre ou parfois velue, feuillée partiellement ou entièrement. Feuilles de grandeurs très variables, rapprochées ou distantes, apprimées ou étalées, 3-4-pennées. Foliolles de grandeurs variables (3-40 mm. sur 4-30 mm.), pétiolulées ou subsessiles, glabres ou velues. Poils simples, ordinairement courts, en massue et 1-cell. Fleurs petites, vert-rougeâtre, hermaphrodites, ordinairement pendantes. Etamines à filet filiforme; anthères linéaires, mutiques ou mucronulées. Style court (1 mm.); stigmate occupant toute la longueur du style. Carpelles sessiles ou subsessiles, subovoïdes, 3-4 mm. de long. sur 1-1 1/2 de large, ordinairement dressés et munis de 6 nervures latérales simples (mai-août).

Hab. — Partout, mais surtout dans les collines herbeuses, les bois et lieux secs.

3° **T. flavum** L. — Souche formée d'un rhizome court ou nul, forte, munie de racines adventives jaunâtres renfermant dans leur parenchyme cortical des îlots de fibres mécaniques (jeune racine) ainsi que dans leur cylindre central (racine plus âgée). Tige de 6-15 dm. dressée, ordinairement simple. Feuilles grandes, apprimées, distantes, d'un contour ovale, oblongues, 2-3-pennatiséquées, souvent stipellées. Foliolles de grandeur variable (20-50 mm. de long sur 5-30 mm. de large), ordinairement obovales ou cunéiformes, sessiles ou pétiolulées, très variables sous le rapport des divisions du limbe, glabres ou pubescentes. Fleurs dressées, hermaphrodites, petites, jaunâtres, ordinairement rapprochées en glomérules denses; anthères mutiques ou submutiques; style droit occupé sur toute sa longueur par le stigmate; carpelles sessiles, courts, ovoïdes ou arrondis, dressés, convexes, munis de 6 nervures non anastomosées (juin-août).

Hab. — Lieux humides; prairies, cours d'eau.

4° **T. alpinum** L. — Rhizome grêle, dépourvu de tissus mécaniques dans le cylindre central. Tige petite (5-15 cm.), simple, rarement ramifiée, ne renfermant qu'un seul cercle de faisceaux libéro-ligneux. Feuilles exstipellées, 3-4-pennatiséq., ordinairement toutes radicales; folioles petites (2-10 mm. de long sur 1-6 mm. de large), pourvues de paquets de fibres mécaniques en dessus et en dessous du faisceau libéro-ligneux des nervures principales. Fleurs petites, d'un rouge verdâtre, hermaphrodites, peu nombreuses. Stigmate occupant toute la longueur du style. Carpelles sessiles ou presque sessiles, glabres, pourvus de 6-8 nervures latérales, peu ou pas anastomosées, réfléchis (juin-juillet).

Hab. — Lieux humides et fangeux des régions alpines (prairies).

5° **T. macrocarpum** GREN. — Souche déterminée, formée par un gros rhizome pivotant, allongé et muni de racines adventives; celles-ci entièrement enveloppées par de nombreuses assises subéreuses. Tige de 4-6 cm., glabre ou velue, lisse ou peu striée. Feuilles à pétiole engaînant, simples ou 2-3-pennées; folioles de 10-30 mm. de long., pétiolulées ou subsessiles, entières ou 3-lob. au sommet. Inflorescence souvent pauciflore; fleurs grandes, hermaphrodites, jaunâtres; carpelles comprimés, atteignant jusqu'à 1 cm. de longueur, à nervures proéminentes et anastomosées (juin-septembre).

Hab. — Fentes des rochers des Pyrénées.

6° **T. tuberosum** L. — Souche formée d'un rhizome court, déterminé, muni de racines adventives tuberculeuses à leur base et filiformes vers leur extrémité, renfermant de nombreux sclérides dans le parenchyme cortical, ainsi qu'une couronne d'autres sclérides à la périphérie du cylindre central (région moyenne du tubercule). Tige de 3-5 dm., ordinairement simple et dressée, ne renfermant qu'un cercle de faisceaux libéro-ligneux, portant 1-3 feuilles. Feuilles exstipellées, le plus grand nombre radicales, 2-3-pennatiséq. Folioles de 5-10 mm. de long sur 3-5 de large, généralement ovales ou subcunéiformes, petites, pétiolulées ou sessiles, entières ou 3-dentées. Fleurs grandes, d'un blanc jaunâtre, hermaphrodites, disposées en grappe corymbiforme, peu nombreuses, portées sur des pédicelles quelquefois assez longs; sépales pétaloïdes, une fois plus longs que les étamines qui sont nombreuses. Carpelles sessiles

ou substipités, gros (4-5 mm. de long sur 1-2 mm. de large ; subfusiformes, munis de 6-8 nervures ordinairement non anastomosées, terminés par un bec court un peu incliné (juin-juillet).

Hab. — Lieux stériles et pierreux (Aude, Hte-Garonne, et départements pyrénéens).

7° *T. aquilegifolium* L. — Tige de 4-10 dm., souvent simple, robuste, lisse ou striée, glabre. Feuilles 2-3-ternées, stipellées ; folioles glabres, de dimensions variables (20-50 mm. de long sur 5-40 mm. de large), ordinairement obovales, pétiolulées ou sessiles, 3-lob. ou 3-dentées au sommet. Inflorescence corymbiforme à fleurs grandes, blanches ou rougeâtres, hermaphrodites ; étamines à filets dilatés au sommet ; stigmate peu papilleux. Carpelles longuement stipités, pendants, ailés (fig. 15) (mai-juillet).

Hab. — Lieux couverts et montagnes boisées (Pyrénées, Auvergne, Alpes, Jura, etc.).



EXPLICATION DES PLANCHES.

<i>m.b.</i> — Massif basilaire.	<i>lib.</i> — Liber.
<i>épid.</i> — Epiderme.	<i>lib.pr.</i> — Liber primaire.
<i>p.p.</i> — Parenchyme en palissades.	<i>lib.sec.</i> — Liber secondaire.
<i>lac.</i> — Lacune.	<i>p.coll.</i> — Parenchyme collenchyma- toïde.
<i>f.m.</i> — Fibres mécaniques.	<i>f.l.l.</i> — Faisceau libéro-ligneux.
<i>b.</i> — Bois.	<i>f.m.</i> — Fibres mécaniques.
<i>b.p.</i> — Bois primaire.	<i>p.scl.</i> — Parenchyme scléreux.
<i>b.sec.</i> — Bois secondaire.	<i>p.cl.m.</i> — Parenchyme clair et mince.
<i>hypod. coll.</i> — Hypoderme collenchy- matoïde.	<i>pér.scl.</i> — Péricycle scléreux.
<i>cour. méc.</i> — Couronne mécanique.	<i>p.</i> — Poils.
<i>p.méc.</i> — Paquet mécanique.	<i>coll.</i> — Collenchyme.
<i>p.c.</i> Parenchyme cortical.	<i>m.scl.</i> — Moelle sclérifiée.

Planche IV.

- Fig. 1. — *Thalictrum foetidum*. — Poil.
 Fig. 2. — id. *minus*. — Poil.
 Fig. 3. — id. *foetidum*. — Poil.
 Fig. 4. — id. *collinum* WALBR. — Stomates.
 Fig. 5. — id. *alpinum*. — Epid. supér.
 Fig. 6. — id. *tuberosum*. — Epid. sup.
 Fig. 7. — id. *aquilegifolium*. — Epid. sup.
 Fig. 8. — id. *alpinum*. — Mésophylle.
 Fig. 9. — id. *alpinum*. — Mésophylle.

Planche V.

- Fig. 10. — *T. alpinum*. — Nervure principale.
 Fig. 11. — *T. flavum*. — Pétiolule (schéma).
 Fig. 12. — *T. tuberosum*. — Pétiolule (schéma).
 Fig. 13. — *T. majus* G. et G. — Pétiole (schéma).
 Fig. 14. — *T. costæ* TIMB.-LAGR. — Pétiole (schéma).
 Fig. 15. — *T. aquilegifolium*. — Fruit (schéma).
 Fig. 16. — *T. flavum*. — Racine.

(Dans cette dernière figure, il n'a été dessiné qu'une partie du parenchyme cortical et du cylindre central correspondant, ainsi que la moelle. Le reste est schématique).



ROLES DE L'ENVELOPPE MUQUEUSE
DES ŒUFS DE GRENOUILLE,

PAR

R. FLORENTIN,

Préparateur à la Faculté des Sciences de Nancy.

On sait que les œufs de Grenouille pondus sont entourés d'une épaisse couche de mucus transparent. On lui attribue des rôles multiples qui sont les suivants : 1^o rôle de protection ; 2^o rôle de nutrition ; 3^o rôle de flotteur ; 4^o rôle d'incubateur. Il en est de bien nets qui ne sont plus contestés ; aussi ne ferons-nous que les citer. Tandis que d'autres sont moins précis, en particulier le quatrième dont on a, à notre avis, exagéré l'importance et sur lequel nous nous étendrons un peu.

1^o Abandonné à lui-même à la surface des eaux, le frai de Grenouille a besoin d'armes défensives contre les agents extérieurs pour mener à bien l'éclosion des œufs qu'il renferme. A ce point de vue, le revêtement muqueux est évidemment d'une grande utilité.

Tout d'abord il sert de protection contre les lésions pouvant provenir des chocs ou des pressions. De plus, cette ponte réunie en un seul paquet par un ciment mucilagineux, semble avoir mis en pratique le fameux proverbe « l'union fait la force ». Car là où succomberait probablement chaque œuf isolé, cette agglomération de volume parfois respectable peut au contraire lutter efficacement. On a remarqué, en effet, que les Oiseaux aquatiques ne peuvent s'emparer du frai de Grenouille à cause de sa viscosité, sauf cependant le Canard, qui, avec son bec si large, parvient à le morceler et à en faire sa nourriture.

STAHL (1) a le premier, en 1888, fait des expériences sur le rôle protecteur de l'enveloppe muqueuse contre les Poissons et les

(1) STAHL. Pflanzen und Schnecken. *Jen. Zeitschrift für Naturw.*, t. 22, 1888, p. 639.

Mollusques. Il a remarqué qu'un petit Poisson du paradis (*Macropoda*) mangeait avidement des œufs de Grenouille (*Rana temporaria*) débarrassés de leur mucus, et qu'après avoir saisi des œufs entourés de leur couche muqueuse, il les rejetait aussitôt. Ce même Poisson se montrait très avide de jeunes têtards qui étaient à sa portée. STAHL fit une autre expérience avec des Limnées. Dans un vase il plaça six œufs de Grenouille recouverts de leur mucus, et six œufs sans mucus. Quelques Limnées (*Limnea stagnalis* L.) qui s'y trouvaient, mangèrent aussitôt les œufs mis à nu, tandis que les œufs enveloppés de mucus étaient encore intacts au bout de deux jours.

H. BERNARD et K. BRATUSCHECK (1) ont fait des expériences semblables avec des Crustacés (*Gammarus fluviatilis* RÆSEL) qu'ils avaient privé de nourriture pendant un certain temps. Ces animaux firent de nombreuses tentatives contre les masses de frai qui restèrent intactes pendant plusieurs jours. Mais, fait à remarquer, ils ne purent non plus assouvir leur faim avec des œufs privés de leur enveloppe muqueuse et avec de jeunes têtards qui étaient à leur portée. Chaque fois que dans leurs recherches actives de nourriture ils venaient à rencontrer une de ces proies, ils la saisissaient d'abord, mais la rejetaient bientôt comme s'ils lui trouvaient un goût désagréable.

Ces observateurs pensent que cette répugnance provient de certaines substances de désassimilation répandues sur les œufs et les têtards, leur servant ainsi de moyen de défense ; et il est probable, disent-ils, que ces matières à goût désagréable imprégnant le mucus viennent s'ajouter comme protection à la viscosité.

Remarquons que ces moyens de défense, comme d'ailleurs tous les autres, n'écartent pas tous les ennemis, mais seulement certains d'entre eux, puisque nous voyons les Canards vaincre la viscosité du frai, et le Macropode et les Limnées de STAHL détruire les œufs dépourvus de leur mucus. Nous avons observé également que les Tritons et les Dytiques mangent les têtards vivants ; de plus les têtards prennent volontiers comme nourriture des têtards hachés de la même espèce. Ces prétendues substances de désassimilation répandues sur les œufs et les têtards ne sont donc pas désagréables

(1) H. BERNARD et K. BRATUSCHECK. Der Nutzen der Schleimhüllen für die Froscheier. *Biol. Centralb.*, t. 11, 1891, p. 691.

pour tous les animaux, et leur existence est tout au moins très problématique.

2° Comme on sait, le mucus joue aussi un rôle dans la nourriture des jeunes têtards. Après l'éclosion, ils s'attachent à leurs enveloppes abandonnées, et en font disparaître la plus grande partie; mais ce mucus ne doit pas être très nutritif.

3° Grâce à la faible densité de la masse gélatineuse, le frai vient flotter librement à la surface de l'eau. Nous ne voyons pas trop quel avantage les œufs doivent retirer de cette situation, attendu qu'il y a bien des pontes d'autres animaux (Tritons, Limnées, etc.) qui restent fixées sur des supports quelconques au sein des eaux, et même dans les couches les plus profondes.

Il y a tout lieu de croire que cette différence de station est un simple effet du hasard, et que le rôle de flotteur n'a pas l'importance qu'on pourrait lui attribuer. Tout ce qu'on peut dire c'est que le frai flottant à la surface, est placé ainsi dans la couche d'eau la plus chaude, ce qui pourra hâter l'éclosion; mais par contre il est exposé aux attaques des Oiseaux.

4° H. BERNARD et K. BRATUSCHECK admettent que cette protection mucilagineuse est aussi une sorte de réceptacle de la chaleur solaire, et possède un pouvoir absorbant spécial pour les rayons calorifiques, ce qui l'a fait comparer à une petite *serre chaude* venant hâter l'éclosion des œufs. Ils ont comparé expérimentalement l'absorption calorifique à travers une couche de mucus de Grenouille verte, et une couche d'eau de même épaisseur (0^{mm}, 2) à l'aide d'une pile thermo-électrique. Ils donnent comme conclusion de leurs expériences que le mucus, comparé à l'eau, retient plus que celle-ci les rayons de plus grande longueur d'onde, fait qui viendrait en effet confirmer le rôle de concentration calorifique rempli par l'enveloppe des œufs.

On peut remarquer que si pendant le jour le mucus absorbe de la chaleur, pendant la nuit il émettra une partie des radiations absorbées pour se mettre en équilibre de température avec l'eau ambiante, et alors le bénéfice ne sera pas très notable. D'ailleurs est-ce que cette absorption de chaleur influe d'une façon appréciable sur la durée du développement, comme le prétendent BERNARD et BRATUSCHECK? Pour résoudre la question, nous avons fait l'expérience suivante avec des œufs de Grenouille (*Rana agilis* THOMAS) (1).

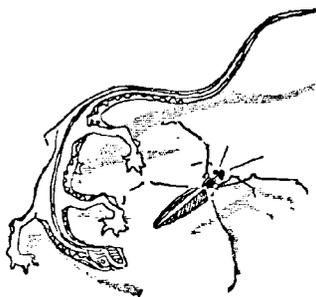
(1) *Rana temporaria* des auteurs.

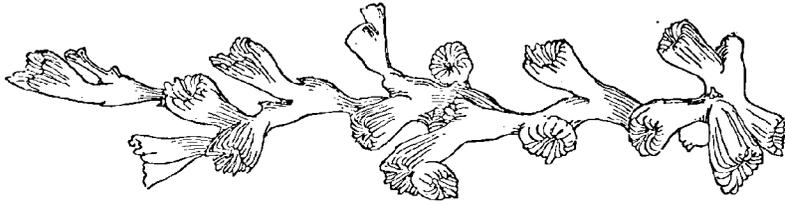
Nous avons partagé une ponte de la nuit précédente en deux parties à peu près égales ; la première partie fut placée dans un grand vase en verre contenant de l'eau. Un autre vase semblable reçut les œufs provenant de la deuxième partie de la ponte, mais isolés et débarrassés de leur mucus, ce qui les fit tomber au fond du récipient. Les deux vases étaient placés l'un à côté de l'autre, à la même lumière diffuse et soumis aux mêmes conditions de température par un renouvellement constant de l'eau qu'ils contenaient, n'y occasionnant aucun courant appréciable. L'expérience a commencé le 22 mars. Les phases du développement ont toujours concordé exactement dans les deux vases, et nous n'avons jamais aperçu de différence entre les œufs à mucus et les œufs isolés et mis à nu. Le 30 mars, huit jours après, des éclosions se sont produites dans les deux vases en nombre à peu près égal, et le développement ultérieur s'est effectué d'une façon identique dans les deux récipients.

Ce résultat nous montre donc que l'absorption des radiations calorifiques opérée par le mucus n'a pas d'effet appréciable sur la rapidité de l'éclosion des œufs de Grenouille.

En résumé, nous pensons que parmi les rôles du mucus de Grenouille il en est un qui prédomine, c'est son rôle de protection. Les autres sont de second ordre et nous paraissent presque insignifiants.

Nancy, le 20 janvier 1897.





ÉTUDES DE MORPHOLOGIE EXTERNE
CHEZ LES ANNÉLIDES,

PAR

FÉLIX MESNIL,
Agrégé, Docteur ès sciences naturelles.

III

FORMES INTERMÉDIAIRES ENTRE LES MALDANIENS
ET LES ARÉNICOLIENS.

Planche VI.

INTRODUCTION

J'ai publié, en avril 1896 (1), une note où je donnais une description précise de *Clymenides sulfureus* CLPD. que je classais, comme CLAPARÈDE, parmi les Maldaniens, tout en indiquant ses grandes ressemblances avec les Arénicoliens, et particulièrement avec *A. marina* LINNÉ. M. J.-T. CUNNINGHAM, de Plymouth, m'a fait remarquer que ma description concordait avec celle que BENHAM a publiée en 1893 d'un prétendu stade post-larvaire d'*Arenicola marina*.

Clymenides sulfureus CLPD. serait-il donc un stade ontogénique de l'Arénicole commune ? Si l'on en croit CUNNINGHAM et RAMAGE d'une part, EHLERS de l'autre, on ne sait encore rien sur l'embryogénie de cette annélide ; les pontes que MAX SCHULTZE et HORST ont rapportées à cette espèce seraient celles de *Scoloplos armiger* O. F. M. La question ne peut donc être résolue que par la comparaison soigneuse des caractères de *Clymenides* avec ceux des plus

(1) L'index bibliographique est à la fin du mémoire p. 165.

jeunes Arénicoles du sable. Cet examen n'est pas concluant ; il m'a vite convaincu de la nécessité d'examiner des formes voisines de *Clymenides sulfureus* et j'ai eu l'heureuse chance d'en rencontrer de nouvelles. Je vais d'abord en faire la description qui occupera la première partie de ce mémoire.

Je me baserai ensuite sur les faits observés pour conclure dans la discussion soulevée par la note de BENHAM et la mienne.

Les caractères différentiels des Maldaniens et des Arénicoles peuvent se résumer ainsi :

Un assez grand nombre de somites au métastomium (une quarantaine), tous assez courts. Branchies rameuses. Crochets ventraux sans barbules sous-rostrales, avec un faible renflement de la tige..... *Arénicoles.*

Un petit nombre de somites au métastomium (18-30) ; ceux de la région moyenne du corps très longs. — Pas de branchies. — Crochets ventraux avec barbules sous-rostrales, et un renflement très net de la tige (1)..... *Maldanien.*

Je vais décrire successivement :

I. Une espèce nouvelle, dont je fais le type d'un genre nouveau *Micromaldane* qui diffère des Maldaniens typiques en ce que les barbules sous-rostrales des soies en crochet sont rudimentaires ; ces soies sont les mêmes d'un bout à l'autre du corps et existent dès le 1^{er} sétigère ; elles ressemblent aux crochets aviculaires de certains Sabelliens.

II. Trois espèces, dont deux nouvelles, appartenant au g. *Clymenides* CLPD. Toutes ces formes n'ont pas de branchies ; le renflement de la tige des soies en crochet est assez net (caractères Maldaniens) ; mais les barbules sous-rostrales sont rudimentaires ; les somites sont courts, et en revanche nombreux (caractères Arénicoles).

III. *Branchiomaldane Vincenti* LINGHS, qui a des branchies très simples ; des crochets sans barbules sous-rostrales, avec un renflement de la tige assez net ; des anneaux courts et nombreux.

Tous les matériaux de cette étude proviennent de l'anse St-Martin, près du cap de la Hague (Manche), sauf *Clymenides sulfureus* que j'ai recueilli à Wimereux pendant mes séjours au laboratoire en 1892 et 1893.

(1) Je ne parle pas de la différenciation des soies ventrales des premiers somites, ni de la complication du pygidium ; ce ne sont pas des caractères absolument généraux.

I. — MICROMALDANE, NOV. GEN.

Description de *Micromaldane ornithochæta* n. sp.

(Pl. VI. fig. 1-4)

Cette espèce, de petite taille (4^{mm} sur 0^{mm}, 2), habite les anfractuosités des *Lithothamnion polymorphum* qui tapissent les mares de la zone littorale, dans l'anse St-Martin. On la trouve dans des tubes formés de grains de sable assez fins agglutinés par un mucus sécrété par l'animal.

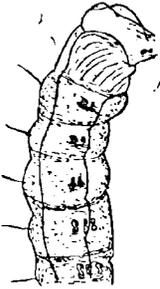


FIG. 1 (X 62).
soies dorsales et les crochets ventraux.

L'annélide, assez lente, sort difficilement de son tube; il faut beaucoup de patience si l'on veut arriver à obtenir un animal entier.

Le corps est incolore (voir, sur la fig. 1 ci-contre, la partie antérieure d'un exemplaire de profil); aussi aperçoit-on facilement les longues

soies dorsales et les crochets ventraux.

Le *prostomium* elliptique porte sur son bord latéral, du côté dorsal, 2 paires d'yeux de moyenne grosseur et paraissant posséder un cristallin; deux fossettes longitudinales assez développées indiquent la présence des organes nucaux (*n*, fig. 2 ci-contre). Ce prostomium paraît appartenir au type de RACOVITZA (17, pag. 229), sans palpode ni plaque céphalique (voir la fig. schématique ci-contre).



FIG. 2 (X 62).

Le premier anneau du *métastomium* a une longueur qui n'est guère que la moitié de sa largeur; on y voit par transparence un trompe assez bien développée. A partir du 2^e anneau du métastomium, tous les segments portent dorsalement des soies capillaires, ventralement des crochets; il y a 17 sétigères (1). Les somites, à partir du 1^{er} sétigère, augmentent rapidement de longueur, et vers le 8^e ou le 9^e, la longueur est le double de la largeur; mais les anneaux, ensuite, redeviennent rapidement courts. Le dernier segment du métastomium, le 19^e, très court, est achète.

(1) Je n'ai compté ce nombre que sur 2 exemplaires; aussi ne puis-je affirmer sa généralité.

L'anus se trouve à l'extrémité d'un cône assez développé (fig. 4, *a*), qui me paraît homologue de l'appareil patelliforme qui termine le corps des *Leiochone*. Ce cône est entouré, dans mon espèce, par un *pygidium* (fig. 4, *e*) en forme d'entonnoir très peu évasé ; le bord est légèrement frangé et porte environ 14 incisures ; chaque dent ainsi limitée, est divisée en 2 par une ligne longitudinale. Ce *pygidium* rappelle tout à fait celui des Maldaniens typiques (g. *Clymene*, etc.).

Les soies capillaires, qui composent la rame dorsale, sont de deux sortes : 1° des soies assez largement limbées (fig. 1) existant au nombre de une, ou très rarement deux, à tous les sétigères ; 2° des soies coudées un peu plus fines que les précédentes (fig. 2) et présentant un étranglement au coude ; la partie terminale est striée transversalement, la région striée étant du côté externe ; ces soies sont au nombre de deux par rame (1). Je n'en connais de semblables chez aucune autre Annélide.

Les soies en crochet (fig. 3) qui composent les rames ventrales, existent dès le 1^{er} sétigère (2). Elles ont un vertex très développé : il porte en effet cinq dents impaires, très nettes, en plus de la dent interne ; celle-ci est recourbée et fait un angle assez aigu avec la tige. Un peu au-dessous de cette dent, la tige présente une légère éminence d'où partent deux filaments ou deux lamelles très fines, rudiments des barbules sous-rostrales. Le renflement de la tige est très net et bien limité. A partir de là, au lieu de se continuer en ligne droite, comme c'est la règle chez les Maldaniens, elle se recourbe à angle droit ; cette partie proximale est très fine relativement à la partie distale. En résumé, cette soie ressemble beaucoup plus à un crochet aviculaire de Sabellien qu'à un crochet à long manubrium de Clyménien ordinaire.

J'ai observé une seule fois un exemplaire avec des œufs gris.

Affinités. Le type que je viens de décrire est certainement un Maldanien ; il en a tous les caractères essentiels. La présence, aux premiers sétigères, de crochets ventraux, semblables à ceux des autres sétigères, rapproche cette forme des g. *Axiothea* MMGR (14)

(1) Ces soies existent certainement à partir du 6^e somite (5^e sétigère) ; aux quatre premiers sétigères, il y a des soies voisines comme forme, sinon identiques.

(2) Voici le nombre de ces soies sur un de mes exemplaires entiers : 2 aux somites 2 à 4, 3 au 5^e et 6^e, 2 au 7^e, 4 du 8^e au 11^e, 3 au 12^e, 2 du 13^e au dernier.

et *Paraxiothea* WEBST. (19), et en fait un type assez primitif dans la famille. L'existence de barbules sous-rostrales rudimentaires ne peut s'expliquer qu'en admettant la dérivation de *Micromaldane* d'un Maldanien typique à barbules sous-rostrales bien développées(1).

La forme de ses soies en crochet le rapproche du genre *Rhodine*, chez lequel aussi les barbules sous-rostrales sont nulles ou (?) rudimentaires [ni MALMGREN (14), ni EHLERS (5) n'en figurent]. Les crochets de *Rhodine sima* EHL. FLORIDA, quoique très différents de ceux de *Micromaldane*, ont aussi une forme aviculaire. Par la forme de ses soies, *Micromaldane ornithochæta* indique une évolution d'un Maldanien dans le sens Sabellien ; et il est curieux de noter que cette évolution se présente chez un Maldanien où le lobe céphalique est réduit à sa plus grande simplicité.

II. — LE GENRE CLYMENIDES CLPD.

§ 1. — Description de *Cl. sulfureus* CLPD. (3) (Pl. VI, fig. 5-11).

Je me contente de reprendre la description que j'ai donnée dans les Comptes-rendus de la Société de Biologie, en avril 1896, en l'accompagnant de figures. Chemin faisant, je discuterai quelques points des descriptions de BENHAM (2) (1893) et de KYLE (12) (octobre 1896) de ce qu'ils appellent un stade post-larvaire d'*Arenicola marina* ; il suffit de lire la description de BENHAM pour s'assurer qu'il a bien eu entre les mains la même Annélide que celle que je décris ici.

Habitat. — Assez fréquente dans les pêches au filet fin en Juin et Juillet 1892 et 1893, à Wimereux, entourée d'un mince tube de mucus transparent dont elle se débarrasse facilement. L'annélide, même entourée de son tube, est assez agile, et nage vivement en se tortillant. Je l'ai trouvée aussi, en compagnie de *Pomatoceros triqueter* L., sous les rochers, à Audresselles (côte du Boulonnais).

Description. — De 3^{mm} 5 à 8^{mm} de long sur 0^{mm} 5 à 0^{mm} 75 de large (2). Le corps est à peine atténué antérieurement, mais le dernier tiers (région caudale achète, fig. 6) est nettement moins large

(1) D'après le dessin d'EHLERS, *Clymene cingulata* EHL. Florida (5), aurait aussi des barbules rudimentaires ; mais il s'agit là d'un Maldanien hautement différencié, très différent de notre type.

(2) Dans ma note précitée, j'ai par erreur indiqué des dimensions doubles, 1 cm. 5 sur 1 mm. 5.

que les deux premiers. La teinte est jaune-verdâtre, surtout accentuée aux extrémités ; elle est due à la présence, dans l'épiderme, de glandules tout à fait semblables à celles de l'Arénicole (1). Pas d'appendices proéminents ; on voit seulement émerger les soies dorsales (fig. 5 et 6).

Le *prostomium*, nettement séparé du 1^{er} anneau du métastomium par une rigole transversale, est très court et a une forme tronquée, comme c'est la règle chez les Clyméniens ; son extrémité antérieure est arrondie. Le plan coupé dorsal porte latéralement deux groupes de 2, 3 ou un plus grand nombre de taches oculaires.

Le *métastomium* comprend deux premiers somites achètes (2), 19 sétigères, et une longue partie achète de 1/4 de centimètre environ. Le métastomium, antérieurement, est plus développé ventralement que le prostomium, en sorte que la lèvre buccale inférieure est proéminente (fig. 5).

Les 2 premiers somites du *métastomium* ont une longueur qui est au moins moitié de leur largeur, et sont nettement séparés par une cloison transversale. Le 1^{er} porte dorsalement et en avant une paire d'*otocystes* (o, fig. 5) ronds (3), contenant une dizaine d'otolithes de grosseur variable et à bords anguleux ; ces otocystes paraissent tout à fait semblables à ceux d'*Arenicola marina* L.

Tous les parapodes de la région sétigère sont construits sur le même type et portent les mêmes soies. Dorsalement, on a en général 4 soies : 2 très longues faisant fortement saillie à l'extérieur ; leur partie limbée est très longue, mais le limbe est très étroit (4) (fig. 7) ; — 2 faisant faiblement saillie, à partie limbée courte,

(1) Ce pigment est soluble dans l'alcool. Sur les animaux conservés, on voit, dans l'épiderme, des cellules, rares et éparses dans la région sétigère, disposées en rangées transversales dans la région caudale, qui renferment des granules de pigment noir. Ces cellules rappellent celles à granulations brunes, dont je signalerai plus loin l'existence dans la cavité du corps. Je suis convaincu que les cellules à pigment insoluble de l'épiderme proviennent de cellules coelomiques qui, bourrées de matières d'excrétion, émigrent vers l'extérieur [voir à ce sujet les travaux de EISIG (8), RACOVITZA (16), etc].

(2) BENHAM signale 1 soie dorsale au 2^e somite. Je ne l'ai pas retrouvée ; mais je crois volontiers son observation exacte : une telle soie existe chez *Gl. ecaudatus*. Elle prouve que, comme chez les Clyméniens, le 2^e somite du métastomium est sétigère.

(3) Je ne comprends pas l'erreur de BENHAM et de KYLE qui placent les otocystes dans le prostomium.

(4) Cette partie n'est pas rigide ; l'animal infléchit fréquemment ces soies qui doivent lui être utiles pour la natation.

mais à limbe très large (on voit très nettement la striation oblique de ce limbe, et il paraît même quelquefois découpé très finement) (fig. 8). *Ventralement*, on a une rangée de soies en crochet de Clyménien (fig. 9-11) : la tige, assez longue, est renflée un peu avant son extrémité, et elle se termine par des dents : une interne très développée, 3 rangées externes très fines (les 2 dernières rangées paraissent même souvent se confondre) ; immédiatement au-dessous du point où prend naissance la dent interne, on distingue mal une légère saillie de la tige d'où part une fine lamelle parallèle à la dent ; c'est une barbule sous-rostale rudimentaire. Il y a 3 ou 4 soies à crochet au 1^{er} sétigère ; puis le nombre augmente, il atteint 8 et même 9 au 11^e sétigère ; il est de 6 ou 7 au dernier (1). Aux 2 ou 3 derniers sétigères, le corps, jusque-là assez exactement cylindrique, s'atténue pour passer à la région postérieure achète qui est également cylindrique. Les derniers sétigères sont aussi bien développés que les précédents ; ils sont simplement beaucoup moins larges. *Il n'existe jamais d'anneaux embryonnaires.*

La *région postérieure* est sillonnée par une vingtaine de rigoles transversales qui limitent probablement autant de somites, comme on peut s'en assurer en observant les anses vasculaires.

Le *pygidium* a la forme d'un tronc de cône constitué par 8 courtes papilles qui entourent l'anus à peu près terminal. Le pigment jaune verdâtre est particulièrement développé dans cette région.

L'*appareil digestif* commence par une trompe exsertile portant de nombreuses papilles (fig. ci-dessous). Puis vient un tube cylindrique à parois lisses qui s'élargit peu à peu ; on a le maximum de largeur aux 5^e et 6^e sétigères (*i*, fig. 5). Cette partie est en communication avec 2 diverticules dorsaux de la longueur d'un somite débouchant à la limite du 6^e et du 7^e sétigères (*a*, fig. 5). A partir du point où s'insèrent ces 2 culs-de-sac, on a un tube digestif large et annelé ; c'est la région glandulaire (*g*, fig. 5). Le tube redevient lisse vers le 14^e sétigère, et il est étroit et cylindrique dans toute la région achète (*i*, fig. 6).

Le *système circulatoire* comprend un organe propulseur dorsal, accolé au tube digestif, à peu près au point où les diverticules y débouchent (*c*, fig. 5). Le sang circule par saccades dans le vaisseau dorsal postérieur ; le cœur se remplit, puis brusquement se vide dans

(1) Pour le détail du nombre des soies, voir la note de la page 160.

le vaisseau dorsal antérieur ; on compte environ 10 pulsations à la minute (1). Le vaisseau dorsal (fig. ci-contre) se bifurque à la hauteur des otocystes, et ses deux branches se suivent, nettement visibles, accolées à la trompe ; elles reviennent en arrière ventralement et elles s'unissent dans le 1^{er} sétigère pour constituer le vaisseau ventral ; le sang circule sans mouvements saccadés dans ce vaisseau. Les 2 vaisseaux ventral et dorsal sont unis dans tous les somites, même ceux de la région postérieure, par des anneaux transversaux ; c'est probablement par les anneaux de la région sétigère, à fleur de peau, que se fait l'hématose. Le sang est rouge sans éléments figurés (2).

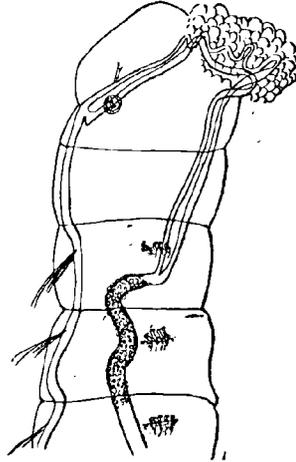


FIG. 3 (X 35)

Les *organes segmentaires*, construits sur le même type que ceux de l'Arénicole, s'observent dans les sétigères 5 (pavillons dans le 4^e), 6, 7, 8 et 9 ; il y en a probablement aussi une paire dans le 4^e.

La *cavité du corps* est remplie d'un liquide avec nombreux éléments figurés : ronds, fusiformes, elliptiques remplis de granulations brunes (ce sont probablement des matières d'excrétion ; elles paraissent semblables à celles des organes segmentaires et de certaines cellules qui entourent le vaisseau ventral).

Je n'ai jamais observé de produits génitaux.

Cette espèce présente une telle analogie d'aspect avec l'espèce de CLAPARÈDE que je crois devoir les identifier, malgré cette différence importante, d'ailleurs la seule, que CLAPARÈDE compte 22 anneaux sétigères au lieu de 19.

Je crois aussi que c'est cette espèce qu'EHLERS (7) a obtenue par des pêches pélagiques et qu'il considère comme une larve d'*A. marina*. Il indique 20 sétigères. Aurait-il vu la soie rudi-

(1) KYLE indique qu'il s'écoule 4 secondes 3 entre 2 pulsations ; il y aurait donc 14 pulsations à la minute.

(2) BENHAM décrit et figure des branchies ; je n'ai rien observé de semblable, KYLE non plus. — La coupe que BENHAM donne d'une branchie peut d'ailleurs fort bien se rapporter à celle d'un repli de la peau à l'endroit de l'anse vasculaire très superficielle.

mentaire du 1^{er} sétigère observée par BENHAM? Il déclare que les soies ressemblent à celles de l'Arénicole. C'est certainement inexact; quand même l'Annélide qu'il a observée serait la larve de l'Arénicole, elle devrait avoir des soies différentes de celles des adultes (voir plus loin la description des soies de jeunes Arénicoles).

§ 2. — Description de *Clymenides ecaudatus* n. sp.

(Pl. VI, fig. 12-14).

Habitat. — J'ai recueilli, en juillet et août 1896, 9 exemplaires de cette espèce vivant dans les *Lithothamnion* de l'anse St-Martin; je ne leur ai jamais trouvé de tube propre.

Caractères. — Le corps allongé, cylindrique, mesure de 5 à 10^{mm} sur 0^{mm} 4 à 0^{mm} 5. Il est d'une teinte jaune verdâtre ou même vert foncé. Cela tient à ce que, dans l'épiderme, les cellules à pigment brun insoluble dans l'alcool, sont nombreuses, beaucoup plus que chez l'espèce précédente. La pigmentation est surtout intense sur le prostomium, les 2 ou 3 premiers somites du métastomium et le pygidium, qui paraissent enfumés.

L'aspect général est celui de l'espèce précédente; mais *il n'existe pas de partie caudale achète*; le métastomium porte des soies jusqu'à l'extrémité postérieure du corps. Le nombre de somites varie de 40 à 54; les derniers sont très courts et embryonnaires; il n'y a pas trace de branchies (1).

Le *prostomium*, bien séparé du métastomium, est plus nettement arrondi que chez *Cl. sulfureus* et plus gros, mais il ne présente pas de pointe ventrale antérieure. Sa longueur est de 0^{mm} 25. Sur la partie dorsale du prostomium, on aperçoit nettement un certain nombre d'yeux.

Les deux premiers somites du *métastomium*, longs chacun de 0^{mm}, 2 à 0^{mm}, 25 paraissent, à première vue, achètes. Mais, en examinant l'animal avec soin, on trouve 1 soie capillaire extrêmement fine composant la rame dorsale du 2^e sétigère. Cette constatation est

(1) Les somites des régions antérieure et moyenne sont divisés par des rigoles transversales plus ou moins régulières et aussi par des rigoles longitudinales, ce qui donne à l'épiderme l'aspect chagriné si caractéristique des Arénicoles.

naturellement à rapprocher de celle de BENHAM (2) pour *Cl. sulfureus*. — Le 1^{er} somite porte dorsalement et en avant une paire d'otocystes ; ce sont des vésicules rondes, renfermant à leur intérieur un gros otolithe unique, sphérique, de 9 à 10 μ de diamètre. Ces otocystes sont donc tout à fait semblables à ceux d'*Aericola antillensis* LUETK. (EILERS 6) et de certains Sabelliens (*Oria*, *Chone*, etc.).

A partir du 3^e segment métastomial, tous les somites sont armés dorsalement et ventralement ; les 2 premiers ont 0^{mm} 2 de long, les suivants 0^{mm} 25 ; au 12^e, le diamètre est 0^{mm} 11, puis va constamment en diminuant. — *Dorsalement*, les soies sont capillaires et de deux sortes : 1^o les unes, plus courtes (fig. 12), sont assez largement limbées et ont ceci de particulier que la tige présente un rétrécissement au commencement de la partie limbée ; 2^o les autres plus longues, sont faiblement limbées ; elles rappellent les longues soies capillaires de *Cl. sulfureus* représentées fig. 7. On compte en général 1 soie ou 2 de chaque type par rame. — A la rame dorsale d'un certain nombre de sétigères de la région postérieure (6 à 12), il existe une soie à crochet tout à fait semblable aux crochets ventraux, mais de tige un peu plus longue ; aux 3 à 5 derniers sétigères, cette soie à crochet existe seule, mais aux précédents, elle est accompagnée d'une soie capillaire du 1^{er} type.

Ventralement, les crochets (fig. 13-14), en rangée transversale (1), ressemblent beaucoup à ceux de *Cl. sulfureus*, mais ils sont plus nombreux et plus grêles ; la tige présente aussi une courbure plus forte ; la distance entre le renflement de la tige et l'extrémité distale du crochet est relativement plus grande ; on ne voit pas de saillie de la tige, au point d'où partent les barbules sous-rostrales rudimentaires.

Le *pygidium* est à peu près cylindrique et très court ; il n'a pas la forme conique réalisée chez *Cl. sulfureus*. Son bord postérieur est entier ventralement, divisé en 2 suivant la ligne médiane dorsale.

Le corps, peu transparent, laisse difficilement apercevoir les organes internes. Le tube digestif a une trompe bien garnie de

(1) Voici le nombre des soies chez un exemplaire de 46 somites métastomiaux : 3^e somite, 6 par rangée ; 4^e et 5^e, 7 ; du 6^e au 8^e, 8 ; du 9^e au 12^e, 9 ; du 12^e au 22^e, 8 ; puis 7, 6 ; 5 aux 33 et 37^e ; 4 aux 38^e, 39^e et 40^e ; 3 aux 41 et 42^e ; 2 au 43^e ; 1 au 44 et 45^e et zéro au 46^e.

papilles ; il paraît bien avoir des diverticules dorsaux au 9^e somite comme *Cl. sulfureus*. Les vaisseaux et les organes segmentaires ne sont pas pigmentés de brun. Le fait que l'épiderme contient une grande quantité de pigment insoluble indique que l'excrétion, chez cette espèce, se fait principalement par les globules migrants.

Je n'ai jamais observé de produits génitaux.

§ 3. — Description de *Clymenides incertus* n. sp.

(Pl. VI, fig. 15-16).

Je décris provisoirement comme espèce nouvelle du g. *Clymenides*, 3 petits exemplaires sans produits génitaux qui ne peuvent être rapportés à aucune des deux espèces précédentes. Je les ai d'abord pris pour de jeunes *Branchiomaldane Vincenti* LUGHS, mais je montrerai plus loin que cette opinion est probablement erronée.

Habitat. — Ils habitent les mares à *Lithothamnion* de l'anse St-Martin comme l'espèce précédente. J'en ai trouvé, en 1894, un exemplaire dans l'épaisseur du *Lithothamnion* et les deux autres dans le tube de boue, situé entre l'algue et le rocher, d'une *Polydora flava* CLPD. Je n'ai pu en retrouver les années suivantes.

Caractères. — Le corps a 2^{mm},5 de long, est cylindrique et tout à fait transparent, sans aucune trace de pigment.

Le *prostomium* est ellipsoïdal, arrondi en avant, et porté, à sa partie postérieure, 3 paires d'yeux dorsaux ; la paire la plus antérieure est la plus grosse et, dans le pigment, est enchâssé un cristallin très net.

Le corps est assez large jusqu'au 13^e somite et les segments ont une longueur qui est environ la moitié de leur largeur ; à partir du 13^e somite jusqu'à l'anus, le corps n'a plus que les deux tiers de sa largeur primitive, et les segments sont très courts (1/3 de leur largeur). Les 3 exemplaires examinés avaient respectivement 22, 24 et 25 somites au métastomium.

Je n'ai pas noté de soies sur les 2 premiers segments du métastomium ; mais j'ai fort bien pu ne pas voir la petite soie dorsale du 2^e somite, si elle existe. Je suis à peu près certain que le 1^{er} somite ne porte pas d'otocyste.

A partir du 3^e somite, on a *dorsalement* 1 ou 2 soies limbées (fig. 15) avec étrangement de la tige comme chez *Cl. ecaudatus*, et *ventralement* des crochets au nombre de 2 aux 4 premiers sétigères et aux 3 précédant le dernier, de 3 ou rarement 4 à tous ceux de la région moyenne du corps; le dernier sétigère n'a que 1 crochet. Il existe aussi *dorsalement* un crochet aux 6 derniers sétigères, seul aux 2 derniers, accompagné d'une soie limbée aux 4 autres.

La forme de ces crochets (fig. 16), rappelle beaucoup celle des autres espèces du genre, surtout de *Cl. sulfureus*: même grosseur relative, même proportion entre la largeur de la soie et la distance du renflement à l'extrémité distale. Les barbules sous-rostrales rudimentaires, partant d'une petite éminence de la tige, sont surtout nettes aux crochets dorsaux (fig. 15); on ne les trouve pas toujours aux crochets ventraux; je crois même que les derniers formés n'en portent plus.

Le *pygidium*, assez court, ne porte pas d'appendices bien différenciés. Le tube digestif commence par une trompe, et est toujours peu pigmenté; sa largeur est le tiers de celle du corps dans les 6 premiers somites, les deux tiers du 7^e au 12^e (probablement région glandulaire). Dans cette région du tube digestif, le système sanguin, rempli de liquide rouge, se décompose nettement en un vaisseau dorsal et un ventral.

Il existe des organes segmentaires très nets en forme de boudins allongés, non pigmentés, dans les somites 7, 8 et 9; en arrière, je ne les distingue plus.

La cavité du corps est remplie de nombreux éléments de grosseurs diverses, mais tous plus ou moins ronds.

L'absence d'otocystes, et surtout le nombre, la forme et la grosseur des soies à crochet montrent nettement que les exemplaires que je viens de décrire ne peuvent être considérés comme de jeunes *Cl. ecaudatus*.

§ 4. — Diagnose du g. *Clymenides* CLPDE.

Intermédiaire entre les Clyméniens et les Arénicoliens. Corps de petite taille, cylindrique, sans appendices proéminents. Prostomium peu développé avec taches oculaires. Segments du métastomium

nombreux, courts et serrés. — 1^{er} somite du métastomium achète, portant généralement des otocystes; 2^e somite avec 1 soie dorsale rudimentaire; tous les autres somites avec: *dorsalement* des soies limbées [*exceptionnellement des crochets* (1)]; *ventralement*, une rangée de crochets ressemblant à ceux des Clyméniens, mais avec barbules sous-rostrales rudimentaires ou même nulles.

Les 3 espèces du genre sont faciles à distinguer.

Longue partie caudale achète.....	<i>sulfureus</i> CLAP (3).	
Pas de partie caudale achète {	38-52 somites au métastomium; 7-8 soies en crochet par rangée.....	<i>ecaudatus</i> MESN.
	20-25 somites; 3-4 soies.....	<i>incertus</i> MESN.

III. — LE GENRE *BRANCHIOMALDANE* LINGHS.

Ce genre a été créé en 1881 par LANGERHANS (13) pour une espèce des Canaries, *B. Vincenti* n. sp. Il le caractérisait brièvement: *Telethusen mit einfachfadenförmigen Kiemen*.

J'ai trouvé un exemplaire de *Branchiomaldane Vincenti* dans les mares à Lithothamnion de l'anse St-Martin en juillet 1894. J'ai pris sur le vivant des notes assez complètes, mais malheureusement pas de dessins; depuis, j'ai perdu cet exemplaire et je n'ai pu en retrouver de nouveaux.

Voici la description de cet animal; j'ai pu la compléter par l'examen d'une préparation du *Branchiomaldane* type de LANGERHANS mise à ma disposition par M. DE MARENZEILER (2).

1^{cm}, 5 de long (LANGERHANS donne 1^{cm}); 47 somites au métastomium (L. indique 40 à 42 segments); couleur claire, grisâtre; dans l'épiderme, petits granules gris noirâtres très fins.

Le prostomium elliptique se prolonge en arrière dorsalement plus que ventralement; il porte 3 groupes d'yeux de chaque côté: 1^o un groupe de 6 en avant de la bouche, du côté ventral; 2^o 10 ou 11 latéralement, à la limite avec le 1^{er} somite du métastomium; 3^o 3 ou 4 dorsalement à la partie postérieure du prostomium.

Les 2 premiers segments du métastomium m'ont paru achètes; c'est sans doute par erreur que LANGERHANS déclare que le 1^{er} sétigère est le 2^e segment du corps. Je suis à peu près certain qu'il n'y avait

(1) Cette disposition, réalisée chez *Cl. ecaudatus* et *incertus*, n'existe chez aucune espèce de Maldanien ni d'Arénicolien.

(2) Les 3 dessins ci-dessous ont été faits d'après cette préparation.

pas d'otocystes au 1^{er} somite. Les 21 premiers somites n'ont pas d'appendices proéminents; mais au 22^e, apparaissent de petites branchies cylindriques, annelées, qui augmentent de longueur aux segments suivants et existent jusqu'à l'extrémité postérieure du corps; dans la région branchifère moyenne, les branchies sont bifurquées dès leur base. En tout point, mes observations sur les branchies concordent avec celles de LANGERHANS.

A partir du 3^e somite, il existe :

Dorsalement, des soies capillaires de deux sortes (fig. 1 et 2 ci-contre); comme on le voit, la différence entre ces deux sortes de soies n'est pas aussi considérable que l'indiquent les dessins de LANGERHANS (13, Pl. v, fig. 21 c et f); en réalité, elles appartiennent au même type : partie limbée plus ou moins longue suivie d'une partie épineuse. On a là deux soies intermédiaires entre la soie limbée des *Clymenides* et la soie épineuse des *Arenicola*. Le nombre total de ces soies, chez mon exemplaire, atteint 10 à un sétigère; mais il est généralement de 4 à 6 (2 + 2, ou 3 + 3).

Ventralement, une rangée de crochets : 2 aux premiers sétigères, puis le nombre augmente aux sétigères suivants jusqu'à atteindre 7 (du 12^e au 15^e sétigère, c'est-à-dire du 14^e au 17^e somite), ensuite il diminue, et n'est plus que 2 aux derniers sétigères. La forme (fig. 3 ci-contre) rappelle bien celle des crochets de *Clymenides*, surtout de *Cl. ecaudatus*; il n'y a pas de barbules sous rostrales.

Le tube digestif commence par une trompe d'Arénicole richement vascularisée; dans le 9^e somite, il



FIG. 4 (X 865)

porte deux diverticules dorsaux dirigés en avant, tout à fait semblables à ceux des Arénicoles et des *Clymenides*; la partie glandulaire commence au 9 ou 10^e somite, et paraît cesser vers le 20^e.

Les organes segmentaires existent, plus ou moins pigmentés de noir, dans les somites 7, 8, 9 et 10.

Le liquide de la cavité du corps renferme des cellules en forme de sphères, d'ellipses ou de fuseaux allongés; d'autres remplies de pigment noir comme celui du vaisseau dorsal et des organes segmentaires; enfin des œufs peu nombreux, nageant librement.

Le pygidium est allongé, cylindrique, sans appendices. Je n'en ai pas de dessin; mais, d'après celui de LANGERHANS (fig. 21, c), je crois qu'il ressemble beaucoup au pygidium de *Cl. ecaudatus*.

Remarques sur l'espèce. — Cette espèce est incontestablement voisine des *Clymenides*, surtout d'*ecaudatus* et d'*incertus*.

J'ai d'abord pensé que *Cl. incertus* était un jeune de *Br. Vincenti*:

1^o J'ai trouvé dans le même fragment de *Lithothamnion*, mon exemplaire unique de *Br. Vincenti* et un de mes trois exemplaires de *Cl. incertus*. 2^o Il y a une certaine concordance entre le nombre et la distribution des crochets.

Mais les soies dorsales sont très différentes: au lieu des soies simplement limbées à *étranglement* de *Cl. incertus*, on a, chez *Br. Vincenti*, deux sortes de soies dont la partie limbée est terminée par une lanière épineuse. LANGERHANS a vu des branchies chez des exemplaires de 30 segments; or les *Cl. incertus* de 25 somites n'en ont pas trace. Enfin et surtout, il est impossible que les soies de ma fig. 16, Pl. VI passent à celles figurées en 3, ci-contre; si on examine comparativement les deux sortes de crochets, on constate que ceux de *Br. Vincenti* ont l'extrémité moins large, le renflement de la tige moins développé, sa courbure moins régulière; la diminution d'épaisseur de la tige quand on passe de la partie distale à la partie proximale se fait d'une façon plus insensible. Or toutes ces différences, sauf la seconde, ne peuvent être, à mon avis, interprétées comme des différences possibles entre la soie d'un jeune et celle d'un adulte.

Diagnose du genre. — Corps de petite taille, cylindrique, sans autres appendices proéminents que des branchies simples ou bifurquées à un certain nombre d'anneaux postérieurs du corps. Soies dorsales dont l'extrémité se compose d'une partie limbée suivie

d'une lanière épineuse. Crochets ventraux à long manubrium, sans barbules sous-rostrales. Le reste comme *Clymenides*. Le genre *Branchiomaldane* est donc intermédiaire, par ses *branchies*, ses soies dorsales, ses crochets ventraux, entre *Clymenides* et *Arenicola*.

IV. — RELATIONS ENTRE *CLYMENIDES* ET *ARENICOLA*

Pour trancher d'une façon directe et indiscutable la question de savoir si *Cl. sulfureus* est un stade post-larvaire d'*A. marina*, il faudrait connaître les premiers stades du développement de l'Arénicole. Or il semble que l'on ne sache rien sur cette embryogénie. MAX SCHULTZE (18), puis HORST (10) ont décrit le développement d'œufs pondus dans des masses grises glaireuses, que l'on trouve abondamment à la surface du sable au printemps ; ils ont attribué ces pontes à l'Arénicole des pêcheurs. CUNNINGHAM et RAMAGE (4) d'abord, puis HORNELL (9) (1) et enfin EHLERS (7) ont combattu cette manière de voir et pensent qu'il s'agit de pontes de *Scoloplos armiger* O. F. M., Aricien très commun dans les sables à Arénicoles. Ils se fondent surtout sur ce fait que le dernier stade observé ne paraît pas conduire à *Arenicola* ; il faudrait admettre des métamorphoses assez complexes. Je crois, comme eux, ces métamorphoses improbables et ma raison est que, dans les embryogénies condensées comme celle que ces savants ont observée, il n'y a jamais de telles transformations.

On ne saurait donc rien sur l'embryogénie d'*Arenicola marina* ! EHLERS (7) suppose que les œufs sont pélagiques et se développent plus ou moins à la surface de la mer. Des pêches pélagiques exécutées par EHRENBAUM, du laboratoire d'Helgoland, ont donné de nombreuses Arénicoles *mûres*. EHLERS pense donc que les Arénicoles mènent, à un moment donné, une vie pélagique en rapport avec la dissémination des produits sexuels. EHRENBAUM a même

(1) HORNELL a décrit d'autres pontes comme celles d'*Arenicola marina* ; mais dernièrement (10th annual Report of the L'ool Mar. Biol. Committee, in *Trans. Lpool. Biol. Soc.* 1896), il a déclaré que ces pontes étaient celles de *Phyllodoce maculata*.

observé une modification de la couleur de l'Arénicole. Ainsi donc, serait expliquée la présence d'otocystes chez un animal du sable; et l'on aurait un nouvel exemple d'Annélides menant une vie pélagique au moment de la reproduction sexuelle. Quelque séduisante que soit l'hypothèse du savant zoologiste de Göttingue, elle ne me semble pas encore suffisamment étayée par les faits.

J'ai donc été réduit à examiner de jeunes Arénicoles du sable. La plus petite que j'aie trouvée mesurait $17^{\text{mm}},5$. Elle avait des branchies déjà bien développées et fortement ramifiées. Ses soies à crochet (fig. 17) sont nettement intermédiaires comme grosseur et comme forme entre celles de *Cl. sulfureus* (fig. 9) et celles d'une Arénicole de 10^{cm} de long (fig. 18); elles le sont aussi comme nombre (1).

L'otocyste contient 10 à 12 pierres chez *Cl. sulfureus* (quelle que soit d'ailleurs la taille), 21 chez la jeune Arénicole, plus de 60 chez l'Arénicole adulte (EHLERS, 6).

Mais il existe des différences importantes. Chez la jeune Arénicole, les faisceaux dorsaux sont formés d'une dizaine de soies capillaires, fines, épineuses à leur extrémité; ce sont déjà les soies de l'adulte; on ne trouve aucune trace des soies capillaires de *Clymenides*. Le mamelon dorsal, rudimentaire chez *Clymenides*, est très long chez la jeune Arénicole. Le pygidium, conique et nettement divisé en 8 appendices chez *Cl. sulfureus*, est un très court bourrelet chez l'Arénicole de $17^{\text{mm}} 1/2$.

De ces faits, je crois devoir conclure que, s'il n'y a pas impossibilité à ce que *Cl. sulfureus* soit un stade post-larvaire d'*A. marina*, cela me semble peu probable, étant donnés les changements qui devraient se produire entre la taille de 8^{mm} et celle de $17^{\text{mm}},5$.

D'autres considérations me permettent de prendre parti.

Personne ne contestera, je pense, l'homogénéité du genre *Clymenides*, tel que je l'ai défini, pas plus qu'on ne conteste celle du genre

(1)

	1 ^{er} sét.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jeune Arénicole	8	7	7	7	6	10	9	15	19	20	20	19	20	21	21	21	23	21	18
<i>Cl. sulfureus</i>	3	4	4	5	5	6	7	7	8	8	9	9	9	9	7	7	7	7	7

Chacun des nombres de la 1^{re} colonne est environ le double de ceux de la seconde; pourtant on doit remarquer que le nombre maximum est atteint chez la jeune Arénicole au 17^e sétigère, chez *Cl. sulfureus* du 11^e au 14^e.

Arenicola. Or, si *Cl. sulfureus* est un stade post-larvaire d'*A. marina*, *Cl. ecaudatus* doit être un stade post-larvaire d'une autre Arénicole, et l'on ne peut songer qu'à *A. branchialis* AUD. et EDW. (1, p. 287, pl. 8, fig. 13) (= *A. ecaudata* JOHNST et *A. Grubei* CLPD).

Cette espèce existe dans l'anse St-Martin, en compagnie d'*A. marina*, dans un gravier très grossier. De 6 exemplaires de belle taille que j'ai observés (de 25 à 30 cent. de long), 2 avaient 27 sétigères, 2, 32 et les 2 derniers 37, c'est-à-dire un nombre moindre que tous mes *Cl. ecaudatus*.

Il n'existe donc pas d'Arénicole connue dont *Cl. ecaudatus* puisse être le stade post-larvaire. Dans ces conditions, il me semble impossible d'admettre que *Cl. sulfureus* soit un stade ontogénique d'*A. marina*.

Mais il est certain que *A. marina* passe par un stade voisin de *Cl. sulfureus* ; il en résulte donc qu'il existe un stade phylogénique des Arénicoles voisin des *Clymenides*.

Je n'ai jamais rencontré de produits génitaux chez les *Clymenides*. Je ne puis donc trancher la question de savoir si j'ai observé des adultes ou des individus en voie de transformation ; mais, ce qui me paraît certain, c'est que s'ils ont une évolution ultérieure, elle ne se fait pas vers les Arénicoles ; on a une série parallèle à celle des Arénicoles.

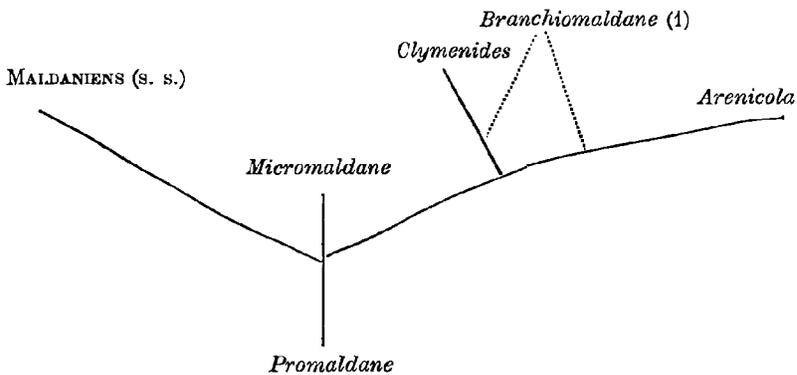
V. — CONCLUSIONS.

Des pages qui précèdent, résulte nettement qu'il existe une série continue de types allant des Maldaniens aux Arénicoles. Etant donnée la structure des crochets de *Micromaldane* et de *Clymenides*, ces deux formes ont dû passer par un stade phylogénique plus voisin des Maldaniens typiques qu'elles ne le sont maintenant. — *Arenicola* passe ontogéniquement par un stade qui le rapproche de *Clymenides* et par conséquent des Maldaniens ; on peut en conclure que les Arénicoles dérivent aussi d'une forme Maldanienne.

Des Maldaniens, voisins de la forme souche hypothétique *Promaldane*, ont donné naissance, par une condensation de la longueur

des somites et un accroissement de leur nombre au g. *Clymenides* ; mais, pour certains d'entre eux, l'évolution ne s'est pas arrêtée à ce terme ; elle est allée jusqu'à *Branchiomaldane* ; pour d'autres, un peu avant d'arriver à *Clymenides*, l'évolution a marché dans une voie un peu différente, et a abouti au terme *Arenicola*.

Le schéma suivant traduit assez exactement ma pensée.



RACOVITZA (17, p. 244) a nettement montré que les recherches d'EHLERS (3) sur le prostomium des Arénicoliens, et les siennes sur celui des Maldaniens, prouvaient que ces deux familles représentent deux séries voisines et ayant évolué parallèlement. Je crois pouvoir introduire une troisième série, celle des *Clymenides*. Son parallélisme avec la série des Arénicoliens est surtout frappante. Je le résume dans le tableau suivant (2) :

(1) Les lignes ponctuées qui aboutissent à *Branchiomaldane* indiquent ses relations possibles ; je ne puis préciser laquelle des deux lignes est la vraie.

(2) Tous les renseignements sur les otocystes et le prostomium des Arénicoles sont tirés d'EHLERS (6), ceux sur les crochets d'*A. Claparedii* et *cristata* de Horst (11).

<i>Arenicola marina</i> L.	<i>A. Claparedii</i> LEV.	<i>A. cristata</i> ST. = <i>antillensis</i> LÜTK. = <i>glacialis</i> MURD.	<i>A. branchialis</i> AUD. EDW. = <i>ecaudata</i> JOHNST. = <i>Grubei</i> CLPD. = <i>Boeckii</i> RATHK.
19 sétigères.	19 sétigères.	17 sétigères.	32 à 38 et même plus de sétigères.
Longue partie caudale achète.	Longue partie caudale achète.	Longue partie caudale achète.	Partie caudale achète rudimentaire.
Otocryptes avec nombreux otolithes irréguliers, <i>d'origine externe.</i>	Cryptes sans otolithes.	Otocystes avec un gros otolithesphérique.	Otocystes avec gros et petits otolithes sphériques, <i>d'origine sécrétée.</i>
Prostomium avec palpode.	Prostomium avec palpode.	?	Prostom. sans palpode.
Soies à crochet assez courtes.	Soies à crochet assez longues et grêles.	Soies à crochet assez longues et grêles.	Soies à crochet longues et grêles (fig. 19).

<i>Clymenides sulfureus</i> CLPD.	<i>Cl. incertus</i> n.	<i>Cl. ecaudatus</i> n.
19 sétigères.	20-25 sétigères.	38 à 52 sétigères.
Longue partie caudale achète	Partie caudale achète rudimentaire.	Partie caudale achète rudimentaire
Otocryptes (?) avec nombreux otolithes irréguliers, <i>d'origine externe.</i>	Pas d'otocystes.	Otocystes avec un gros otolithe sphérique.
Soies à crochet assez courtes.	Soies à crochet assez courtes.	Soies à crochet longues et grêles.

Branchiomaldane Vincenti LINGH.

30 à 45 sétigères.
Partie caudale achète rudimentaire.
Pas d'otocystes.
Soies à crochet assez grêles.

Le prostomium des *Clymenides* présenterait aussi, d'après un examen superficiel, des variations de même sens que chez *Arenicola*.

*
* *

Comment établir une ligne de démarcation entre les Maldaniens et les Arénicoliens? On pense d'abord à se servir des branchies; mais alors on est amené à séparer *Branchiomaldane* de *Clymenides*, ce qui me paraît impossible. Le seul procédé pour conserver les

deux anciennes familles consiste à placer *Clymenides* dans les Arénicoliens. On aura alors, comme seules différences :

Corps composé d'anneaux courts et assez nombreux : *Arénicoliens*

Corps composé d'anneaux longs et peu nombreux . : *Maldaniens*

Je crois que, en l'état actuel de nos connaissances, il est préférable, ou bien de faire trois familles correspondant aux trois séries dont je viens de parler [MALDANIENS (au sens ancien) comprenant *Micro-maldane*, CLYMÉNIDIENS avec *Clymenides* et *Branchiomaldane*, et ARÉNICOLIENS (au sens ancien)], ou bien de réunir tout l'ensemble en une seule famille, celle des ARÉNICOLO-MALDANIENS, caractérisée par :

un prostomium peu développé, sans appendices saillants ; un métastomium avec un nombre limité de somites (18 à 60) dont le premier est toujours achète, possédant aux autres, dorsalement des soies capillaires, ventralement une rangée de crochets à long manubrium non encapuchonnés ; jamais de cirres parapodiaux.

Paris, 6 novembre 1896.



INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. AUDOUIN et MILNE-EDWARDS. — *Recherches pour servir à l'Histoire Naturelle du Littoral de la France*, t. 2, 1834.
2. BENHAM. — The post-larval stage of *Arenicola marina*. *Journal of the marine biol. assoc.*, vol. 3, 1893, p. 48-53, pl. 1.
3. CLAPARÈDE. — Beobacht. über Anat. und Entwick. der wirbellosen Thiere. Leipzig, 1863, p. 30, pl. 15, fig. 24-27.
4. CUNNINGNAM et RAMAGE. — The Polychæta sedentaria of the Firth of Forth. *Trans. of the R. Soc. of Edinb.*, 33, 1888, p. 651, pl. 40, fig. 14 A à F.
5. EHLERS. — Florida-Anneliden, 1887.
6. EHLERS. — Die Gehörorgane der Arenicolen. *Zeitsch. f. w. Zool.*, 53 *Supplement*, 1892, p. 277-286, pl. XI-XIV.
7. EHLERS. — Zur Kenntniss von *A. marina* L. *Nachricht. von der K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen*, 27 juillet 1892, n° 12.
8. EISIG. — Die Capitelliden. — *Fauna und Flora von Golfes des Neapel*.
9. HORNELL. — Report on the polych. Annel. of Liverpool Bay. *Reports upon the fauna of L. Bay*, t. 3, 1892.
10. HORST. — Bydrage tot de Kennis der Annel. van onze Kust. — *Tidsch. van de Nederl. Dierk. Vereen*, V, 1881, p. 121 et pl. 2, fig. 1-9.
11. HORST. — *Notes from the Leyden Museum*, t. 11, 1889, p. 37 et pl. 3, fig. 2-5.
12. KYLE. — On the Nephridia, reproductive organs and post larval stages of *Arenicola*. — *Ann. and Mag. of Nat. Hist.*, 6^e série, vol. 18, n° 106, oct. 1896, p. 299, pl. 13-15.
13. LANGERHANS. — Über einige canarische Anneliden. *Nova Acta Leop. Car. Acad. d. Naturforscher*, t. 42, n° 3, 1881, p. 116, pl. V, fig. 21.
14. MALMGREN. — Nordiska Hafs-Annulater. *Kgl. Vet. Ak. Förh.*, 1865, p. 189-190.
15. MESNIL. — Sur *Clymenides sulfureus* CLPD. C. R. Soc. Biologie, 18 avril 1896.
16. RACOVITZA. — Sur le rôle des Amibocytes chez les Ann. Polychètes. C. R. Ac. Sciences, 25 février 1895.
17. RACOVITZA. — Lobe céphalique et encéphale des Polychètes. *Arch. Zool. expér.*, 3^e série, vol. 4, p. 244.
18. MAX SCHULTZE. — Ueber die Entwicklung von *Aren. piscatorum*. *Abh. d. nat. Gesell. zu Halle*, t. 3, 1856, p. 213, pl. IX, fig. 1-9.
19. WEBSTER. — Ann. chætopoda of new Jersey, 32^d *Report of N. Y. State Museum*, p. 125.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

Tous les dessins ont été faits au microscope Leitz, oculaires 1 et 4, obj. 3, 7 et I. H 1/12 et à la chambre claire ; ils sont réduits aux 4/5 par la photographie.

La lettre G indique le grossissement exact sur la planche.

MICROMALDANE ORNITHOCHÆTA n. sp.

- Fig. 1. — Soie dorsale limbée. G. = 865.
 Fig. 2. — Soie dorsale coudée. G. = 865.
 Fig. 3. — Crochets ventraux ; *a*, face ; *b*, profil. G. = 865.
 Fig. 4. — Partie postérieure du corps, vue dorsalement. *a*, anus ; *e*, entonnoir pygidial. G. = 100.

CLYMENIDES SULFUREUS CLFD.

- Fig. 5. — Partie antérieure du corps vue de profil. — *o*, otocyste ; *v*, vaisseau dorsal ; *c*, cœur ; *i*, tube digestif ; *a*, cœcum dorsal ; *g*, partie glandulaire du tube digestif (la compression a déplacé le système sanguin qui apparaît appliqué sur la face latérale du tube digestif, au lieu de la face dorsale). G. = 20.
 Fig. 6. — Partie postérieure du corps vue dorsalement. *i*, intestin ; *v*, vaisseau dorsal. G. = 20.
 Fig. 7. — Longue soie dorsale. G. = 500.
 Fig. 8. — Courte soie dorsale. G. = 500.
 Fig. 9. — Crochet ventral vu de profil. G. = 865.
 Fig. 10. — Crochet ventral vu de face. G. = 865.
 Fig. 11. — Crochet ventral vu de profil et légèrement d'en haut. G. = 865.

CLYMENIDES ECAUDATUS n. sp.

- Fig. 12. — Soie capillaire dorsale à étranglement. G. = 865.
 Fig. 13. — Crochet ventral vu de face. G. = 865.
 Fig. 14. — Crochet ventral vu de profil. G. = 865.

CLYMENIDES INCERTUS n. sp.

- Fig. 15. — Rame dorsale d'un des derniers sétigères. G. = 865.
 Fig. 16. — Rame ventrale d'un des derniers sétigères. G. = 865.

ARENICOLA MARINA L.

Fig. 17. — Crochet ventral d'un exemplaire de 17^{mm},5 de long ; *a*, vue de la partie supérieure du crochet. G. = 865.

Fig. 18. — Crochet ventral d'un exemplaire de 10^{cm} de long. G. = 290.

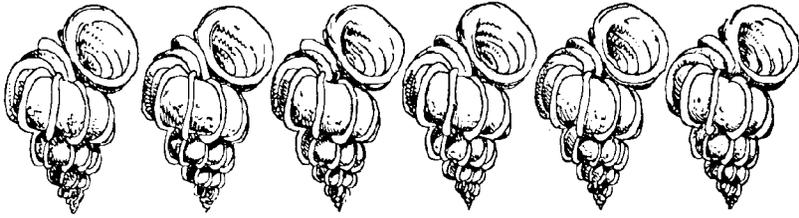
ARENICOLA BRANCHIALIS AUD. et EDW.

Fig. 19. — Crochet ventral d'un exemplaire de 25 à 30^{cm} de long. G. = 290.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	145
<i>Micromaldane</i> n. g.	146
Description de <i>M. ornithochaeta</i> n. sp.	146
II. Le genre <i>Clymenides</i> CLPD.	148
§. 1. Description de <i>Cl. sulfureus</i> CLPD.	148
§. 2. id. <i>Cl. ecaudatus</i> n. sp.	152
§. 3. id. <i>Cl. incertus</i> n. sp.	154
§. 4. Diagnose du genre.	155
III. Le genre <i>Branchiomaldane</i> LINGHS.	156
IV. Relations entre <i>Clymenides</i> et <i>Arenicola</i>	159
V. Conclusions.	161
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.	165
EXPLICATION DES PLANCHES.	166





NOTICE PHYSIOLOGIQUE
SUR LES LOMBRICIDES D'EUROPE,

PAR

E. de RIBAU COURT,

Préparateur à la Faculté des Sciences.

Habitat. — Mes récoltes nombreuses de Lombricides en Suisse et en France m'ont amené à constater que les Lombricides d'Europe possèdent une variabilité de formes et de dimensions très remarquables suivant les altitudes. Cette variabilité s'accroît encore lorsque les conditions de vie de l'animal changent. En effet, prenons comme exemple le *Criodrilus lacuum* HOFFMEISTER. Cet animal vit dans les fanges sableuses des lacs et a une existence semi-aquatique. On sait que l'anatomie interne du *Criodrilus* est presque semblable à celui d'*Allolobophora caliginosa*, *subspecies trapezoides* DUGÈS. De plus, les organes génitaux sont absolument semblables ; ce qui différencie *Criodrilus* des autres *Lombricides* d'Europe, c'est l'absence de clitellum, de tubercula pubertatis et de pores dorsaux : me basant sur ces faits, je crois pouvoir conclure que *Criodrilus* est un Lombricide du genre *Allolobophora* que la vie semi-aquatique a petit à petit privé de clitellum, de tubercula pubertatis et de pores dorsaux.

Cette manière de voir sera évidente lorsqu'on aura considéré que le clitellum n'est qu'un appareil glandulaire annexe de copulation chez les Lombricides terrestres et qu'il a pour mission principale de

lubrifier l'animal pendant l'accouplement, et peut-être lui sécréter un anneau nuptial. Or chacun sait que la majorité des animaux vivant *exclusivement* (1) dans l'eau sont très pauvres en glandes (1), l'eau rendant inutile la fonction physiologique de ces glandes; c'est ce qui explique la disparition d'une partie du système glandulaire de ces Vers qui vivent dans la vase des lacs (clitellum, tubercula pubertatis, pores dorsaux, etc.).

Un second exemple est celui d'*Allolobophora Hermannii* que M. MICHAELSEN a trouvé dans la Forêt Noire et que j'ai récolté aux environs de Berne et de Paris. Ce Ver vit dans la fange marécageuse en compagnie de *Limicoles*. La vie semi-aquatique a eu pour résultat de rendre la forme du corps de *All. Hermannii* presque semblable à celle d'un *Phraeoryctès*. C'est un fait morphologique très important à constater, de sorte qu'il faut beaucoup d'attention pour ne pas confondre à première vue *All. Hermannii* avec le *Limicole* en compagnie duquel il vit. De plus, comme je l'ai mentionné en 1895, le clitellum commence aussi à faire défaut chez cette espèce. Sur une centaine d'exemplaires récoltés en Suisse, je n'ai réussi à en trouver que trois possédant un clitellum bien développé. Cette proportion se passe de commentaires.

J'ai eu l'occasion de constater le même fait aux environs de Paris. De plus, l'avant du clitellum, lorsqu'il existe, est très mal dessiné, de sorte que les anneaux de la partie antérieure du clitellum ressemblent beaucoup à des *anneaux ordinaires*. Les tubercula pubertatis n'occupent que les anneaux 29 et 30. Pour un animal qui possède un clitellum composé de dix anneaux, c'est très peu et cette pauvreté de tubercula ne peut s'expliquer que par une régression motivée par la vie aquatique.

Dans le genre *Lumbricus*, nous avons aussi un exemple analogue quoique moins complet. *Lumbricus Michaelseni* RIBAUCOURT, que j'ai décrit en 1895, vit aussi dans la vase humide de marais. Son clitellum ne comprend que cinq anneaux. C'est le minimum dans le genre *Lumbricus*. Les tubercula pubertatis ne comprennent que trois anneaux, fait unique dans ce genre *Lumbricus*, car dans ce genre, les tubercula sont situés sur quatre anneaux au moins. Je pourrais énumérer d'autres exemples, mais ceux que j'ai cités

(1) Excepté *Gastropodes*, *Lamellibranchus*, etc., dont le rôle physiologique des glandes cutanées est différent de celui des *Lombricides*.

sont assez probants et expliquent assez l'influence de la vie semi-aquatique sur la disparition progressive du clitellum des Lombricides.

Vers canalisateurs. — Morphologie de la partie caudale.

— Il est à remarquer que la queue de *Lombric* présente divers aspects : (cylindrique, aplati, trapézoïde, tétraédrique, etc.). Il existe des intermédiaires entre ces diverses formes. Ces déformations constantes pour chaque espèce sont le résultat du milieu extérieur.

Étudions les espèces à queue aplatie. *Lumbricus herculeus* HOFFMEISTER et *Allolobophora terrestris* SAVIGNY, par exemple, vivent dans les terrains frais mais peu humides, parfois très pierreux. L'animal doit donc être robuste. Il creuse de nombreuses galeries dans le sol ; ces galeries, qui ont parfois 5 mètres de profondeur, peuvent rendre d'immenses services à l'agriculture ; c'est ainsi que dans une région à humus très maigre et pierreux (Clarens, Suisse), j'ai constaté des galeries nombreuses traversant les couches de terre glaise sous-jacentes ; ces galeries, dont la section peut atteindre 5 ^m/_m, sont autant de petites canalisations qui permettent à l'eau de s'infiltrer au travers les couches superficielles et imperméables de la terre et faciliteront l'absorption de l'eau. Cette absorption atténuée certainement les inondations de culture, surtout dans les régions accidentées. Pour creuser leurs galeries, *Lumbricus herculeus* HOFFMEISTER et *Allolobophora terrestris* SAVIGNY sont pourvus d'une queue plate, parce que, de cette façon, la queue présente une surface d'appui plus considérable dans le sens transversal et par conséquent une puissance dynamique plus considérable dans le sens longitudinal. Cette queue pourra donc être, au point de vue mécanique, un levier puissant agissant sur l'avant du corps.

La forme de la partie antérieure est plutôt conique, ce qui facilitera le travail canalisateur du Ver ; mais il ne faudrait pas conclure que le Ver avance dans ses galeries en écartant la terre à la manière d'un clou qu'en enfonce dans du bois. Non, il avance surtout en absorbant dans son tube digestif des quantités énormes de terre qu'il expulse lorsqu'il arrive dans des sortes de chambres de repos qu'il se construit lorsqu'il est trop éloigné de la surface du sol. En d'autres termes, il mange une bonne partie de son chemin.

Soies. — Les soies de la partie caudale des *Lombricides canalisateurs* sont plus fortes, plus recourbées à la partie caudale qu'à l'avant. Elles sont de plus très geminées.

Il y a deux rangées gémées qui sont situées ventralement ; les deux autres, aussi gémées, sont situées exactement sur les sommets de l'ovale. Cette disposition des poils augmentera encore la puissance de la queue.

Vers sédentaires. — Chez les *Vers* que j'appellerai *sédentaires*, les soies ne sont généralement pas gémées ; aussi, le Ver ne quitte la surface du sol que pour hiverner (*Dendrobæna putris* HOFFMEISTER, *Allolobophora (Notogama) veneta* SAVIGNY, *Allolobophora (Notogama) hortensis* MICHELSEN, *Dendrobæna octoedra* SAVIGNY, *Octalosion profugum*, SAVIGNY (OERLEY), *Octalosion studiosum* MICHELSEN), etc.). Ces espèces à soies non gémées ont un autre rôle dans la nature que celui des vers canalisateurs que nous avons décrit plus haut. Ils ne sont pas du reste taillés pour cela.

Leur rôle consiste à nettoyer les allées des jardins, des pelouses, en absorbant, invariablement par le pétiole, les feuilles qui jonchent la terre. Ils ont un curieux mode de procéder : ils sortent de terre et attirent dans leur galerie les feuilles, mais toujours lentement par le pétiole. Ces galeries qui sont parfois ainsi obstruées ne doivent pas être confondues avec les galeries verticales que j'ai mentionnées en parlant des *Vers canalisateurs*, galeries qui ne sont jamais obstruées et dont l'orifice de sortie débouche au centre de petites élévations. Au contraire, les galeries des Vers qui se nourrissent de feuilles sillonnent longitudinalement la surface du sol et débouchent n'importe où.

D'autres espèces (*Allolobophora trapezoides* DUGÈS, *Allolobophora turgida* EISEN, *Allolobophora terrestris* SAVIGNY) vont se nourrir généralement, dans les couches profondes, de matières organiques en décomposition (cadavres, pourriture) et viennent rejeter leurs excréments à la surface du sol. C'est pourquoi les allées des cimetières qui sont sablées sont rapidement recouvertes d'humus ; les jardiniers des cimetières ont même été frappés de ce fait et l'appellent l'enterrement du sable.

D'autres Vers (*Dendrobæna octoedra* SAVIGNY) vivent sur les montagnes sous la mousse. Ils ne se nourrissent pas de plantes cryptogamiques ou de leur pourriture comme on pourrait le croire, parce que les tissus cryptogamiques sont trop durs pour être absorbés, mais ces *Dendrobæna octoedra* se nourrissent : 1° d'humus ; 2° de feuilles d'arbres qui ont été chassées par le vent et que ces Vers

entraînent sous la mousse et vont rejeter leurs excréments près de la racine des mousses, ce qui va procurer aux mousses à de grandes altitudes les éléments essentiels à leur végétation. Le Ver, de son côté, vivra sous la mousse où il aura de la fraîcheur et de l'humidité. Cette réciprocité de bons procédés est curieuse.

Vers des cours d'eau. — D'autres Vers, et en particulier tout le genre *Allurus* EISEN, vit sous les racines d'herbes dans les petits cours d'eau ou dans la terre glaise siliciatée. Les racines dont je viens de parler sont toujours très chargées de carbonates de chaux et de siliée. Il faudra donc que le *Ver* soit robuste quoique court pour vaincre les pressions latérales exercées par les dépôts calcaires ou siliceux (1).

Ces dépôts sont parfois si compacts qu'*Allurus* y est enfermé comme dans une carapace (Alpes bernoises). On comprendra, alors, pourquoi la charpente du corps et les muscles longitudinaux d'*Allurus* sont si puissants qu'ils réussissent à conserver la paroi du corps exprimée et à donner à la coupe verticale du corps, surtout celle de la queue, une forme tétraédrique. Cette disposition offrira un maximum de résistance aux pressions latérales.

Les poils sont courts, mais très épais; ils sont disposés sur le angles du tétraèdre.

Comme on le voit l'habitat a, ici, une influence curieuse et indiscutable, non seulement sur la forme de la queue, mais aussi sur la disposition et la puissance des muscles longitudinaux.

La forme primitive de la partie caudale des *Lombricides* est cylindrique (*Allolobophara (Notogama) rosea* SAVIGNY, *Allolobophora icterica* SAVIGNY, etc.). Les déformations ne sont que le résultat au genre de vie du Ver.

La coupe de la queue du *Lumbricus rubellus* HOFFMEISTER forme le passage entre celle du *Lumbricus herculeus* HOFFMEISTER et celle de l'*All. icterica*.

Aussi le genre de vie de *L. rubellus* ressemble à la fois à celui de *L. herculeus* et à celui d'*All. icterica*. Il est curieux de constater ces coïncidences et d'en tirer des conclusions.

(1) M. GIARD a bien voulu me signaler le fait que les poils d'*Allurus*, vivant dans les cours d'eau, sont robustes et très recourbés, ce qui permet à l'animal de s'accrocher et de résister à la force du courant.

Nutrition. — Les feuilles les plus recherchées par les Lombricides sont celles d'accacia, de pommiers, de poiriers, de chêne malgré le tannin qu'elles renferment. J'ai même récolté près de Berne une collection de Vers dans un endroit où on avait jeté de l'écorce de chêne ayant servi à la tannaison. Aux alentours de ce fumier qui était composé de ces restes d'écorces de chêne, il n'y avait aucun Ver ; tous avaient émigré vers le tas d'écorce (*Dendrobæna putris*, *All. hortensis*, *All. rubellus*, *All. icterica*).

Au commencement de ce travail, j'ai mentionné que les *Lombricides d'Europe*, à vie semi-aquatique, offraient une disparition progressive du clitellum et une pauvreté relative dans le système glandulaire. Le contraire a lieu chez les Vers qui vivent dans un milieu plus ou moins sec. C'est ainsi que dans les fumiers composés de feuilles exposées aux rayons du soleil, on est certain de récolter soit des *All. (Notogama) fætida*, soit des *All. (Notogama) rosea*. Ces deux espèces sécrètent par leurs pores dorsaux, une très grande quantité de mucus qui leur sert à lubrifier la peau et à humecter leur demeure. Il va sans dire que cette particularité physiologique est le résultat de l'absence d'humidité et répare dans la mesure du possible les inconvénients de cette absence intermittente.

Pigmentation. — J'ai remarqué que certaines espèces (*Allurus tetraedrus* SAVIGNY, *Lumbricus Morelli* RIBAUCCOURT, *Dendrobæna octoedra*, etc.), qui étaient dépourvues de pigment dans la plaine étaient invariablement colorées en violet très sombre à de grandes altitudes. J'en ai conclu que l'altitude avait quelque influence dans ce phénomène ; mais c'est une particularité spéciale, propre aux espèces que je viens de signaler, car *All. (Notogama) alpina* ROSA, vivant à de grandes altitudes sont, au contraire, dépourvues de pigment.

Quant à la forme générale du corps, nous avons à signaler que les espèces vivant à de grandes altitudes, sont invariablement de petite taille ayant un diamètre relativement large, avec une coupe cylindrique.

Ces dispositions anatomiques les rendent certainement plus aptes à supporter les intempéries (*froid, gel, défaut d'humus*), causés par l'altitude.

Copulation. — M. EDMOND PERRIER a décrit l'accouplement d'*All. (Notogama) fætida*. Cette opération n'a pas lieu exacte-

ment de la même façon chez tous les *Lombricides*. Celle de *Lumbricus herculeus* est presque semblable à celle d'*All. foetida*. Il y a pourtant quelques différences à mentionner. J'ai observé que l'accouplement avait lieu pour *Lumbricus herculeus* à heure fixe et non pendant la nuit, comme plusieurs auteurs l'ont prétendu, mais toujours à l'aube première. Les deux Vers ont les trois quarts du corps hors de la terre ; la partie postérieure de la queue reste dans le sol pendant que l'avant des deux Vers s'applique l'un contre l'autre par la face ventrale, en se renversant, de telle sorte que la tête de l'un des Vers est dirigée vers la queue de l'autre et que les orifices génitaux sont en contact avec la ceinture qui sécrète alors un anneau de mucosité qui maintient accolé les deux Vers pendant des heures. Les vigneron de Clarens en Suisse ont eu l'occasion de constater souvent ce fait.

Dans un cas unique, j'ai trouvé deux *Dendrobena putris* accouplés non pas la tête de l'un dirigée vers la queue de l'autre, mais bien longitudinalement, avant contre avant et arrière contre arrière. Cette curieuse disposition d'accouplement me paraît accidentelle, mais digne d'être mentionnée.

Clitellum-ventouse. — *Allolobophora Rosai*, que j'ai décrit dans mon dernier mémoire sur la Faune lombricide de la Suisse, a une particularité remarquable : c'est de posséder un clitellum très hautement voûté dont les lèvres latérales sont extraordinairement développées. C'est un exemple unique chez les *Lombricides d'Europe*, dont le clitellum paraît avoir uniquement une fonction annexe de copulation. Chez *All. Rosai*, la fonction glandulaire me paraît accompagnée d'une autre fonction, car lorsqu'on retourne les planches sous lesquelles ce Ver vit, on constate qu'il a la face ventrale tournée du côté de la planche, à laquelle il reste accolé par le clitellum.

Nous avons donc ici un commencement de transformation du clitellum en ventouse ventrale.

Mais cette transformation n'est pas analogue à celle que nous constatons chez les *Lombricides exotiques* du Sud de l'Afrique, qui vivent dans les marais et qui se transforment petit à petit en des formes de passage voisines des *Hirudinées* ; car chez nos *Lombricides d'Europe* la vie aquatique a pour résultat de former des types de passage aux *Limicoles*. Ex. : *All. Hermannii*, *Criodrilus lacuum*, etc. La constatation de ce fait me semble digne de mention.

CONCLUSIONS

Les conclusions que nous tirerons de ce petit travail sont les suivantes : 1° La vie aquatique chez les *Lombricides d'Europe* a pour résultat de faire disparaître le clitellum ; 2° au point de vue physiologique, nos Vers peuvent se diviser :

A) en *Vers canalisateurs*, grands, forts, robustes, à queue plate, qui se nourrissent surtout d'humus et dont les galeries sont presque verticales ;

B) en *Vers sédentaires*, à queue cylindrique, courts, peu robustes, qui se nourrissent de feuilles tendres et dont les galeries sont plus ou moins horizontales à la surface du sol ;

C) en *Vers des cours d'eau*, petits, trapus, à queue tétraédriques, à musculature puissante située sur les côtés du tétraèdre ;

3° Les Vers qui vivent dans les fumiers de feuilles pourries sont généralement pourvus d'un système glandulaire considérable. Ils sécrètent par leur pores dorsaux une quantité de mucus leur servant à lubrifier la peau. Ce système glandulaire répare, dans la mesure du possible, les inconvénients de la sécheresse qui ne peut manquer d'exister dans un milieu exposé de tous côtés aux rayons du soleil.

4° La pigmentation de la peau des *Lombricides* est généralement en raison directe de l'altitude à laquelle vit le Ver.

5° La copulation de *L. herculeus* a lieu à l'aube première et, chez certaines espèces, cette copulation peut différer avec celle qui a été constatée jusqu'à ce jour.

6° *Allolobophora Rosai* a un clitellum lui servant de ventouse, à sec ; mais ce fait ne peut être considéré ni comme une analogie ni une homologie de l'évolution constatée chez les Vers du Sud de l'Afrique.

7° Le Ver de terre est un animal bienfaisant par excellence. Par les canalisations profondes, qui ne sont jamais obstruées, les couches profondes sont non seulement aérées mais constamment humectées, ce qui évitera les inondations et facilitera l'oxygénation des composés multiples du carbone et de l'azote, etc., contenus dans le sol et causera ainsi une source de richesse pour la végétation.

Par les canalisations horizontales, les Vers dégagent les racines végétales des substances qui leur sont inutiles et réalisent ainsi un travail précieux qu'aucun outil aratoire n'est parvenu à faire jusqu'à maintenant.

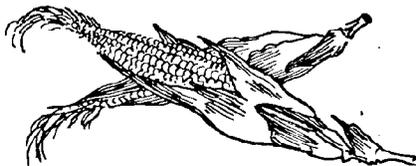
Par l'absorption des matières en pourriture, le Ver transforme en humus sain et supérieurement fertile, la source de bien des épidémies.

Cette transformation a une importance capitale pour la salubrité publique. Même sur les montagnes, les *Dendrobaena octoedra* permettent à la mousse de croître, en dégagant ses racines et en permettant ainsi à l'humidité de pénétrer facilement jusque là. De plus, ils fournissent à ces plantes l'humus indispensable à leur vie.

L'utilité de ces mousses est considérable, car, sans elles, la plupart des montagnes seraient ravagées par les torrents les jours d'orage.

Il est donc temps de rendre justice aux Vers, bienfaiteurs du sol, de l'agriculture en plaine et des mousses sur les montagnes.

Paris, 1^{er} novembre 1896.





LE FONCTIONNEMENT DES TISSUS,

PAR

FÉLIX LE DANTEC,

Docteur ès-sciences.

Dans la *Revue générale des Sciences* du 15 octobre 1896, M. CUËNOT exécute sommairement la loi de l'assimilation fonctionnelle que j'ai essayé d'établir dans la « Théorie nouvelle de la Vie » (*Bibliothèque scientifique internationale*). Je crois qu'il est possible de répondre victorieusement à toutes ses objections et c'est ce que je me propose de faire ici en mettant en lumière le bien fondé d'un principe dont l'importance morphogénique est considérable.

« M. LE DANTEC oppose formellement, dit M. CUËNOT, l'assimilation fonctionnelle aux lois formulées par CL. BERNARD, qui a divisé les phénomènes vitaux en deux ordres : 1^o phénomènes de destruction vitale, correspondant à l'activité fonctionnelle des éléments ; 2^o phénomènes de création vitale, correspondant au repos fonctionnel et à la régénération des réserves épuisées. CL. BERNARD a voulu dire par là, et c'est ainsi que l'ont compris tous les biologistes modernes, que le travail physiologique d'une cellule est le résultat de décompositions chimiques qui se passent dans la cellule même, et qui transforment de l'énergie potentielle en force vive ; pour beaucoup d'organes, on a pu préciser ce que n'avait pas fait CLAUDE BERNARD, *la substance cellulaire* sur laquelle porte la décomposition ; pour le muscle, par exemple, on sait que c'est le *glycogène de réserve et le glycose du sang qui fournissent l'énergie représentée par le travail musculaire* ; quant aux substances protoplasmiques et nucléaires du muscle, on n'y constate pas de *changement visible* durant le travail. M. LE DANTEC ne diffère

donc de l'opinion courante qu'en affirmant que la dépense des réserves coïncide avec une augmentation forcée et proportionnelle de la quantité de protoplasma et de noyau dans la cellule ».

Le protoplasma et le noyau sont formés de *substances plastiques* que j'ai définies, chez les êtres unicellulaires, par la propriété qu'elles ont de réagir chimiquement en se multipliant au lieu de se détruire dans un milieu réalisant, pour le plastide considéré, la *condition n° 1*. Cette propriété d'*assimilation* manque aux corps ordinaires de la chimie qui se détruisent toujours, en tant que composés définis, quand ils réagissent chimiquement.

Mais toute activité chimique, en dehors de la condition n° 1, détruit les substances plastiques, comme les corps bruts ordinaires (condition n° 2).

Chaque fois, par conséquent, que nous constatons une activité chimique d'un plastide, nous devons nous demander laquelle des deux alternatives est réalisée, question qui ne se pose pas pour les corps autres que les plastides, lesquels réagissent toujours à la condition n° 2 (destruction en tant que composé défini).

Je ne crois pas que personne songe, dans l'état actuel de la science, à considérer comme un phénomène purement physique le fonctionnement d'un organe, la contraction d'une fibre musculaire par exemple, c'est-à-dire à assimiler la fibre musculaire à une machine qui, *sans se modifier chimiquement elle-même*, consommerait du glycogène comme une locomotive consomme du charbon et de l'eau. Tous les phénomènes de la morphogénie sont là pour prouver le contraire ; le protoplasma ne fonctionne pas comme une machine purement physique, mais les manifestations physiques de son activité sont les résultats de réactions chimiques *auxquelles il prend part*.

Puisqu'il y a réaction, la question suivante se pose d'une manière incontestable : Cette réaction a-t-elle lieu à la condition n° 1 ou à la condition n° 2 ? Son résultat est-il une augmentation ou une destruction des substances plastiques du plastide considéré ?

Pour une fibre musculaire qui se contracte, on sait, dit M. CUÉNOT que « c'est le glycogène de réserve et le glucose du sang qui fournissent l'énergie représentée par le travail musculaire ». Fort bien, mais ce travail musculaire est lui-même de nature chimique ;

la substance propre du muscle (substances plastiques) en éprouve-t-elle une diminution ou un accroissement? J'ai affirmé la seconde alternative en exposant la loi de l'assimilation fonctionnelle. En représentant par a l'ensemble des substances plastiques qui réagissent et par Q , l'ensemble des autres substances qui interviennent *effectivement* dans la réaction, on peut écrire de la manière suivante l'équation chimique du fonctionnement d'un élément histologique :

$$(1) \quad a + Q = \lambda a + R$$

où λ est un coefficient plus grand que l'unité.

Pour le muscle, par exemple, le terme Q comprend le glycogène dépensé par la contraction.

A la condition n° 2 au contraire, les réactions se représenteraient par une équation de la forme :

$$(2) \quad a + B = C$$

dans laquelle C ne comprend que des substances différentes de celle du terme a , à condition, bien entendu, qu'on ait fait figurer dans l'équation (2), uniquement les quantités de substances qui ont effectivement pris part à la réaction.

J'ai été amené, par des considérations qu'il serait trop long de rappeler ici, à affirmer que, chez les Métazoaires, la condition n° 1 répond à ce qu'on appelle le fonctionnement, la condition n° 2 à ce qu'on appelle le repos des éléments histologiques.

« Si cette affirmation est vraie, dit M. CÉNOT, il en résulte qu'un organe qui travaille sans discontinuer doit aussi augmenter indéfiniment de volume : eh bien ! est-ce que les fibres musculaires du cœur, du diaphragme, du thorax, les cellules vibratiles des branchies de Lamellibranches, de l'épiderme des Planaires qui *se contractent ou vibrent pendant toute la vie*, augmentent indéfiniment leur quantum de substances protoplasmiques et nucléaires? ».

Voilà une objection très sérieuse, semble-t-il, mais je ne sais pas que, chez un seul animal, le cœur, par exemple, *se contracte pendant toute la vie*. Les fibres musculaires, contractées pendant la systole se détendent pendant la diastole. Le fonctionnement de cet organe se produit à des périodes régulières, mais n'est nullement continu. Il y a, pour le muscle cardiaque, comme pour tous les muscles de l'organisme, des alternatives de fonctionnement et de

repos, de condition n° 1 et de condition n° 2 ; c'est du balancement qui se produit entre l'assimilation pendant le fonctionnement et la destruction pendant le repos que résulte l'état adulte de l'organe ; le cœur n'est donc pas condamné par l'assimilation fonctionnelle, comme le dit M. CUËNOT, à un accroissement sans limite.

Bien plus, mon savant contradicteur le fait remarquer un peu plus loin, « les organes qui ont un fonctionnement exagéré (au-dessus d'un certain taux normal) augmentent notablement de volume (hypertrophie du cœur, du rein, etc.), tandis que ceux qui ne fonctionnent plus du tout s'atrophient plus ou moins ». Cela s'accorde merveilleusement avec la loi de l'assimilation fonctionnelle ; l'état adulte du cœur par exemple provient d'un rapport qui s'établit entre le fonctionnement (assimilation) et le repos (destruction plastique) ; qu'un obstacle à la circulation augmente l'importance du fonctionnement par rapport au repos et le cœur n'est plus adulte, il grossit.

C'est une des lois les plus générales de l'anatomie pathologique que, toutes les fois qu'un obstacle siège en un point d'un conduit musculo-membraneux, il se fait une hypertrophie (rétrohypertrophie de FORGET) des fibres musculaires de la partie située au-dessus de l'obstacle. BEAU a donné de ce phénomène une explication téléologique amusante : « Lorsqu'il existe un rétrécissement d'orifice, l'ondée sanguine a de la difficulté à franchir le passage rétréci ; mais la *nature prévoyante* renforce et hypertrophie les parois cardiaques à un point suffisant pour que la force d'expulsion de l'ondée soit proportionnée à la grandeur de l'obstacle qu'elle doit vaincre ».

C'est précisément parce qu'elle dispense de recourir à des explications de ce genre que la loi d'assimilation fonctionnelle a une grande importance morphogénique. Les objections à cette loi, que M. CUËNOT tire de la considération des muscles à fonctionnement périodique régulier sont, nous venons de le voir, dénuées de fondement. Il en est de même de celles qu'il tire de l'étude des cellules épithéliales qui, en effet, se *multiplient sans cesse*, étant sans cesse à la condition n° 1.

Sans m'arrêter, pour le moment, à la définition délicate du fonctionnement des tissus en général, et en me bornant à la considération du système musculaire pour lequel le fonctionnement est, sans conteste, la contraction, il m'est facile de montrer que l'on doit considérer la condition n° 1 comme correspondant au fonctionnement

et non au repos des éléments histologiques. Nous avons vu en effet qu'il n'y a que deux alternatives pour l'activité chimique d'un élément : condition n° 1 ou assimilation, condition n° 2 ou destruction plastique. Si le fonctionnement, la contraction est un phénomène de la condition n° 2, il est certain qu'un muscle qui se contractera souvent diminuera ; si le repos est un phénomène de la condition n° 1, un muscle qui se reposera longtemps se développera d'autant. Or, c'est précisément le contraire qui a lieu, tout le monde le sait. Les forgerons ont de forts biceps, les gens qui marchent peu ont les mollets grêles, ... etc.

Reste à définir le fonctionnement pour d'autres tissus que le tissu musculaire.

L'organisation adulte est un ensemble très complexe comprenant des organes compliqués formés de tissus divers. La *vie* de cet organisme considéré comme individu unique comprend des phénomènes intéressant un nombre variable des éléments constitutifs du corps ; ces phénomènes sont les *actes* de la vie de l'individu ; un organe se compose des divers éléments qui agissent simultanément dans l'exécution d'un acte appelé fonctionnement de l'organe considéré. L'ensemble de ces divers fonctionnements d'organes a pour résultat la conservation de la coordination qui est la vie de l'individu.

On doit logiquement appeler fonctionnement d'un tissu faisant partie d'un organe donné, l'activité de ce tissu pendant le fonctionnement de l'organe correspondant, mais il n'est pas toujours facile, dans l'état actuel de la science, de définir le rôle de chaque tissu dans le fonctionnement général (1), sauf pour le tissu musculaire, le tissu glandulaire et le tissu nerveux, par exemple, dont nous connaissons parfaitement le rôle spécial.

Voici néanmoins un raisonnement général qui permet de concevoir le bien fondé de la loi d'assimilation fonctionnelle appliquée à tous les tissus quels qu'ils soient : Je considère un organe qui remplit une fonction déterminée dans un individu *adulte*. Cet organe comprend cinq groupes de tissus, par exemple, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, qui concourent tous par leur activité simultanée à l'exécution de l'acte,

(1) A plus forte raison, ne peut-on tirer d'argument dans l'étude de l'assimilation fonctionnelle, des éléments embryonnaires non encore assez différenciés pour qu'il soit possible de leur attribuer une fonction simple bien déterminée.

de la fonction considérée. Je dis que l'activité de ces cinq groupes de tissus se produit à la condition n° 1 dans l'exécution de cette fonction. En effet, je suppose qu'il n'en soit pas ainsi, que *a* et *b* par exemple se trouvent à la condition n° 2 pendant que *c*, *d* et *e* sont à la condition n° 1. Il en résultera que, plus l'opération considérée sera répétée, plus la coordination d'où elle résulte se détruira, les éléments *c*, *d*, *e*, croissant d'autant pendant que *a* et *b* s'atrophient...

Il faut donc admettre que les cinq éléments *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, sont tous à la fois à la condition n° 1 ou à la condition n° 2. Mais si cette seconde hypothèse était vraie pendant le fonctionnement de l'organe considéré, il en résulterait que plus un organe travaillerait, plus il s'atrophierait, plus, par suite, son fonctionnement deviendrait difficile; or le contraire est bien connu, une opération, exécutée souvent, devient plus facile à accomplir (habitude); un organe qui travaille beaucoup s'hypertrophie.

J'ai établi ailleurs les raisons chimiques du balancement des organes; la loi d'assimilation fonctionnelle explique pourquoi, par suite de ce balancement, il ne persiste dans un organisme adulte que les éléments histologiques qui sont actifs dans une des fonctions de la conservation de l'individu, autrement dit, que les éléments *utiles*. C'est pour cela que les organes sont adaptés à leur fonction; il n'y a pas de travail perdu.

Mais je suppose qu'à un moment donné de l'existence d'un individu adulte, des nécessités nouvelles surviennent qui l'obligent à exécuter des opérations nouvelles avec des organes *habituels* à d'autres opérations; il y aura, au début, des troubles résultant de ce que certains éléments se trouveront à la condition n° 2 pendant le fonctionnement de l'organe et se détruiront petit à petit, tandis que d'autres, se trouvant plus longtemps à la condition n° 1, se développeront davantage jusqu'à ce que l'équilibre s'établisse, c'est-à-dire que l'organisme soit *adapté* à ce nouveau genre de vie.

Et ces modifications peuvent même n'être que temporaires si les obligations auxquelles est soumis l'organisme ne sont que temporaires; le cœur s'hypertrophie pendant la grossesse par suite d'obstacles momentanés apportés à la circulation; il reprend son volume normal après l'accouchement; etc., etc.....

Il n'est pas nécessaire de savoir faire le détail des éléments histologiques qui interviennent dans l'accomplissement d'une

fonction pour se rendre compte du bien fondé de la loi d'assimilation fonctionnelle. J'en prends un exemple extrêmement complexe, celui de la lutte de notre organisme contre le froid. Les éléments dont l'activité détermine la victoire dans ce cas particulier se développent pendant l'hiver par un fonctionnement journalier ; nous supportons aisément en hiver une température qui, en été nous rendrait malades parce que les éléments en question se sont peu à peu atrophiés dans l'inactivité ; les personnes qui passent la plus grande partie de leur temps dans un appartement chauffé par un calorifère souffrent beaucoup plus du froid quand elles sortent, etc.....

Pour beaucoup d'éléments histologiques, nous ne savons pas, je le répète, préciser la nature du fonctionnement. Il ne faut donc prendre d'exemples, lorsqu'on veut discuter la loi d'assimilation fonctionnelle, que dans les tissus dont le fonctionnement est évident. « Une cellule conjonctive qui se remplit de graisse, dit M. CUËNOT, a-t-elle plus de protoplasma et un plus gros noyau à la fin du travail (1) » ? Je ne le crois pas et il me semble probable que c'est le contraire et que la dégénérescence graisseuse est un phénomène de la condition n° 2. Mais je n'oserais discuter sur ce fait qui ne me paraît pas assez connu pour le tissu conjonctif en général ; il me semble cependant que pour un muscle la chose est bien connue ; ce sont les muscles qui se reposent qui s'infiltrent de graisse.

« Pendant le repos fonctionnel, M. LE DANTEC dit que les réactions détruisent les substances protoplasmiques et nucléaires créées pendant le travail pour en faire des substances de réserve (graisse, glycogène) de façon à revenir à peu près au *statu quo ante*. Mais pour le muscle en particulier, on sait expérimentalement que, pendant le repos, il retire du sang une quantité appréciable de glycose qui s'accumule dans son tissu sous forme de glycogène ; il serait bien extraordinaire de voir ce même muscle consommer aussi ses albuminoïdes pour fabriquer encore du glycogène, alors que la source de glycose du sang est pratiquement inépuisable ».

Cette objection, la dernière que me fasse M. CUËNOT, n'avait guère de raison d'être. A la condition n° 2, le muscle réagit *avec les*

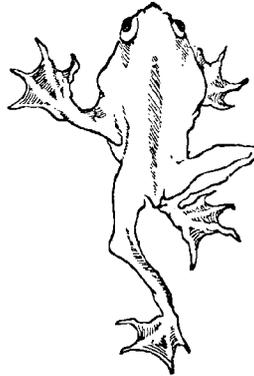
(1) Les globules rouges, dont parle aussi M. CUËNOT, semblent être, au moins chez l'homme, des plastides incomplets incapables d'assimilation, c'est-à-dire, toujours à la condition n° 2.

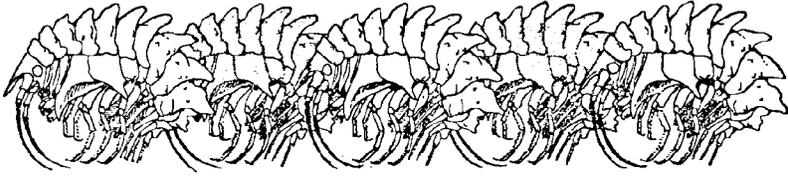
substances du milieu de manière à donner autre chose que du muscle (voir plus haut). Dans le cas considéré, la formule :

$$a + B = C$$

est précisément ce qui explique le phénomène relaté par M. CUÉNOT : le terme B comprend le glycose du sang, le terme C le glycogène produit, et l'expérience prouve qu'il faut très peu de substance musculaire *a* pour transformer, à la condition n° 2, *en se détruisant elle-même*, beaucoup de glycose ou glycogène, comme il faut très peu de levure de bière pour transformer à la condition n° 1 beaucoup de moût en bière.

Paris, le 1^{er} Janvier 1897.





ÉTUDES SUR LA MORPHOLOGIE COMPARÉE
ET LA PHYLOGÉNIE DES ESPÈCES
CHEZ LES SPIRORBES,

PAR

MAURICE GAULLERY ET FÉLIX MESNIL.

Planches VII à X.

L'un de nous a déjà publié ici même des *Études de morphologie externe chez les Annélides* (1). Le présent travail est conçu dans le même esprit : prendre un groupe de formes ayant une unité bien nette ; y préciser la séparation des espèces ; rétablir, autant que possible, leur phylogénie par un examen critique de leurs caractères différentiels ; baser toute cette étude sur des données d'anatomie comparée ou d'embryogénie. L'application de cette méthode nous paraît un des moyens les plus sûrs, non seulement pour augmenter nos connaissances sur certains groupes spéciaux d'animaux, mais aussi pour pénétrer plus intimement le problème général du transformisme.

Dans un groupe restreint, où le plan d'organisation est constant, les variations sont légères et c'est surtout sur les parties extérieures de l'organisme qu'elles sont sensibles. On est donc amené à étudier plus spécialement la *morphologie externe*, tandis que, dans des recherches portant sur des classes très étendues, ce sont plutôt

(1) Voir ce *Bulletin* tome XXIX, p. 110-288, pl. VII-XV ; tome XXX, p. 83, pl. III ; p. 144, pl. VI.

les *organes internes* qui sont au premier plan. Mais les modifications minimes que l'on enregistre dans le premier cas sont aussi intéressantes que les vastes transformations que l'on analyse dans le second. Leur étude est aussi philosophique parce que l'on perçoit nettement leur enchaînement et que souvent on y saisit sur le vif l'empreinte laissée par les diverses adaptations.

Nous avons étudié avec cette préoccupation un petit rameau des Serpuliens. Notre intention est de faire de même pour d'autres parties de cette famille et de la considérer ensuite dans son ensemble.

*
* * *

En 1862, au début de son intéressant mémoire sur le développement d'un Spirorbe de Cette, PAGENSTECHE (12) insistait sur l'utilité qu'aurait offerte une étude comparée des diverses espèces du genre *Spirorbis*. Depuis cette époque, de nouvelles formes ont été décrites à côté des anciennes, mais la révision d'ensemble manque encore. Une tentative vers elle est cependant à signaler : celle de LEVINSEN (7), fondée sur les matériaux du Musée de Copenhague, et consacrée aux espèces du Nord. DE ST-JOSEPH (14) a essayé aussi un classement des diverses espèces. Mais il n'en a observé personnellement que trois et a dû, pour les autres, se fonder sur les descriptions des auteurs : les lacunes et les erreurs de celles-ci l'on conduit à démembrer le genre *Spirorbis* en six autres (*Spirorbis* DAUD. s. st., *Janua*, *Circeis*, *Leodora*, *Mera*, *Pileolaria* CLPD). Les matériaux que nous avons examinés nous conduisent à rejeter ces divisions. Nous en proposerons d'ailleurs d'autres.

Comme on le verra dans les pages suivantes, nous avons disposé de matériaux très variés. Les premiers, ceux-là mêmes qui nous ont conduits à entreprendre la présente révision, proviennent du voisinage du cap de la Hague (anse de St-Martin). Nous avons pu, sur six espèces, observer un très grand nombre d'individus vivants et acquérir ainsi une notion nette de la constance ou de la variabilité des divers caractères.

Au laboratoire de St-Vaast-la-Hougue, où nous a aimablement accueillis M. EDMOND PERRIER, nous avons observé quelques

espèces obtenues dans les dragages et, à ce propos, nous tenons à remercier de son obligeance M. MALARD-DUMÉRIL, sous-directeur de la station.

Nous avons étendu beaucoup ces premières observations par l'étude des matériaux de divers Musées. M. EDM. PERRIER nous a ouvert, avec une parfaite libéralité, les collections du Muséum de Paris et notre ami M. FÉLIX BERNARD nous y a facilité les recherches. Nous avons pu ainsi examiner les Spirorbes rapportés en 1882-1883 par l'Expédition Française au Cap Horn, et aussi ceux de diverses provenances que nous avons trouvés sur des substratums variés (Oursins, Mollusques).

M. LEVINSÉN nous a très obligeamment communiqué les types du Musée de Copenhague qu'il a lui-même étudiés, et M. DE MARENZELLER nous a envoyé le *Sp. granulatus* LANGERHANS.

M. KÖHLER a mis à notre disposition quelques formes rapportées par lui de la Méditerranée, et celles que nous avons trouvées dans les collections de la Faculté des Sciences de Lyon.

Enfin M. MARION nous a communiqué quelques indications sur *Sp. Beneti* MARION et un tube de cette espèce.

Nous adressons à tous nos meilleurs remerciements.

Dans un premier chapitre, nous discuterons les caractères à employer dans l'étude taxonomique des Spirorbes ; dans le second, nous passerons en revue les espèces ; dans le troisième, nous exposerons quelques considérations qui résultent des faits et nous paraissent intéressantes pour la morphologie générale des Serpuliens ; nous essaierons en même temps de reconstituer la phylogénie des espèces.

I.

EXAMEN CRITIQUE DES CARACTÈRES TAXONOMIQUES.

Les descriptions d'espèces de Spirorbes peuvent être groupées en deux catégories : d'une part, celles qui sont basées, uniquement ou principalement, sur le tube calcaire, et de l'autre, celles qui sont fondées sur l'anatomie de l'Annélide. Les premières sont très peu utilisables. Dans les secondes, plus récentes en général, les auteurs ont cherché à identifier les types qu'ils observaient aux espèces déjà connues. Ces identifications ne laissent pas, à notre

sens, d'être parfois très douteuses. Néanmoins, il nous paraît quelque peu vain de vouloir les discuter davantage et, d'une façon générale, n'ayant pas vu les types originaux, nous les tiendrons pour définitives, en en laissant la responsabilité aux auteurs antérieurs. Passons d'abord en revue les caractères qui fournissent des éléments importants pour la détermination.

Tube. — Le tube était calcaire dans toutes les espèces que nous avons observées. LEVINSEN a décrit certaines formes du Nord dont le test est vitreux et qu'il dit être *Kalkedonagtigt* (par opposition à *Kalkagtigt*). La translucidité de ces tubes est des plus nettes, mais tous font effervescence et sont entièrement dissous par l'acide chlorhydrique.

On s'est souvent servi du tube pour classer et définir les espèces. Or, dans une espèce donnée, il varie énormément. La forme de l'enroulement, les dimensions de l'ombilic dépendent largement du support ; pour une même espèce, le tube sera, tantôt absolument plan, tantôt hélicoïdal, tantôt relevé ou déroulé dans sa portion terminale.

Les ornements, tels que les crêtes longitudinales, ne sont pas plus constants. La variabilité apparaît surtout quand on étudie la même espèce sur des supports différents ; il nous a semblé en général que le tube devenait plus lisse, quand il était fixé sur un être vivant. Il faudrait donc, pour chaque espèce, décrire et figurer un grand nombre d'échantillons ; c'est dire que le tube ne peut être qu'un document accessoire. Sauf dans des cas exceptionnels, on ne peut guère fonder sur lui la distinction des formes.

Il y a pourtant un de ses caractères qui est fort important et auquel LEVINSEN, seul parmi les auteurs antérieurs, a accordé la valeur qu'il mérite ; c'est le sens de l'enroulement. Chez certaines espèces, la spire, considérée par la face libre, s'enroule dans le sens de la marche des aiguilles d'une montre (spire *sénestre*), chez les autres, dans le sens inverse (spire *dextre*) (1). Cette particularité est

(1) Le Spirorbe est placé, dans son tube, de telle sorte que sa face dorsale est du côté du tube appliqué contre le substratum, sa face ventrale du côté libre. Il en résulte que, chez nos espèces dextres, le côté droit de l'animal est le côté concave ; en d'autres termes, l'animal s'enroule autour d'un axe situé à sa droite. Chez les espèces sénestres, c'est l'inverse. Notre manière de définir les espèces dextres et sénestres s'accorde avec celle des auteurs récents (MÖRCH, LEVINSEN, de ST-JOSEPH) ; mais est opposée à celle des auteurs anciens [MONTAGU (*Test. Brit.*), FLEMING (*Ed. Phil. Journ.*, XII, 1825.)]

rigoureusement constante chez une espèce, et nous verrons qu'il faut lui attribuer une grande valeur phylogénique.

Passons à l'animal lui-même. Les éléments les plus utiles à sa détermination sont : le nombre des rayons de la branchie, la forme de l'opercule, le mode d'incubation des embryons ; le nombre des anneaux thoraciques et abdominaux ; enfin la forme des soies.

Branchie. — Elle se compose de rayons portant des barbules latérales disposées par paires. La forme de l'extrémité des rayons est assez caractéristique dans les diverses espèces. Leur nombre est aussi assez constant. CLAPARÈDE (3) en indique 5 dans *Sp. lævis* QTRFG, LEVINSEN (7) en donne 12 à *Sp. verruca* FABR. et VERRILL (16, p. 44), 16 à *Sp. validus* VERR. La branchie n'arrive que très tard à son complet développement. Sur des individus de *Sp. borealis* DAUD., en apparence adultes, nous avons vu se former une cinquième paire de rayons branchiaux. Les derniers produits sont les plus voisins de la ligne médiane ventrale.

Opercule. — Nous comptons comme un rayon branchial la tige qui porte l'opercule, quoiqu'elle soit dépourvue de barbules et d'épithélium vibratile. Chez d'autres Serpuliens (*Filigrana*, *Apomatus*, *Josephella*) elle offre encore ces deux caractères de la branchie. Le rayon operculifère est toujours, à partir de la ligne médiane dorsale, le deuxième à droite, chez les espèces à enroulement dextre, le deuxième à gauche, chez les espèces sénestres. Il est ainsi toujours placé du côté de l'animal qui est appliqué contre la concavité du tube. Le sens de l'enroulement et l'organisation de l'animal varient donc corrélativement. Nous montrerons dans la dernière partie de ce travail que cette corrélation est intime.

La forme de l'opercule est un élément d'importance capitale pour la spécification et qui a été trop souvent négligé. Dans un premier groupe d'espèces, l'opercule se compose d'une plaque calcaire terminale T concave, placée à l'extrémité du rayon operculifère ; du fond de cette plaque, part un talon θ de forme variée, également calcaire (fig. A). C'est la forme fondamentale. Les choses restent en cet état chez les espèces où les embryons sont incubés dans le tube calcaire du Spirorbe (1).

(1) Ils sont alors disposés en séries linéaires, à l'intérieur d'une gaine muqueuse hyaline, appliquée tout le long du bord convexe de l'animal.

Exceptionnellement, les pointes terminales du talon font saillie sur les côtés de la tige operculaire (*Sp. cornu-arietis*, *Sp. Beneti*). [voir les figures de MARION (9 et 10)].

Quand l'incubation a lieu dans la tige operculaire, les parties calcaires présentent des modifications diverses.

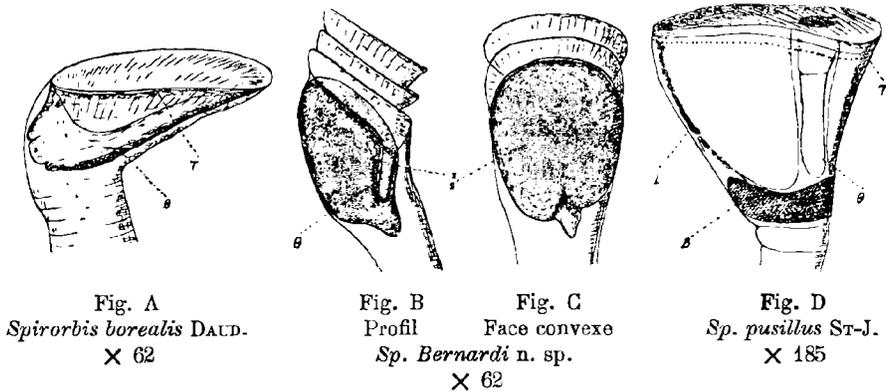


Fig. 1. — Figures demi-schématiques d'extrémités de tiges operculaires.

Type 1. — La plaque terminale est convexe au lieu d'être concave et le talon la continue, sur une partie de la périphérie de la tige operculifère, sous forme d'une surface cylindrique (voir fig. 25 a et 26, Pl. x); ces surfaces calcaires et la paroi de la tige limitent une grande cavité incubatrice.

Type 2. — Le talon se réduit plus ou moins et il se développe un sac incubateur s, de nouvelle formation, constitué par du calcaire poreux (voir fig. B. et C.).

Type 3 (voir fig. D.). — A la base de l'élargissement du rayon operculaire, il se forme une plaque basilaire B, calcaire, limitant inférieurement la cavité incubatrice, et reliée à la plaque terminale généralement plane, par une surface cylindrique L, le plus souvent calcaire. Ces parties complémentaires B et L n'apparaissent qu'assez tard dans le développement. En général, le talon θ se réduit progressivement, et disparaît même quelquefois; quand il existe, il est creux.

Chez plusieurs espèces, on trouve une série d'opercules, composés des parties T et θ , emboîtés les uns dans les autres. On ne peut les interpréter que par un développement successif et un renouvellement

périodique, [v. *Sp. Köhleri*, n. *Sp. Bernardi*, (fig. B. et C.) n., *Sp. Perrieri*, n.] une sorte de mue répétée.

L'opercule est une pièce d'autant plus précieuse pour la systématique qu'il reste très facile à observer sur les matériaux conservés. Nous l'avons souvent retrouvé, présent et intact, même quand le tube ne renfermait plus rien des parties molles de l'animal.

Nombre des anneaux. — Il y a généralement au thorax trois anneaux sétigères. Le premier ne porte que des soies dorsales ; les deux suivants ont en outre, de chaque côté, un tore uncinigère ventral. Le long de ces trois anneaux s'étendent la collerette et la membrane thoracique, cette dernière caractéristique des Serpulides, interrompue du côté dorsal, continue du côté ventral. LEVINSSEN (7) a, le premier, signalé trois espèces dextres (*Sp. cancellatus* FABR., *Sp. violaceus* LEV. et *Sp. vitreus* FABR.) où le thorax aurait quatre anneaux sétigères. Nous avons pu constater que, chez ces trois espèces, le quatrième anneau n'était représenté qu'à *droite*.

Nous avons trouvé, de notre côté, plusieurs espèces sénestres, l'une sur des coquilles draguées dans la baie de St-Vaast-la-Hougue (*Sp. Malardi*, n. sp.), les autres provenant du cap Horn, où un quatrième sétigère thoracique existe et est indiqué par un tore uncinigère du côté *gauche* seulement. Nous revenons plus loin sur ces espèces qui ont, suivant nous, un grand intérêt morphologique.

Le nombre des anneaux sétigères abdominaux est compris, suivant les espèces, entre 8 et 40. Dans une espèce donnée, il paraît varier chez l'adulte entre des limites assez rapprochées.

Entre le thorax et l'abdomen, existe une longue région nue ; c'est là surtout que se développent les œufs qui font hernie du côté convexe de l'animal. Les spermatozoïdes se développent dans les segments sétigères abdominaux. L'hermaphrodisme est la règle.

Soies. — Récemment, DE ST-JOSEPH, dans ses excellents mémoires sur les « *Annéli des Polychètes des Côtes de Dinard* », marchant sur les traces de VON MARENZELLER, a réussi à établir, pour plusieurs familles de Sédentaires, des tables dichotomiques fondées sur la forme des soies. Cet essai a été souvent très heureux. En ce qui concerne les Spirorbes, il n'en a exceptionnellement pas été de même. N'ayant pas sous les yeux les espèces antérieurement

établies, mais seulement les descriptions des auteurs, DE ST-JOSEPH (6) a démembré le genre *Spirorbis* d'après la présence ou l'absence de certaines soies spéciales. Nos matériaux ne nous conduisent pas à ratifier ce démembrement.

Le premier sétigère thoracique n'a que des soies dorsales. Elles sont simples, terminées par une serpe garnie d'un double système de stries transversales qui, vues de profil, ont l'aspect de dents. Cette serpe fait avec la hampe un angle variant de 120 à 150° environ. A l'extrémité de la hampe, se trouve, dans beaucoup d'espèces, un bourrelet sillonné par de fortes cannelures longitudinales, appelé *aileron crénelé* par les auteurs, et plus ou moins séparé de la serpe par un intervalle où la soie est plus étroite. La présence ou l'absence de l'aileron crénelé, le degré de sa différenciation sont des caractères importants. Quand l'angle est voisin de 120° et que l'aileron n'existe pas, les soies sont dites *généculées*. Ces soies alternent toujours régulièrement avec des soies capillaires beaucoup plus petites,

Le deuxième sétigère offre, à sa rame dorsale, uniquement des soies limbées ordinaires, peu différentes d'une espèce à l'autre. Elles se retrouvent au troisième sétigère; mais là, elles sont, dans la plupart des formes, accompagnées par d'autres soies simples, dont l'extrémité est recourbée en une faucille garnie de fortes stries transversales sur sa face interne (apparence dentelée de profil). LANGERHANS appelle ces dernières : *soies de Salmacine* (elles ont été figurées pour la première fois par CLAPARÈDE, 2 et 3). A la base de la faucille, la hampe de la soie de Salmacine est souvent aplatie et dilatée en un limbe. DE ST-JOSEPH (14) attache une grande valeur à cette dernière particularité et distingue les soies qui la présentent sous le nom spécial de *soies d'Apomatus* [elles ont été figurées pour la première fois par MARION et BOBRETZKY (9, fig. 25, b) dans le genre *Apomatus*]. Or, on trouve tous les passages entre les soies de *Salmacine* proprement dites et les soies d'*Apomatus*. Nous considérons donc cette distinction comme superflue. Dans les descriptions, nous désignons les unes et les autres sous le nom de soies *en faucille striée*, ne voulant rien préjuger de leur comparaison avec celles d'autres genres. Néanmoins nous devons dire qu'elles rappellent surtout les soies typiques du genre *Apomatus*.

A l'*abdomen*, les soies ventrales sont en général du type géniculé. Leur extrémité est parfois recourbée en faucille. Il ne faut pas oublier que l'extrémité de ces diverses soies est assez

flexible et que des pressions latérales, exercées par le glissement du couvre-objet, ou simplement par les mouvements de l'animal, peuvent exagérer ou atténuer la forme de faucille.

Les *uncini* enfin sont de même forme au thorax et à l'abdomen, mais de dimensions plus grandes dans la première de ces deux régions. Ce sont (fig. 25 c, pl. x) des plaques dont le bord libre est garni de nombreuses dents fines ; à l'extrémité tournée vers la tête de l'animal, la dent terminale est plus forte. La longueur et l'épaisseur de ces *uncini* sont variables chez les diverses espèces, et en prenant les dimensions maxima au thorax, on a des caractères spécifiques souvent très utiles.

Telles sont les particularités sur lesquelles toute description doit être très explicite. D'autres caractères sont moins précis et plus variables. Telles sont les colorations (coloration de la branchie, de la membrane thoracique, du tube digestif, des embryons) (1). Certains pigments du tube digestif, par exemple celui de la région dite hépatique, nous ont paru, par contre, extrêmement constants. Les yeux, à la face dorsale du prostomium, ne sont constants dans aucune espèce (sauf peut-être chez *Spirorbis armoricanus* St-J.).

Sur les exemplaires conservés, un certain nombre des caractères taxonomiques que nous venons de passer en revue ne peuvent être utilisés ; on doit se contenter de ceux tirés de l'opercule, des soies et des *uncini*.

II.

DESCRIPTION DES ESPÈCES.

Pour faciliter l'exposé des caractères spécifiques des nombreuses espèces de *Spirorbis*, nous donnons le tableau dichotomique suivant.

Nous y avons décomposé le genre *Spirorbis* en sous-genres ; nous nous réservons de justifier, dans la troisième partie de ce travail, la création de ces divisions, c'est-à-dire de montrer que les espèces d'un sous-genre ont une origine commune et commune à elles seules.

(1) Quand le thorax est fortement pigmenté en orangé (*Sp. militaris*, *Sp. cornu-arietis*), les soies à aileron crénelé du 1^{er} sétigère sont teintées en jaune ; il nous a paru exister une certaine relation entre cette coloration des soies et la grosseur des dents de la serpe.

4 sétigères au thorax s.-g. Paratœospira, n.	{ 4 ^e sétigère avec soies dorsales. — Soies à aileron crénéle au 1 ^{er} sétigère { Soies à aileron crénéle au 1 ^{er} sétigère { Soies sans aileron crénéle au 1 ^{er} sétigère	S. cancellatus FABR. S. vireus FABR. S. violaceus LEV.
3 sétigères thoraciques s.-g. Dextœospira, n. Embryons incubés dans	{ le tube { Soies sans aileron crénéle au 1 ^{er} sétigère { Soies à aileron crénéle au 1 ^{er} sétigère. — Opercule fig. 6 { Pas de soies en faucille striée au 3 ^e sétigère. — Soies sans aileron crénéle, au 1 ^{er} sétigère { l'opercule { soies en faucille { Pigment hépatique violet { striée au 3 ^e sét. { id. rouge	S. spirillum L. (Lucivus MONT). S. armoricanus ST.-J. (sinistrorsus MONT). S. Martoni n. S. corrugatus MONT. S. Pagenstecheri QFG. S. pusillus ST.-J. S. aggregatus n. S. Claparedet n. S. Malardi n. S. patagonicus n. S. Lebruni n. S. Levinseii n.
4 sétigères au thorax. Soies à aileron crénéle au 1 ^{er} sétigère (s.-g. Paratœospira, n.	{ Opercule avec talon { petit et mince { Uncini très épais (4 µ) { { prolongeant l'entonnoir terminal { Tube de petite taille ; grosses soies à aileron crénéle { { { Tube de forte taille ; petites soies à aileron crénéle { Opercule sans talon { massif ; plaque terminale très épaisse	S. borealis DAUD. S. mediterraneus n.
3 sétigères au thorax	{ Soies du 1 ^{er} sétigère simplement limbées. { Incubation dans le tube (s.-g. Romanchella, n { { Incubation dans l'opercule (s.-g. Leodora ST.-J) { le tube { Talon de l'opercule { Petites dents à la serpe des soies du 1 ^{er} sétigère { { sans saillies externes { Grosses dents { Soies du 1 ^{er} sétigère à aileron crénéle { Talon avec saillies externes { Opercule fig. 20 a. .. { s.-g. Laospira, n { ternes { Opercule fig. 21 { Incubation dans l'opercule { Opercule fig. 23 { { Opercule fig. 24 { { Opercule fig. 25 { { Opercule fig. 26 { { Opercule fig. 22	S. Perrieri n. S. laevis QFG. S. Lebruni n. S. Levinseii n. S. Perrieri n. S. laevis QFG. S. borealis DAUD. S. mediterraneus n. S. cornu-arietis PHIL. S. Beneti MAR. S. Kochleri n. S. Bernardi n. S. militaris CLFD. S. granulatus L. (nec LINGHS). S. Langerhansii n.

§ 1. — Sous-genre *Paradexiospira* (1).

Spirorbès dextres avec quatre sétigères thoraciques, le 4^e ne présentant une armature que du côté droit. Le tube est vitreux, translucide. La serpe des soies du 1^{er} sétigère est toujours bien dentée ; au 3^e sétigère, soies dorsales présentant le type *Apomatus* exagéré : la partie striée est très réduite. Incubation des embryons dans le tube. Les trois espèces connues habitent l'Islande et le Groënland.

1. *Spirorbis cancellatus* FABR.(Fig. 1, *a-c*).

Cette espèce a été bien caractérisée par LEVINSÉN. Il a donné (7, Pl. III, fig. 17-18) d'excellents dessins du tube, dont les stries longitudinales profondes semblent constantes et a attiré l'attention sur la présence d'un 4^e sétigère thoracique avec soies dorsales ; *mais ce sétigère n'est représenté qu'à droite*. L'opercule est terminé par une plaque en forme d'entonnoir, souvent prolongée en avant par un rebord très mince (fig. 1 *a, e*) ; le talon qui fait suite à l'entonnoir est court et fortement aplati ; il est un peu oblique. Les soies du 1^{er} sétigère comprennent des capillaires très fines et des soies à aileron crénelé (7 à droite, 8 à gauche) : l'aileron est nettement séparé de la serpe dont les dents sont bien marquées (fig. 1 *b* et LEVINSÉN, Pl. II, fig. 8 *d*). Au 2^e sétigère, on compte *dorsalement* 10 à 11 soies limbées (le limbe est lisse, non strié) ; *ventralement* une rangée d'uncini qui atteignent 65 μ de longueur à droite, et seulement 37 μ à gauche, sur 3 μ d'épaisseur. Au 3^e sétigère, il y a *dorsalement* une première rangée de 9 soies limbées, semblables à celles du 2^e sétigère et une deuxième de 5 soies en faucille striée (la partie limbée est très longue ; la partie striée très courte) ; *ventralement* il y a des uncini de mêmes dimensions respectives qu'au 2^e sétigère. Enfin le 4^e sétigère n'est représenté que

(1) De : παρά, δεξιῶς σπείρα, droit, spirale.

du côté droit : dorsalement, par 5 soies en faucille striée (fig. 1 c), semblables à celles du 2^e sétigère, ventralement par une rangée d'uncini. L'*abdomen* compte de 25 à 30 sétigères.

Habitat : « in Pectine islandico e Islandia et Groenlandia » (LEVINSEN).

Exemplaires communiqués par M. LEVINSEN.

2. *Spirorbis vitreus* FABR.

(Fig. 2, a-c).

Cette espèce est assez voisine de la précédente. LEVINSEN (7) a même émis quelques doutes sur son autonomie. Nous avons pu nous assurer qu'elle était bien distincte de *Sp. cancellatus*. Le tube, tantôt plan (LEVINSEN, Pl. III, fig. 11), tantôt scalariforme (ibid., fig. 12-13) n'a jamais de stries longitudinales. L'opercule, chez le jeune (fig. 2 a), rappelle celui de *Sp. cancellatus* ; mais, chez l'adulte, le talon a disparu et l'on a seulement un entonnoir à parois très minces (fig. 2 b). Au 1^{er} sétigère, il y a 5 soies à aileron crénelé à droite, 6 à gauche (fig. 2 c) ; l'aileron est moins nettement séparé de la serpe que dans l'espèce précédente. Les soies dorsales des 2^e et 3^e sétigères rappellent celles de *Sp. cancellatus*. Il n'y en a pas au 4^e sétigère. Voici les nombres des uncini au thorax, comptés sur un individu :

2^e sétigère... 50 à droite, 17 à gauche.

3^e sétigère... 65 à droite, 30 à gauche.

4^e sétigère... 47 à droite, 0 à gauche.

Ceux de droite ont 35 μ de longueur et 4 μ d'épaisseur ; ils sont donc nettement plus larges que ceux de *Sp. cancellatus*.

Nous n'avons pu compter le nombre des segments abdominaux.

Habitat : « In testaceis, rarius in Bryozois e Groenlandia » [LEVINSEN (7)] ; mer de Kara, sur *Cellepora incrassata* [LEVINSEN (8)].

Exemplaires communiqués par M. LEVINSEN.

3. *Spirorbis violaceus* LEVINSEN (7).

(Fig. 3, a-e).

Le tube rappelle celui de *Sp. cancellatus*. Les dessins (Pl. III, fig. 19), et la description de LEVINSEN mettent nettement en évidence les différences : 2 à 3 mm. au lieu de 3 à 4 ; dernier tour non anfractueux ; ombilic plus petit. L'opercule est assez voisin de celui de *Sp. cancellatus* ; le fond de la plaque terminale (fig. 3 a) est convexe et constitué par des bandes concentriques formant gradins. Cette plaque est entourée et surmontée par un bord conique (fig. 3 b).

Les soies du 1^{er} sétigère (6 à gauche, 5 à droite) ont généralement la forme représentée par la fig. 3 c ; l'aileron crénelé fait défaut, mais fréquemment, chez les plus anciennes (fig. 3 d), il est ébauché : les premières dents de la serpe sont plus courtes que les suivantes. Aux 2^e et 3^e sétigères, mêmes soies dorsales que chez *Sp. cancellatus*, avec cette petite différence que les soies en faucille striée du 3^e ne sont striées que sur une faible longueur à l'extrémité (fig. 3 e) ; pas de soies dorsales au 4^e sétigère.

Nombre et dimensions des uncini thoraciques :

2^e sétigère55 (50 μ) à droite ; 36 (34 μ) à gauche.

3^e.....plus de 80 (55 μ) id. ; 38 (id.) id.

4^e.....70 (50 μ) id. ; 0 id.

Épaisseur des uncini : 5 μ .

Ces uncini sont donc comparables comme dimensions à ceux de *Sp. vitreus*. On y compte de 25 à 35 rangées de dents.

L'abdomen a de 20 à 30 sétigères. Le tube est revêtu intérieurement d'une gaine noire (probablement violette sur le vivant), et tous les mamelons sétigères portent un peu du même pigment.

Habitat. « In Testaceis groenlandicis frequens » (LEVINSEN.)

LEVINSEN pense que cette espèce est le *Sp. granulata* de FABRICIUS (différent de celui de LINNÉ).

Exemplaires communiqués par M. LEVINSEN.

§ 2. — S.-genre **Dexiospira**.

La caractéristique de ce sous-genre se réduit à ceci : Spirorbes à tube dextre et à 3 sétigères thoraciques.

4. **Spirorbis spirillum** LINNÉ.

(nec MONT., nec FLEMING, nec PAGENST.)

[*S. lucidus* MONTAGU (11), CUNNINGHAM et RAMAGE (4) Pl. 45, fig. 38].

(Fig. 4, *a-b.*).

Nous avons trouvé cette espèce très communément sur des Hydraires (*Sertularia abietina*), dragués à St-Vaast-la-Hougue. Ce que LINNÉ dit de *Serpula spirillum* (*Systema Naturæ*, Ed. X), tant pour les caractères du tube que pour l'habitat, se rapporte d'une manière très précise à l'espèce dextre que l'on trouve sur les Sertulaires. Dans beaucoup de mémoires cependant, elle est désignée sous le nom de *Sp. lucidus* MONT.

MONTAGU (11) et FLEMING (*Edinb. Phil. Journ.* 12, 1825), ont désigné en effet, à tort selon nous, sous le nom de *Sp. spirillum* L., une espèce *séneestre* (à notre sens), voisine de *Sp. borealis* (ce n'en est même sans doute qu'une variété); ils ont dû adopter un nouveau nom, *lucidus*, pour l'espèce dextre des Hydraires. PAGENSTECHE (12) a appelé *spirillum* une espèce en réalité nouvelle que les auteurs désignent, depuis de QUATREFAGES, sous le nom de *Pagenstecheri*.

Le tube est lisse, porcellané, résistant, généralement translucide. A St-Vaast, l'enroulement était toujours plan; mais parmi les exemplaires des collections du Muséum de Paris et de Copenhague, beaucoup sont déroulés [voir fig. 14, 15 et 16 de LEVINSSEN (7)]. L'opercule (fig. 4 *a*) se compose d'une plaque concave assez peu profonde et d'un talon plus ou moins développé: au maximum de complication, celui-ci comprend deux lames de directions sensiblement perpendiculaires et dont l'une est découpée en dents par des incisures; mais il peut être réduit à une simple tige.

Les soies du 1^{er} sétigère sont assez petites et dépourvues d'aïlaron crénelé (fig. 4 *b*). Il n'y a pas de soies en faucille au 3^e sétigère. Les uncini sont de petite taille; leur longueur, même à droite, ne dépasse jamais 30 ou 35 μ .

L'abdomen n'offre pas plus de 16 anneaux sétigères.

Habitat : toutes les régions septentrionales.

5. *Spirorbis armoricanus* ST-JOSEPH.

(Fig. 5, *a-b*).

L'espèce dont DE ST-JOSEPH (14, p. 350, Pl. XIII, fig. 387) donne une bonne description, sous le nom de *Circeis armoricana* n., nous paraît être le *Spirorbis sinistrorsus*, que MONTAGU (11) dit exister communément sur le *Cancer gammarus* et sur le homard.

Cette espèce est extrêmement voisine de la précédente. Voici les caractères différentiels. Elle est un peu plus grande, le tube est plus large, et surtout plus opaque et plus épais. Le nombre des anneaux abdominaux est plus considérable; il varie de 16 à 20. Le talon de l'opercule (fig. 5 *a*) est généralement très réduit.

Aucune de ces différences n'est importante. De plus, des *Spirorbis* recueillis à Ray-Kyawick (Islande) par l'expédition de la « *Manche* » (1892), probablement sur des *Fucus*, nous ont paru intermédiaires entre les deux espèces : le tube est opaque, mais mince; l'opercule est souvent réduit comme dans la fig. 5 *a*; mais nous en avons vu dont le talon était exactement celui représenté fig. 4 *a*. On doit donc considérer *Sp. armoricanus* comme une variété de *Sp. spirillum*.

Chez *S. armoricanus*, les yeux sont à peu près constants; le pigment de la région hépatique est rouge; la barbule terminale de chaque rayon branchial est courte. Il y a 7 branchies.

Habitat : sur les homards et les langoustes de toutes les côtes de France, etc.

6. *Spirorbis Marionis* n. sp.

(Fig. 6).

Nous avons trouvé quelques individus de ce *Spirorbe* nouveau sur les piquants d'un *Cidaris Thouarsi* provenant de Panama et appartenant à la collection de la Faculté des Sciences de Lyon. Le tube est épais et résistant. La section extérieure est quadrangu-

laire ; on y distingue des stries d'accroissement fines et serrées ; son diamètre est de $1^m/m$, 5 environ. L'opercule (fig. 6) a une forme très particulière ; il rappelle beaucoup l'ensemble des ventricules dans le cœur d'un mammifère. Sa face supérieure est légèrement concave ; sur elle, se dresse une petite tige verticale. La surface latérale est évidée d'un côté.

Les soies du 1^{er} sétigère ont un aileron crénelé et une serpe à dents bien développées ; au 3^o sétigère, il y a des soies *en faucille striée*. Les embryons sont incubés dans le tube.

Habitat : Panama.

7. *Spirorbis corrugatus* MONT.

(Fig. 7, *a-b*).

Nous n'avons recueilli cette espèce que sur une algue rejetée dans l'anse St-Martin. Elle est identique à celle décrite par LANGERHANS (5, p. 124, fig. 43) qui a fait l'assimilation spécifique. Nous n'avons à peu près rien à ajouter à cette excellente description.

Le tube offre souvent, mais pas toujours, 3 crêtes longitudinales ; il arrive quelquefois qu'elles cessent avant la fin du dernier tour ; l'entrée du tube est alors circulaire. L'opercule se compose, chez les individus jeunes, d'une plaque terminale presque plane et portant un orifice excentriquement placé ; celui-ci n'est autre chose que la base du talon qui est une tige creuse. Chez l'adulte, on trouve en outre une plaque basale calcaire ; entre les deux plaques, se développe une surface cylindrique, formée d'un calcaire criblé de pores renfermant des bulles gazeuses (fig. 7 *a*) ; ce calcaire est disposé en bandes longitudinales rappelant, comme l'indique LANGERHANS, les douves d'un tonneau (*Fassdauben*) ; l'accroissement se fait de la plaque terminale vers la plaque basale (1). La pression du couvre-objet détermine souvent la rupture du calcaire, suivant les génératrices séparant les douves. La cavité délimitée par ces parois calcaires sert à l'incubation des œufs ; les embryons sont à peu près incolores. La harbule terminale des rayons branchiaux est longue et fine.

(1) Sauf ces particularités d'aspect, l'opercule est identique à celui de *Sp. Pagenstecheri* dont nous donnons une figure (fig. 8).

Les soies du 1^{er} sétigère (fig. 7 *b*), bien figurées par LANGERHANS, n'ont pas d'aileron crénelé. Elles diffèrent de celles de *Sp. spirillum*, en ce que la serpe se rétrécit moins vite et que les dents sont plus fortes. Il y a généralement cinq de ces soies et deux d'entre elles sont nettement plus petites que les trois autres. Il n'y a pas de soie en faucille striée au 3^e sétigère. La région hépatique du tube digestif est pigmentée en rouge.

L'abdomen ne compte que 8 à 10 sétigères avec soies ventrales bien développées (LANGERHANS, fig. 43, *e*).

Habitat : Manche, Madère, golfe de Naples (des exemplaires de cette espèce, sur algues, venant de ce golfe, ont été mis à notre disposition par M. DE ST-JOSEPH ; ils lui avaient été adressés sous le nom de *Sp. Pagenstecheri*).

8. *Spirorbis Pagenstecheri* QUATREF. (13).

(Fig. 8, *a-b*).

Il est assez fréquent à la côte, sur les pierres, les *Purpura*, plus rare sur les algues et dans les *Lithothamnion* (cap de la Hague). C'est l'espèce qui, sous le nom inexact de *Sp. spirillum* a été étudiée par PAGENSTECHER (12). On en trouvera une excellente description dans LANGERHANS [5, p. 123, fig. 42]. Cet auteur l'a nettement différenciée de l'espèce précédente. Les crêtes longitudinales, existant généralement sur le tube, vont jusqu'à l'ouverture. L'opercule (fig. 8 *a*) est construit sur le même type que celui de *Sp. corrugatus* ; sa surface latérale reste transparente et très mince ; elle est formée d'une substance résistante, mais qui n'est certainement pas calcaire.

Les embryons, incubés dans l'opercule sont assez fortement colorés en orangé. La région hépatique du tube digestif est toujours colorée en violet. L'aileron crénelé des soies du 1^{er} sétigère (fig. 8 *b*) est toujours très peu marqué ; l'échancrure entre cet aileron et la serpe est souvent si petite qu'on a peine à distinguer les deux régions de la soie ; pourtant les dents de l'aileron sont moins fines que celles de la serpe qui le sont extrêmement.

Au 3^e sétigère, il y a des soies en faucille striée.

L'abdomen comprend de 8 à 12 sétigères ; les soies abdominales ventrales sont renflées à l'extrémité de la hampe.

Diamètre : $1 \frac{m}{m}$, $1/2$.

Habitat : Manche, Madère, Méditerranée [Cette, Naples, mer Noire]. Certains Spirorbes du golfe Persique nous ont paru devoir être rapportés à cette espèce ; mais leur mauvais état de conservation ne nous a pas permis une certitude.

9. *Spirorbis pusillus* DE ST-JOSEPH.

(Fig. D, p. 190).

M. DE ST-JOSEPH a décrit avec précision [*Mera pusilla* (14, p. 351, fig. 388-392)] cette espèce qu'il avait [trouvée sur des coquilles draguées (Arcachon, Dinard)]. Sa description ne laisse peut-être à désirer que sur deux points : l'opercule qui est trop rapidement étudié et les soies qu'il décrit et figure très nettement en faucille. Or, sur des préparations qu'il a eu l'obligeance de nous communiquer, les soies nous paraissent simplement géniculées.

De notre côté, à St-Vaast-la-Hougue, nous avons observé, sur des coquilles draguées, une petite espèce qui ne diffère pas de *Mera pusilla*. — D'après l'examen que nous en avons fait, elle nous paraît à peine distincte de *Sp. Pagenstecheri* ; ce n'en est peut-être qu'une variété. *Sp. pusillus* est plus petit ($1 \frac{m}{m}$ de diamètre au maximum). Le pigment hépatique est rouge au lieu d'être violet. La surface latérale de l'opercule entièrement développé paraît légèrement verruqueuse ; la surface supérieure est légèrement convexe et le centre, où s'insère le talon, est plus opaque (fig. D, p. 190). Les embryons ne sont pas pigmentés. Les soies ne diffèrent pas de celles de *Sp. Pagenstecheri*.

III. — S. - genre *Paralæospira* (1).

Spirorbes sénestres à 4 sétigères thoraciques. Soies du 1^{er} sétigère à aileron crénelé ; nombreuses soies en faucille striée au 3^e. Soies abdominales en cornet comprimé.

(1) De : παρά, λαίος, gauche, σπειρά, spirale.

10. *Spirorbis aggregatus* n. sp.(Fig. 9, *a-e*).

Nous créons cette espèce pour des *Spirorbis* rapportés par l'expédition française au cap Horn en 1883. Les individus, au lieu d'être fixés isolément sur un support, sont agglutinés les uns aux autres, de façon à constituer de petits blocs pouvant atteindre plusieurs centimètres cubes. Dans un pareil amas, les tubes inférieurs sont généralement vides, les supérieurs renferment seuls des animaux. Le tube est à enroulement sénestre ; il est en général porcellané, lisse et *d'un très petit calibre*. L'enroulement n'est pas plan, mais scalariforme ; le dernier tour atteint un diamètre de $1 \frac{m}{m}, 5$, mais il est quelquefois plus ou moins complètement déroulé.

L'animal est très long (1) et on compte jusqu'à 35 anneaux abdominaux. Il y a 7 rayons branchiaux. L'opercule (fig. 9 *a*) se compose d'une plaque terminale concave, à bords légèrement festonnés, et d'un talon cylindrique à peu près central. La surface externe de la plaque terminale, dans la partie où elle se raccorde avec le talon, est généralement verruqueuse. Les embryons sont incubés dans le tube.

Les soies du 1^{er} sétigère ont un aileron crénelé bien développé (fig. 9 *b*) ; la serpe est à dents fines ; l'échancrure est peu nette. Les soies en faucille striée du 3^e sétigère sont très nombreuses ; nous en avons compté jusqu'à 11. Les uncini des trois rangées de gauche ont de 30 à 35 μ sur $4 \mu \frac{1}{2}$; ceux des deux rangées de droite n'ont que 20 à 25 μ ; il y a de 25 à 30 uncini par tore à gauche, de 15 à 20 à droite.

Les soies abdominales (fig. 9 *c*) sont géniculées ; un examen minutieux révèle une structure « en cornet comprimé » rappelant celle des soies abdominales des *Pomatoceros*. Les uncini abdominaux des premiers sétigères ont 20 μ de long ; mais, plus en arrière, ils n'ont que 10 μ .

Habitat : Côte de Patagonie.

(1) Un exemplaire avait $9 \frac{m}{m}$, dont $1 \frac{m}{m}$ pour les branchies.

11. *Spirorbis Claparedei* n. sp.

(Fig. 10).

Cette petite espèce ($1^{\text{m/m}}$, 5 de diamètre chez l'adulte en général, exceptionnellement $2^{\text{m/m}}$ et $2^{\text{m/m}}, 1/4$) est fréquente sur diverses algues et aussi sur des *Modiolarca fuegensis* MAB. et ROCH. rapportées du cap Horn. Le tube très-mince est appliqué sur le substratum sans empatement ; il n'a ni crêtes, ni aspérités ; l'ombilic est très grand. L'aspect général rappelle tout à fait celui du tube de *Sp. borealis* var. *fuorum* (v. infra). Fréquemment, la dernière partie du tube se relève.

L'opercule (fig. 10) rappelle celui de l'espèce précédente. Mais la plaque concave n'est pas cannelée ; sa base n'est jamais verruqueuse (1) ; enfin le talon cylindrique s'insère toujours un peu obliquement ; il présente un léger étranglement à son insertion.

L'animal est très court et l'abdomen compte un petit nombre de sétigères. Il y a au 1^{er} sétigère 7 soies à aileron crénelé, très petites ; les dents de la serpe sont de moyenne grosseur ; il y a des soies en faucille striée au 3^{e} sétigère. Les uncini des 2^{e} et 3^{e} sétigères ont généralement 28μ de longueur à gauche sur 2μ d'épaisseur (un exemplaire de $2^{\text{m/m}}$ avait des uncini de 43μ).

La particularité intéressante de l'espèce consiste en ce que les exemplaires de $1^{\text{m/m}}$ et moins n'ont que deux rangées d'uncini au thorax, et pourtant on y trouve quelquefois des œufs déjà développés ; chez un individu de $1^{\text{m/m}}, 1/4$, il n'y avait encore que 4 ou 5 uncini au 4^{e} sétigère ; chez ceux de $1^{\text{m/m}}, 1/2$ ou $2^{\text{m/m}}$, (le tube renfermait des œufs pondus), le 4^{e} sétigère acquiert son armature complète (environ 15 uncini de 18μ de long). Le 3^{e} tore diffère donc toujours des précédents par le nombre et la taille de ses uncini.

Une quinzaine de sétigères abdominaux.

Habitat : Côte de Patagonie.

(1) Souvent la membrane latérale du rayon operculifère, au voisinage de son insertion à la plaque terminale, est bourrée de petits bâtonnets cylindriques de 10 ou 15μ de long sur 2μ d'épaisseur.

12. *Spirorbis Malardi* n. sp.(Fig. 11, *a-b*).

Nous avons trouvé cette espèce à St-Vaast-la-Hougue, sur des coquilles draguées et nous la dédions à M. E. MALARD, sous-directeur du Laboratoire.

Elle est de petite taille ; son diamètre atteint au maximum $1^m/m$. L'enroulement est sénestre, régulier et plan ; l'ombilic est petit ; le tube offre souvent des crêtes longitudinales ; il s'écrase facilement. Il y a 7 rayons branchiaux incolores, à barbule terminale longue et effilée. L'opercule (fig. 11, *a*) a la forme d'un entonnoir très régulier à partie inférieure plane et large.

Le 1^{er} sétigère porte de fortes soies (4 en général), à aileron crénelé (fig. 11 *b*), dont la serpe a des dents moyennes ; au 3^e sétigère, il y a des soies en faucille striée. Les uncini, étroits, ont une longueur de 28μ à gauche au thorax ; la troisième rangée est tout à fait comparable aux deux précédentes, et comme nombre d'uncini et comme taille de ces uncini. Il y a environ 10 anneaux abdominaux.

Habitat : St-Vaast-la-Hougue (Manche).

13. *Spirorbis patagonicus* n. sp.

(Fig. 12).

Nous avons trouvé des tubes de cette espèce sur des Nullipores récoltés par l'expédition du cap Horn, dans la baie Orange. Le tube est d'assez grande taille, irrégulièrement enroulé, souvent scalariforme, à tours non contigus, et il présente des stries transversales bien nettes ; il y a généralement une strie longitudinale médiane plus ou moins marquée. Le dernier tour a $1^m/m$, $1/2$ à $2^m/m$ de diamètre. Cette espèce a une légère tendance à former des agrégats ; mais elle diffère nettement de *Sp. aggregatus* en ce que le calibre du tube est plus gros.

L'opercule de l'adulte (fig. 12) a un talon qui prolonge l'entonnoir terminal ; ce talon est un peu oblique ; il est relativement plus fin chez les jeunes exemplaires. On a là une apparence qui rappelle l'opercule de *Sp. Malardi*. Mais il est impossible de confondre ces deux espèces, d'abord à cause de la différence de taille, et ensuite

à cause d'une grande disproportion dans les dimensions des soies du 1^{er} sétigère.

Chez un très jeune exemplaire de *Sp. patagonicus*, dont les uncini thoraciques ont 32 μ de longueur, et qui est comparable comme taille à un *Sp. Malardi*, les soies à aileron crénelé ont un calibre deux à trois fois plus petit que chez ce dernier ; et, à ce stade, il *n'existe pas encore d'uncini au 4^e thoracique*. Ces uncini atteignent chez l'adulte 60 μ aux 2^e et 3^e sétigères gauches, et 48 μ au 4^e ; l'épaisseur est de 2 μ , 5 ; les nombres respectifs sont 57, 90 et 50 ; le 3^e tore uncinigère thoracique devient donc comparable aux deux précédents. Les exemplaires adultes ont au 1^{er} sétigère des soies à peine aussi grosses que celles de *Sp. Malardi*. La forme de ces soies rappelle *Sp. Malardi* et *Sp. Claparedi* ; il y en a 6 ou 7 par rame.

Habitat : Côte de Patagonie.

14. *Spirorbis Lebruni* n. sp.

(Fig. 13).

L'expédition du cap Horn a rapporté de nombreux exemplaires de cette espèce : sur des piquants de *Goniocidaris canaliculata* A. Ag., sur des Lamellibranches, sur des pierres. Nous la dédions à M. LEBRUN, le voyageur du Muséum qui a fait partie de l'expédition de la *Romanche*.

Les tubes sont assez gros, scalariformes, en calcaire très épais et très dur, le dernier tour mesure 1 ^m/_m, 5 à 2, 5 d'ouverture ; les jeunes individus sont plus nettement enroulés dans un plan. Il existe souvent une strie longitudinale, située du côté concave de la spire.

L'opercule (fig. 13) est tout à fait caractéristique ; la plaque terminale est toujours très épaisse ; le plus souvent même c'est un tronc de cône ou un cône complet, et elle ressemble alors à un pain de sucre. Le talon est constant et assez massif ; il se termine par 2 ou 3 lobes courts et arrondis, nettement séparés les uns des autres par des dépressions longitudinales. Les soies du 1^{er} sétigère (11 à droite, 9 à gauche) sont à aileron crénelé ; l'aileron est peu développé ; il est terminé par de petites dents ; l'échancrure est très nette ; la serpe porte des dents assez fortes. Au 3^e sétigère, les soies sont disposées, suivant la règle, en deux rangées transversales : une première d'une douzaine limbées ; une deuxième d'une douzaine en faucille striée ; la partie striée est assez courte.

Les uncini sont longs et étroits. Aux trois sétigères thoraciques, sur un exemplaire, ils avaient respectivement, du côté gauche, 100 μ , 85 μ et 65 μ sur 3 μ d'épaisseur, et portaient 20 à 30 dents. Nous n'avons pu avoir d'abdomen en bon état. — Incubation des embryons dans le tube.

Habitat : Côte de Patagonie.

16. *Spirorbis Levinsemi* n. sp.

(Fig. 14).

Nous n'avons eu que quelques exemplaires de cette espèce rencontrée, en compagnie de *Sp. Lebruni*, sur une pierre venant de la baie Orange (Patagonie). Nous la dédions à M. LEVINSEN, qui, le premier, a fait connaître des Spirorbis à 4 sétigères thoraciques.

Nous n'avons trouvé aucun caractère différenciant le tube de ce spirorbe de celui du précédent, mais la distinction des deux espèces est facile grâce à l'opercule. Chez *Sp. Levinsemi*, il se compose uniquement d'une plaque terminale, assez mince, sensiblement plane, sur laquelle on distingue, plus ou moins excentriquement, une cicatrice qui correspond probablement à un talon ; celui-ci fait toujours défaut. L'incubation des embryons a lieu très vraisemblablement dans le tube ; pourtant, étant donnée la structure de l'opercule, il nous reste quelques doutes.

L'opercule manque souvent chez les exemplaires extraits des tubes, et il est nécessaire de bien préciser les autres différences avec *Sp. Lebruni*.

Les soies à aileron crénelé (7 à gauche, 9 à droite) ont les dents de la serpe à peu près de même grosseur que chez *Sp. Lebruni* ; mais l'aileron est beaucoup plus net ; il porte, entre autres, deux paires de grosses dents très développées.

Les uncini, de même largeur que chez *Sp. Lebruni*, sont plus courts. Chez un exemplaire, au thorax, ils avaient respectivement, du côté gauche, 48, 50 et 40 μ et de 10 à 15 dents ; les uncini du 2^e sétigère droit avaient une longueur de 23 μ .

Les soies de l'abdomen sont nettement en cornet comprimé. En résumé, cette espèce se rapproche surtout de *Sp. Claparedei* ; c'est un *Sp. Claparedei* de grande taille, ayant perdu le petit talon de l'opercule, avec 3^e tore uncinigère gauche constant et bien développé.

Habitat : Côte de Patagonie.

§ IV. — S. - genres **Romanchella** et **Leodora**.16. **Spirorbis (Romanchella) Perrieri** n. sp.(Fig. 15, *a-c*, 16 *a-b*, 17).

Sous ce nom, nous groupons des Spirorbis du cap Horn dont on serait tenté de faire plusieurs espèces. N'ayant pu trouver de caractère fixe pour séparer les variétés ci-dessous énumérées, nous préférons les laisser réunies sous un nom collectif. La valeur du mot *espèce* est d'ailleurs subjective. Il suffit de préciser les affinités des groupements établis, quelle que soit la rubrique sous laquelle on les range.

Var. α. — Nous l'avons rencontrée d'abord sur des oursins (*Echinus margaritaceus*, *Goniocidaris* sp.) dragués par 80 brasses, au cap Blanco (Patagonie occidentale) et appartenant à la Faculté des Sciences de Lyon. Nous l'avons observée aussi parmi les matériaux de la mission du cap Horn, sur des piquants de *Goniocidaris canaliculata*, A. Ag.

Le tube a de 1 à 2 $\frac{m}{m}$ de diamètre ; il a une section assez régulièrement circulaire, un enroulement plan ou légèrement scalariforme ; il y a quelquefois indication de crêtes longitudinales et généralement la bande inféro-externe de la spire est régulièrement ponctuée par une ligne d'anfractuosités.

L'opercule (fig. 17) se compose d'une plaque mince, elliptique, peu concave. Le talon est long, solide et aplati en une lame qui est fendue à l'extrémité, suivant son plan de symétrie ; elle porte sur ses bords latéraux des tubercules, dont une paire est plus développée. Le talon, chez les individus jeunes, a souvent une forme qui rappelle celui de la var. γ dessiné fig. 16 *b*. Les soies du premier sétigère n'ont pas d'aileron crénelé ; au troisième sétigère, il y a des soies en faucille striée parfaitement nettes. L'abdomen se compose d'un assez petit nombre de segments. Les œufs sont pondus dans le tube.

Var. β. — Très abondante sur des algues draguées dans la baie Orange (Patagonie) ; quelques exemplaires isolés sur des *Pecten*, des *Flustres*, des piquants de *Goniocidaris canaliculata* A. Ag. de même provenance.

Le tube est très constant de forme et d'ornements. Il est plan, empâte le support ; son diamètre est de $1^m/m$, 5 à $2^m/m$, 5 ; il présente quatre crêtes longitudinales séparées par des lignes d'anfractuosités. L'opercule (fig. 15, *a-b*) se distingue de celui de la variété α en ce que la plaque terminale, au lieu d'être mince, est épaisse et se décompose en une série de quatre ou cinq feuillettes, qui ont l'aspect de lames de clivage et forment d'ailleurs un ensemble extrêmement cohérent. Le talon ne se distingue pas de celui de la variété α .

Les embryons sont incubés dans le tube.

Les soies du premier sétigère (fig. 15 *c*) sont simplement limbées, de petite taille, et peu nombreuses (3-4 à gauche ; 5-6 à droite). Les rames dorsales des 2^e et 3^e sétigères comprennent un bien plus grand nombre de soies ; au 3^e on en compte six en faucille striée. Sur un exemplaire adulte, nous notons, pour les uncini, les nombres et dimensions ci-dessous :

2 ^e sétigère..	30	}	à droite ;	50	}	47 μ à gauche.
3 ^e sétigère..	26		à droite ;	50		

Épaisseur : 2 μ à 2 μ , 5.

12 segments abdominaux environ.

Var. γ . — En grande abondance sur des Laminaires et des *Modiolarca fuegensis* MAB. et ROCH. rapportées par la Mission Française au cap Horn.

Tube de $2^m/m$ de diamètre, à enroulement plan ; offrant une crête bien développée et une ligne d'anfractuosités sur le bord externe de la spire. D'autres tubes atteignent $3^m/m$ et présentent 2 ou 3 crêtes. Les soies sont comme dans la variété β , mais les uncini nous ont paru un peu plus épais (3 μ -3 μ , 5) pour une même hauteur.

L'opercule (fig. 16, *a-b*) a un talon voisin de celui des variétés α et β ; mais il est plus large et un peu plus court ; les tubérosités latérales paraissent aussi plus nombreuses ; mais ce qui distingue cette variété, c'est qu'au lieu d'un opercule unique, on en observe quatre ou même cinq emboîtés l'un dans l'autre ; les plaques terminales sont plus elliptiques et plus évasées que dans les cas précédents.

À côté de ces exemplaires, nous en trouvons qui atteignent respectivement $4^m/m$ et $5^m/m$, les premiers à tube très épais, dépourvus de crêtes longitudinales et à ombilic presque nul, les seconds avec deux crêtes du côté concave de la spire. L'opercule de ces gros échantillons est toujours unique (comme celui des très jeunes

individus qu'on trouve à côté d'eux). Les uncini atteignent et dépassent la hauteur de 100 μ .

Nous avons d'abord fait des trois variétés, α , β , γ , trois espèces se distinguant par l'opercule. Mais les individus de grande taille et à opercule simple, que nous ne croyons pas devoir séparer de la variété γ rendent cette distinction difficile. Nous considérons tous ces Spirorbes, qui proviennent d'une même région, qui, par leurs soies, le talon de l'opercule, etc., sont si uniformes, comme un ensemble où se différencie peut-être des espèces encore mal caractérisées à l'époque actuelle. Des faits observés, il nous semble résulter qu'il y a une série de mués de l'opercule ; mais ce phénomène paraît limité à la période moyenne de la vie des individus. Nous ne voulons pas trancher ces questions d'une façon plus absolue. Avec des matériaux plus abondants, observés vivants si possible, on pourra probablement les résoudre.

Quoiqu'il en soit, ces diverses formes ont en commun beaucoup de caractères et notamment *l'absence d'aileron crénelé aux soies du premier sétigère*. Par là elles s'isolent par rapport aux autres Spirorbes sénestres. C'est ce qui nous détermine à créer pour elles un sous genre *Romanchella* (1).

Habitat : Côte de Patagonie.

17. *Spirorbis verruca* FABR.

D'après la description de LEVENSEN, *Sp. verruca* paraît devoir se placer ici et par conséquent appartenir au s. g. *Romanchella*. Mais cette espèce n'est pas suffisamment connue pour qu'il soit possible de préciser. Les tubes que nous a adressés M. LEVENSEN étaient vides. Ils portaient, il est vrai, d'autres Spirorbes plus petits, de tube absolument identique, mais ayant des soies à aileron crénelé au 1^{er} sétigère, et appartenant très probablement à une autre espèce (c'étaient des *Sp. granulatus* L. var. *affinis* LEV.).

Les gros tubes rappelaient ceux de $4^m/m$ de la var. γ de *Sp. Perrieri*, par l'absence de stries longitudinales. Mais l'espèce de FABRICIUS est certainement différente de *Sp. Perrieri* : elle a 12 branchies (LEVENSEN), tandis que les plus gros exemplaires de *Sp. Perrieri* n'en ont que 7. *Sp. verruca* serait à réétudier pour qu'on pût déterminer si sa place est bien dans le s. g. *Romanchella*.

(1) La *Romanche* est le navire français qui porta la Mission au Cap Horn.

18. *Spirorbis lœvis* QTRFG.

Nous ne parlons de cette espèce que d'après CLARAPÈDE (3). Nous avons tiré de cet auteur les renseignements qui figurent dans le tableau général. L'opercule, dessiné déjà par DE QUATREFAGES (13, Pl. xv, fig. 26), n'est pas décrit avec précision; il doit se rapprocher de celui de *Sp. Pagenstecheri*. Par les caractères de ses soies, *Sp. lœvis* se rapprocherait de *Sp. verruca*, et de *Sp. Perrieri*. Mais ce n'est là probablement qu'une analogie accidentelle et cette forme paraît assez isolée. Elle ne fait vraisemblablement pas partie du s. g. *Romanchella* et si des études ultérieures conduisent à en faire le type d'un sous-genre, le nom de *Leodora*, proposé par DE ST-JOSEPH, devra être choisi.

Habitat : Golfe de Gascogne (Guethary), golfe de Naples.

V. — S.-Genre *Læospira*.

Trois sétigères thoraciques. Soies du 1^{er} sétigère à aileron crénelé; soies en faucille striée au 3^e sétigère. Test est opaque.

19. *Spirorbis borealis* DAUDIN.

(Fig. 18, a-e).

Cette espèce est certainement contenue dans la *Serpula spirorbis* de LINNÉ. C'est une des plus communes et des mieux identifiées par les auteurs. Elle est, de beaucoup, la plus abondante sur les algues (*Fucus*, *Laminaria*) à la côte. Sa synonymie et sa description complètes se trouvent dans DE ST-JOSEPH (14, p. 345-350, fig. 381-386). Nous avons constaté sur elle un certain polymorphisme, soit dans le tube, soit dans l'opercule. Les individus qui sont fixés sur les pierres ont un ombilic en général plus petit et l'enroulement est moins régulier que sur les exemplaires des algues (1). L'opercule a,

(1) Ces deux variétés de tubes offraient, d'ailleurs rarement, une strie longitudinale. Chez les exemplaires de *Sp. granulatus* var. *tridentatus* Lev. du Musée de Copenhague, que nous avons reconnu être des *Sp. borealis*, il y a régulièrement 3 stries longitudinales.

sur ces derniers, le plus souvent, une forme rappelant de très près celle que nous avons figurée pour *Sp. armoricanus* (fig. 5 *a*), tandis que, chez les exemplaires fixés sur les pierres, le talon est plus développé et son extrémité inférieure est dilatée en une saillie, généralement munie d'une ou de plusieurs échancrures (fig. 18 *a*); cette dilatation est séparée de la lame terminale par une partie plus étroite ou gorge (fig. 18 *b*). Sur des individus jeunes, les deux parties qui comprennent la gorge sont souvent également développées et l'ensemble a la forme d'un bouton de manchette. — 9 branchies chez les jeunes, 10 chez les adultes. — La serpe des soies à aileron crénelé (fig. 18 *c* et *c'*) du 1^{er} sétigère a des dents très peu marquées; la forme est un peu variable. Il y a des soies en faucille striée au 3^e sétigère (fig. 18 *d*). Les uncini, à gauche, atteignent une longueur de 50 μ . Le pigment du tube digestif, dans la région hépatique, est bleu indigo. L'abdomen compte de 20 à 35 sétigères. Les soies abdominales (fig. 18 *e*) sont nettement géniculées.

Habitat : Atlantique, Manche, toutes les mers septentrionales.

20. *Spirorbis mediterraneus* n. sp.

(Fig. 19, *a-c*).

Nous créons cette espèce pour quelques exemplaires de *Spirorbis* trouvés sur des tubes de *Serpules* qui nous ont été rapportés de la Ciotat par M. KOEHLER. Le tube est de petite taille (1 ^m/_m de diamètre); l'enroulement est plan; l'ombilic petit; il y a généralement des crêtes longitudinales sur la face supérieure de la spire et la face inférieure empâte le substratum. Le tube est assez fragile.

L'opercule (fig. 19 *a*) est formé d'une plaque concave se reliant graduellement à un talon assez large et dilaté dans sa portion terminale, qui forme trois expansions mousses à 120° l'une de l'autre. Cet opercule n'est donc pas très différent de celui de *Spirorbis borealis*. Les soies du 1^{er} sétigère (fig. 19 *b*) ont un aileron très accusé et une serpe garnie de stries profondes, ce qui n'est pas le cas chez les *Sp. borealis*. Au 3^e sétigère, il y a des soies en faucille striée. L'abdomen compte de 15 à 20 sétigères. L'espèce est probablement très pigmentée, car les soies du 1^{er} sétigère, malgré leur séjour dans l'alcool, sont encore colorées en jaune. En résumé, *Sp. mediterraneus* est une forme vicariante de *Sp. borealis*.

Habitat : Méditerranée.

21. *Spirorbis cornu-arietis* (PHILIPPI) MAR. et BOBRETZKY.(Fig. 20, *a-b*).

Cette espèce est commune à la côte, dans la Manche, sur les pierres et sur les *Lithothamnion polymorphum*. MARION et BOBRETZKY (9, p. 99, fig. 27) ont donné d'elle une bonne description et d'excellentes figures ; nous y renvoyons. Notons seulement que, contrairement à l'assertion des deux auteurs, nous avons nettement trouvé, au 3^e sétigère thoracique, des soies en faucille striée. Les soies du 1^{er} sétigère (fig. 20 *b*) ont un aileron crénelé et une serpe à stries très profondes. L'opercule (fig. 20 *a*) se compose d'une plaque terminale en entonnoir profond, et d'un talon rappelant un peu la forme d'une surface hélicoïdale. Son pourtour dessine des dents obtuses, dont quelques-unes *font saillie* à l'extérieur le long de la tige de l'opercule (fig. 20 *a* et aussi MARION et BOBRETZKY, fig. 27, *A* et *B*). La base de la branchie et la membrane thoracique sont souvent pigmentées en rouge. Les branchies, au nombre de 10, sont très exactement figurées par MARION et BOBRETZKY.

Quand l'opercule est enlevé, il est presque impossible de distinguer cette espèce de *Sp. militaris* CLPDE.

Habitat : Manche, Méditerranée.

22. *Spirorbis Beneti* MARION.

(Fig. 21).

MARION a décrit (10, p. 29-31, fig. 8) cette espèce avec beaucoup de précision. Mais dans sa description, rien ne permet de décider si la spire est dextre ou sénestre. Nous avons vérifié qu'elle était sénestre, sur un individu que M. MARION a eu l'amabilité de nous envoyer.

C'est une forme très voisine de *Sp. cornu-arietis*. Au 3^e sétigère, il y a des soies spéciales (MARION, fig. 8, *d*) qui ne seraient pas recourbées en faucille ; cela peut tenir à une flexion momentanée de l'extrémité. L'opercule (nous avons reproduit fig. 21 une des figures de MARION) est transparent et de forme très caractéristique ; le talon est une longue lame, pourvue sur sa ligne médiane d'une forte crête qui porte elle même trois dents longues et arquées.

Habitat : Cette espèce a été trouvée au large de Marseille sur les cirres d'*Antedon phalangium* MÜLLER.

23. *Spirorbis Kœhleri* n. sp.

(Fig. 23, *a-d*).

Trouvé sur des Bryozoaires dragués à la Ciotat par M. KœHLER. Le *tube*, sénestre et fragile, ne dépasse pas $1^m/m$, 5 de diamètre ; il présente des crêtes longitudinales et quelques épines peu saillantes. L'ombilic est petit. L'*opercule* (fig. 23 *a*) est composé de deux ou trois opercules élémentaires superposés ; chacun d'eux est formé par une plaque terminale légèrement concave et un talon s'insérant à la périphérie de la plaque ; ce talon est renforcé suivant son axe de symétrie et plus mince de part et d'autre de l'axe ; il est d'autant plus développé que les plaques sont plus récentes. Chaque plaque (fig. 23, *b*, 23 *c*) présente, à l'endroit d'où part l'axe du talon, une cavité en forme de boutonnière (*o*, fig. 23 *b*) où vient se loger l'extrémité du talon de la plaque supérieure ; les divers opercules élémentaires sont donc assez solidement liés les uns aux autres. Sous la dernière plaque formée (la proximale), chez l'adulte, s'est développé un sac calcaire, dans lequel sont incubés les embryons. Nous n'avons malheureusement pas pu disposer d'un nombre suffisant d'exemplaires, pour étudier cette disposition en détail ; nous pouvons cependant affirmer que l'incubation a lieu sous l'opercule.

Il y a 3 anneaux sétigères au thorax et environ 12 anneaux à l'abdomen. Au 1^{er} sétigère thoracique, les soies (fig. 23 *d*) offrent un aileron crénelé peu nettement séparé de la serpe ; les stries de celle-ci sont fines. Il y a des soies en faucille striée au 3^e sétigère.

Habitat : Méditerranée.

24. *Spirorbis Bernardi* n. sp.

(Fig. 23).

Trouvé sur les piquants d'un *Cidaris metularia* LAM. (collection du Muséum). Origine probable : Océan Indien.

Cette espèce est voisine de la précédente ; les soies des divers anneaux ont les mêmes caractères. Les différences sont dans l'opercule. Il est aussi composé (fig. 24 *a*) de 3 ou 4 plaques concaves superposées, munies chacune d'un talon ; mais elles ne s'articulent

pas les unes avec les autres, au moyen de boutonnières, comme dans l'espèce précédente ; elles sont seulement emboîtées. De plus, comme le montre la fig. 24 *b*, les opercules élémentaires ont une forme très nettement distincte ; chacun offre, dans la partie où le talon se raccorde avec la plaque terminale, un bourrelet fortement saillant. Le talon est plus petit et est aplati. Au-dessous de cet opercule, il s'est formé un sac calcaire, assez volumineux, à paroi criblée de pores, dans lequel sont incubés les embryons (fig. 24 *a* et s. fig. B. et C. page 190).

Les uncini thoraciques de gauche ont 45 μ de longueur sur 2 μ d'épaisseur.

25. *Spirorbis militaris* CLPDE.

(Fig. 25, *a-c*).

Cette espèce, de grande taille, est assez commune dans la Manche, à la côte, sur les pierres et dans les *Lithothamnion* : son tube est alors souvent encroûté par l'algue calcaire ; on ne distingue que l'ouverture exactement circulaire. L'extrémité du tube est presque toujours redressée. Cette espèce est certainement identique à la *Pileolaria militaris* CLPDE (CLAPARÈDE, 2, Pl XVI, fig. 5).

L'animal est fortement pigmenté en rouge, même sur sa membrane thoracique et sa branchie. L'axe des rayons branchiaux est très gros (cf. *S. cornu-arietis*, Pl. XII, fig. 27 de MARION et BOBRETZKY) ; mais la barbule terminale est longue et fine. La forme de l'opercule (fig. 25 *a*) a été très justement comparée par CLAPARÈDE à un bonnet de police. La surface terminale convexe est garnie sur son pourtour de hautes crêtes dentées, découpées en dents élégantes, nombreuses surtout du côté dorsal ; on trouve même quelquefois, comme cela a lieu dans l'exemplaire figuré, une rangée de denticulations supplémentaires. Les faces latérales de l'opercule constituent un cylindre fortement évidé du côté dorsal et, au contraire, à paroi pleine du côté ventral. Ce cylindre n'est autre chose que le talon operculaire. Celui-ci formait déjà une surface concave vers l'intérieur du rayon operculifère chez *Sp. Bernardi* et *Sp. Kœhleri* ; il devient ici un véritable cylindre. Sous la calotte formée par l'ensemble de l'opercule, a lieu l'incubation des embryons. La différenciation de l'opercule en sac incubateur se fait ici, sans adjonction de pièces nouvelles,

par un processus distinct de celui que nous avons trouvé chez *Sp. Pagenstecheri* et les espèces voisines. Nous reverrons plus loin un cas très voisin de celui de *Sp. militaris* chez *Sp. granulatus*.

SALENSKY (15), qui a étudié avec détails le développement de cette espèce, dit (p. 182) que, sur les larves venant de se fixer, l'opercule nouvellement formé « se constitue d'une tige et d'un couvercle ; seulement la plaque est concave au lieu d'être convexe ». Donc, à ce stade, l'opercule de *Sp. militaris* rentre dans le schéma général.

Les soies du 1^{er} sétigère (fig. 25 b), nettement colorées en jaune, sont fortes et peu nombreuses (4 ou 5) ; leur aileron crénelé est bien développé et les stries de la serpe sont très profondes.

Il y a, au 3^e sétigère, 2 ou rarement 4 soies en faucille striée difficiles à apercevoir. Les uncini du thorax (fig. 25 c) portent 10 à 15 dents relativement bien développées. Il y a une vingtaine d'anneaux abdominaux. Ils ont, du côté droit, de 40 à 50 μ de longueur.

L'espèce que LANGERHANS (5, p. 123, fig. 41) décrit sous le nom de *Sp. granulatus* (L.) JOHNSTON, et dont M. DE MARENZELLER nous a envoyé une préparation, est voisine de *Sp. militaris*. Elle n'a pas de soies en faucille striée au 3^e sétigère : LANGERHANS, qui les connaissait bien, ne les a pas trouvées et nous n'avons pas été plus heureux sur les trois exemplaires que nous avons examinés. L'opercule est un peu différent ; le dôme terminal porte des aspérités moins nombreuses et moins pointues : nous n'avons pas pu nous rendre compte de la forme des parois latérales. Tous les autres détails d'organisation concordent si bien que nous n'hésitons pas à considérer l'espèce de LANGERHANS comme une simple variété de *Sp. militaris*. Nous réservons le nom spécifique *granulatus* pour l'espèce suivante, voisine, mais très nettement distincte de celle de CLAPARÈDE et LANGERHANS.

Habitat : Manche, Madère, Naples.

26. — *Spirorbis granulatus* LINNÉ (nec LANGERHANS).
(nec FABRICIUS).

[*S. granulatus* ; *S. carinatus* ; *S. affinis* de LEVINSEN.]

(Fig. 26).

LEVINSEN (7, p. 209) avait d'abord séparé les trois espèces *granulatus* L., *carinatus* MONT. et *affinis* n. en se basant sur l'aspect du tube ; mais il émettait déjà des doutes sur leur validité ; en

1886 (8, p. 300), il a reconnu que *S. affinis* était une variété de *Sp. carinatus* ; et il a vu depuis (*in litteris*) que les trois espèces n'en faisaient qu'une. Nous nous rangeons à son avis (1).

L'espèce *granulatus*, telle que nous la concevons, a un tube de 2 à 3^m/_m de diamètre, très variable comme striation (voir LEVINSEN, 7, pl. 3, fig. 7, 8 et 9). L'opercule incube les embryons ; il ressemble beaucoup à celui de *Sp. militaris* CLPDE : la plaque terminale, est en forme de dôme convexe ; le talon est transformé en une surface cylindrique courte d'un côté, très longue du côté opposé et légèrement fendue à son extrémité inférieure (fig. 26).

Au 1^{er} sétigère, il y a des soies à aileron crénelé semblables à celles de *Sp. borealis* : aileron bien développé, échancrure très forte, serpe à dents fines (LEVINSEN, 7, fig. 8) ; soies en faucille striée au 3^e sétigère.

Les uncini thoraciques sont bien développés ; ils atteignent 70 μ à droite, 45 μ à gauche, sur 4 μ d'épaisseur. Il y a une vingtaine d'anneaux abdominaux.

Habitat : Groënland, Islande, Nouvelle-Zemble ; substratums variés.

Exemplaires communiqués par M. LEVINSEN.

27. *Spirorbis Langerhansi* n. sp.

(Fig. 22).

Trouvé sur les piquants d'un *Cidaris Thouarsi* provenant de Panama (collection de la Faculté des Sciences de Lyon). Ce Spirorbe a un tube sénestre, à paroi assez épaisse, et de section plus ou moins quadrangulaire. Il offre des stries d'accroissement fines et serrées et fréquemment des crêtes longitudinales. L'opercule, en calcaire extrêmement poreux, à la forme d'un cône assez régulier, dont la base, située à l'extrémité distale, est légèrement convexe (fig. 22). Les embryons sont incubés à l'intérieur de l'opercule. Dans les exemplaires que nous avons eus sous les yeux, nous n'avons pas trouvé trace de talon : peut-être faut-il considérer cet opercule comme une formation secondaire comparable au sac incubateur de *Sp. Bernardi*, et précédée, dans l'ontogénie, par un opercule conforme au schéma général.

Les soies du 1^{er} sétigère ont un aileron crénelé bien développé et une serpe bien dentée à la base. Au 3^e sétigère, les soies sont peu nombreuses et, parmi elles, il y a quelques soies en faucille striée.

Habitat : Panama.

28. *Spirorbis Mörchi* LEV.

La caractéristique que LEVINSEN (7, p. 208) a donnée de cette espèce est insuffisante, car elle ne nous permet pas de la classer ni de la différencier. Le Musée de Copenhague n'en possède que des tubes vides et un exemplaire incomplet sans opercule. Par la forme et les dimensions du tube, les caractères et la coloration de l'animal, l'espèce paraît voisine de *Sp. militaris* et *Sp. cornu-arietis* ; elle est néanmoins distincte, croyons-nous, les soies à aileron crénelé du 1^{er} sétigère étant en nombre au moins double. L'étude de l'opercule s'impose.

Habitat : « in Pectine islandico e Groenlandia et Islandia » (LEVINSEN).

Exemplaires communiqués par M. LEVINSEN.

III. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

De l'étude des espèces, nous croyons pouvoir déduire un certain nombre de résultats d'ordre général.

§ 1. Position des *Spirorbis* dans les Serpuliens.

Il nous semble, et nous en développerons ailleurs les raisons, que, dans la famille des *Serpulidae*, la région thoracique est d'autant plus réduite que l'évolution des formes a été poussée plus loin. Cette réduction atteint son maximum dans le genre *Spirorbis*, où le thorax n'a que 3 ou 4 anneaux sétigères. Le groupe des *Spirorbis* se trouve ainsi nettement isolé de tous les autres Serpuliens à tube calcaire : ceux-ci ont en effet généralement 7 sétigères thoraciques ; ce nombre

descend à 6 chez *Hyalopomatus* MAR. et *Ditrupa* BERK. (1), à 5 dans des cas individuels, chez quelques espèces de Salmacines, et régulièrement chez *Josephella Marenzelleri* nobis (1).

Considérons maintenant des genres, tels que *Serpula*, où le tube décrit des courbes irrégulières (2); nous y voyons, chez une même espèce, l'opercule porté par un rayon de la branchie situé, tantôt à droite, tantôt à gauche. Au contraire, chez *Spirorbis*, l'enroulement du tube en spirale devient régulier; le sens de cet enroulement est fixe chez une espèce donnée et l'opercule a aussi une position fixe: il termine le 2^e rayon branchial, à droite chez les espèces dextres, à gauche chez les espèces sénestres. Il y a donc, chez *Spirorbis*, fixation d'une particularité ailleurs variable, ce qui est un caractère de différenciation plus complète. Nous voyons en même temps la position de l'opercule en relation avec le sens de l'enroulement du tube.

§ 2. Les Spirorbis sont asymétriques.

En examinant avec soin les diverses espèces, nous avons constaté que chez toutes, l'anatomie est profondément influencée par cette dernière donnée. Il y a, chez tous les *Spirorbis*, asymétrie très marquée des anneaux, au thorax et à l'abdomen; les uncini sont plus nombreux et plus grands du côté concave du corps (appliqué contre le bord interne de la spire). Un fait de cet ordre, et le plus saillant peut-être, est l'existence d'un 4^e anneau thoracique représenté, à gauche seulement, chez quelques espèces sénestres, à droite seulement, chez quelques espèces dextres; c'est-à-dire dans tous les cas, seulement du côté concave du corps.

Un autre fait n'est pas moins net. Chez toutes les espèces où nous avons pu étudier complètement l'abdomen, le nombre des rangées d'uncini est plus considérable du côté concave que du côté convexe. Donc, de ce côté, on trouve un plus grand nombre d'anneaux abdominaux représentés par des soies. Il faut se rappeler que chez

(1) Le genre *Placostegus* PHIL. appartient aux types à 7 sétigères thoraciques: le 1^{er} a perdu ses soies.

(2) On trouve des cas où, sur un même individu, le tube s'enroule successivement dans le sens dextre et dans le sens sénestre.

Spirorbis, le thorax est séparé de l'abdomen par une région achète; c'est dans cette région, vers son extrémité postérieure, qu'il existe du côté concave du corps des rangées de soies absentes du côté opposé. La différence entre les nombres de rangées des deux côtés monte quelquefois jusqu'à 4.

Voici quelques nombres à l'appui de ces considérations (on en trouvera beaucoup d'autres dans la partie taxonomique de ce travail):

	Hauteur maxima, en μ , des uncini thoraciques		Nombre d'uncini aux tores thoraciques			
	Côté concave	Côté convexe	Côté concave		Côté convexe	
			2 ^e sét.	3 ^e sét.	2 ^e sét.	3 ^e sét.
<i>S. Pugenstecheri</i>	34	27	28	35	28	28
id.			27	36	18	29
<i>S. aggregatus</i>	29	20	17	34	15	13

Ainsi tout l'appareil uncinigère est plus développé du côté du corps qui s'applique contre la face interne de la spire.

Or, observons un *Spirorbis*, au moment où il sort de son tube; c'est la face dorsale qui est tournée vers la partie du tube appliquée contre le support; la face ventrale regarde le côté libre du tube. C'est en s'appuyant sur les uncini situés du côté interne de la spire que l'animal se déplace. Les parapodes situés de ce côté jouent donc un rôle plus actif dans la progression, et en conséquence ils se sont développés davantage ou ont été moins éprouvés par les régressions qui ont eu pour siège la région séparant le thorax de l'abdomen. La musculature est beaucoup plus développée tout le long du corps, du côté concave et pour la même raison. Au contraire, les soies du 1^{er} sétigère sont toujours moins nombreuses du côté concave que du côté convexe (1 ou 2 en moins): ce sont évidemment pour l'animal des armes offensives et il est certain que, du côté convexe, leur action est moins gênée que du côté concave (1).

(1) Les viscères ont été rejetés du côté convexe; cela est particulièrement net pour l'ovaire: les ovules, en voie de maturation, sont toujours de ce côté du corps. La partie du tube digestif appelée « estomac » fait également hernie du côté convexe.

NOTA. — M. PERRIER a eu l'amabilité de présenter de notre part à l'Académie des Sciences, une note préliminaire où nous résumions les résultats généraux de notre travail (CAULLERY et MESNIL : *Sur les Spirorbes, asymétrie de ces Annélides et enchaînement phylogénique des espèces du genre*. C. R., T. CXXIV, 4 janvier 1897, p. 48-50). Il a développé à ce sujet quelques considérations (Ibid., p. 50-51) sur lesquelles nous croyons devoir nous expliquer ici ; les divergences qui semblent exister entre son opinion et la nôtre sont très légères, n'existent même peut-être pas au fond, et tiennent à la rédaction trop concise que nous avons adoptée. Nous pensons en effet, avec M. PERRIER, que l'enroulement spiral du tube chez les Spirorbes est la conséquence d'une asymétrie préexistante chez la larve et qu'elle est une manifestation plus accentuée de celle que l'on trouve dans d'autres Serpuliens (notre mémoire écrit en novembre dernier interprète ainsi la phylogénie des Spirorbes). Nous ne pouvons d'ailleurs préciser pour le moment quand ni pourquoi cette asymétrie a apparue. Est-ce, par exemple, une adaptation à des supports exigus qui a provoqué au début l'enroulement spiral du tube ? A-t-il surgi subitement des larves asymétriques, sécrétant en conséquence un tube spiral et formant la souche du genre *Spirorbis* ? On est presque toujours ramené à une alternative analogue et aussi peu accessible à l'investigation, dans les problèmes de phylogénie. Mais toutes les particularités d'asymétrie, que nous signalons ne relèvent pas de cette période que nous pouvons appeler *primitive*. Nous y rapporterions la forme du tube et peut-être la fixité de la position de l'opercule. Toutes les autres nous paraissent postérieures ; nous remarquons qu'elles ont pour résultat de faciliter les mouvements de l'animal ; la doctrine de LAMARCK nous semble fournir d'elles l'explication la plus plausible et en tout cas la plus tangible. Le genre Spirorbe s'étant formé avec son tube spiral, par suite des mouvements que l'animal devait exécuter dans ce tube, les organes directement ou indirectement liés à la locomotion se sont hypertrophiés du côté concave. Ainsi se sont réalisées des dispositions d'asymétrie d'une période *secondaire* ; ce sont celles qui nous semblent les plus intéressantes au point de vue de la théorie de l'évolution, celles dont on peut le mieux connaître le déterminisme ; celles sur lesquelles nous avons voulu appeler surtout l'attention. Or c'est à une distinction analogue qu'arrive M. EDM. PERRIER. Nous ajouterons qu'en somme l'asymétrie des Pagures correspond tout

entière à la période secondaire de celle des Spirorbes, et qu'au contraire celle des Gastéropodes correspond à la période primitive. Si d'ailleurs Spirorbes et Gastéropodes sont tous deux asymétriques et ont tous deux un test spiralé, il ne saurait être question entre eux, ainsi que M. PERRIER le fait remarquer, que de ressemblances par convergence.

§ 3. Phylogénie des espèces.

Ainsi donc, l'anatomie des Spirorbes est très nettement modifiée par leur habitat dans un tube spiral. Cette circonstance a provoqué une adaptation spéciale de tout le corps ; l'asymétrie qui en résulte est un des traits dominants de l'organisation générale. Nous croyons donc très naturel de supposer que l'établissement de cette asymétrie a été un des stades initiaux dans la différenciation des espèces à l'intérieur du genre. Il a dû se former des séries, dextres et sénestres, parallèles, mais indépendantes. Si donc, nous cherchons à reconstituer la filiation des espèces actuelles, nous séparerons d'abord les espèces dextres des espèces sénestres. Sans faire valoir les considérations précédentes, LEVINSÉN avait déjà pris ce caractère pour base de sa classification.

Avant d'aller plus loin dans l'étude de l'évolution des Spirorbes, nous devons nous demander si la quatrième armature uncinigère thoracique qui existe du côté concave de l'animal, chez un certain nombre d'espèces, est le reste d'un quatrième anneau possédé par les ancêtres immédiats des formes actuelles, ou bien si c'est une acquisition nouvelle.

La place des Spirorbes, parmi les Serpuliens, indique nettement qu'ils dérivent de formes munies d'un plus grand nombre d'anneaux thoraciques sétigères ; il semble donc naturel d'admettre que la quatrième armature thoracique est le reste de l'état qui a précédé celui réalisé chez la plupart des formes actuelles (3 sétigères thoraciques).

Nous pouvons donc imaginer un *Prospirorbis* à 4 sétigères thoraciques, chez lequel se manifestent simultanément deux tendances : réduction du nombre des anneaux thoraciques et

Prospirorbis dérive certainement de formes qui possédaient plus de trois sétigères thoraciques. On pourrait donc considérer la quatrième armature thoracique comme la réapparition d'un caractère ancestral amenée par l'adaptation à un tube spiral. Mais cette explication n'est pas non plus très satisfaisante. Nous admettons volontiers avec DOLLO que l'évolution n'est pas régressive. Une formation perdue ne se réacquiert pas ; c'est un organe nouveau qui est créé par la fonction nouvelle. Si donc nous tenons compte du mode d'apparition du quatrième sétigère thoracique chez *Sp. Claparedei*, nous inclinons à y voir un anneau nouveau intercalaire. Et les Spirorbes nous offriraient un cas où le déterminisme de l'apparition d'un tel anneau serait tout à fait tangible.

En résumé, les deux hypothèses possibles sur le nombre d'anneaux sétigères du thorax nous apparaissent avec un degré égal de probabilité, et nous avons tenu à en bien montrer le pour et le contre. En l'état actuel de nos connaissances, il nous paraît impossible de conclure en faveur de l'une ou de l'autre.

Pour pousser plus loin l'analyse et discuter les affinités des espèces, nous poserons les deux principes suivants :

1° Les soies simplement limbées ont précédé les soies à aileron crénelé ; de même les soies en faucille striée sont une acquisition secondaire. Dans l'ontogénie, ce sont d'ailleurs les soies limbées qui apparaissent les premières ;

2° Les opercules adaptés à l'incubation des embryons sont moins primitifs que ceux des formes où les embryons se développent dans le tube. Partout aussi, à un certain stade ontogénique, l'opercule est formé par une plaque terminale et un talon ; les opercules incubants en dérivent ontogénétiquement. Appliquons maintenant ces principes à nos sous-genres.

a. *Paradexiospira*. — *Sp. violaceus* est une forme peu différenciée en ce qu'elle n'a pas de soies à aileron crénelé. *Sp. vitreus* a un opercule très modifié, dont le talon s'atrophie chez l'adulte ; l'examen des soies du 1^{er} sétigère conduit aussi à en faire une forme très différenciée. Le cas de *Sp. cancellatus* est plus embarrassant, à cause des soies dorsales du 4^e sétigère droit, qui nous ramènent à la question que nous venons de discuter longuement, sans faire aboutir à une conclusion. La présence de ces soies

est aussi compatible avec l'une qu'avec l'autre des hypothèses ; dans celle d'un *Prospirorbis* à 4 sétigères thoraciques, *Sp. cancellatus* serait, parmi les formes actuellement connues, celle qui aurait conservé le type le plus archaïque.

L'existence de l'aileron crénelé aux soies du 1^{er} sétigère fait de *Sp. cancellatus* un type assez différencié, au moins dans un certain sens.

Les affinités des trois espèces du sous-genre *Paradexiospira* sont indéniables et son homogénéité ne peut être mise en doute. Le test vitreux de ces espèces rappelle celui des *Placostegus*.

b. Dexiospira. — Nous placerons à la base *Sp. spirillum* et *Sp. armoricanus* : ils n'ont pas d'aileron crénelé aux soies du 1^{er} sétigère, ni de soies en faucille striée au 3^e. Certains Spirorbés, voisins de *Sp. spirillum*, ont acquis un opercule avec chambre incubatrice et ont donné l'espèce *corrugatus* ; l'évolution, dans le même sens, mais poussée plus loin par une modification des soies du 1^{er} et du 3^e sétigères, a donné *Sp. Pagenstecheri* et *Sp. pusillus*. *Sp. Marionii*, qui provient d'ailleurs d'une région géographique très distincte, est difficile à replacer dans cet ensemble.

Des espèces du sous-genre *Dexiospira*, *Sp. spirillum* est certainement la plus voisine du sous-genre *Paradexiospira* : tube vitreux, talon de l'opercule assez voisin de celui de *cancellatus* et de *violaceus*, soies du 1^{er} sétigère rappelant celles de *Sp. violaceus*. Les deux rameaux correspondant à nos deux sous-genres se réunissent donc par leurs bases et la création de notre s.-g. *Dexiospira* se trouve justifiée.

c. Paralæospira. — Toutes les espèces ont des soies à aileron crénelé au 1^{er} sétigère ; elles forment un tout très compact. *Sp. Malardi*, *Sp. patagonicus* et *Sp. Claparedei* sont probablement celles où l'opercule est le plus primitif. *Sp. aggregatus* s'isole par une série de différences. *Sp. Lebruni* est caractérisé par une calcification intense de l'opercule ; *Sp. Levinseni* a un opercule nettement modifié par la perte du talon. Notons aussi que chez ces deux dernières espèces, la serpe des soies du 1^{er} sétigère a des dents plus fortes que chez les autres, ce qui est peut-être encore un caractère de différenciation.

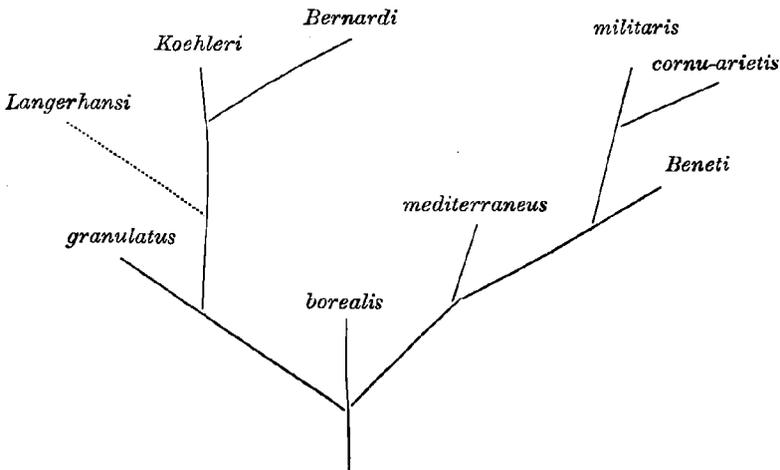
d. Romanchella.— Toutes les espèces du s.-g. *Læospira* forment un ensemble bien homogène, caractérisé, entre autres, par des soies à aileron crénelé au 1^{er} sétigère. Il nous paraît donc certain que *Sp. Perrieri*, *verruca* et *lævis* sont sur des rameaux qui se sont séparés avant la différenciation du s.-g. *Læospira*. La connaissance imparfaite que nous possédons de *Sp. verruca* et *Sp. lævis* nous empêche de pousser plus loin l'analyse de leur phylogénie. Mais nous démontrons la légitimité de la création d'un sous-genre particulier pour *Sp. Perrieri*. Il y a plus ; si l'hypothèse d'un *Prospiroorbis* à 3 sétigères thoraciques est exacte, le fait que toutes les espèces des sous-genres *Paralæospira* et *Læospira* ont des soies à aileron crénelé au 1^{er} sétigère, indique que la branche, qui conduit à *Sp. Perrieri*, s'est détachée avant la différenciation des deux rameaux des autres sous-genres d'espèces sénestres ; et, dans cette hypothèse, il devient nécessaire de créer le s.-g. *Romanchella*. *Sp. Perrieri* contient, comme nous l'avons dit, un ensemble de formes provenant toutes du cap Horn ; il y a là formation de plusieurs espèces encore mal définies (au moins à nous en tenir à nos matériaux) ; la variété β seule paraît assez nettement délimitée.

e. Læospira.— Pour classer les nombreuses espèces de ce sous-genre, il nous semble nécessaire de donner à la dentition de la serpe des soies du 1^{er} sétigère une importance phylogénique considérable. Des espèces incontestablement très voisines (*Sp. militaris* et *Sp. cornu-arietis*, *Sp. Kæhleri* et *Sp. Bernardi*) ont deux à deux des soies à aileron crénelé identiques ; l'opercule, dans ce groupe, paraît plus susceptible de variations (*Sp. borealis*) chez une même espèce.

Nous prenons comme point de départ *Sp. borealis* ; *Sp. mediterraneus* dérive d'une forme très voisine de *Sp. borealis* et a été probablement le début d'une série qui comprend *Sp. Beneti* et *Sp. cornu-arietis*, puis *Sp. militaris* où l'opercule est devenu incubateur. Nous voyons, d'autre part, que *Sp. granulatus* L. diffère peu de *Sp. borealis* ; il fait partie d'une série où, les soies de *Sp. borealis* n'étant pas modifiées, il y a eu transformation de l'opercule, en vue de l'incubation. Cette série aboutit à *Sp. Kæhleri* et *Sp. Bernardi* (acquisition d'un sac calcaire au-dessous de l'opercule, réduction du talon de ce dernier). *Sp. Langerhansi*, si nos observations sont

exacles, se rattacherait aux espèces à sac incubateur ; il est néanmoins très isolé, et il fait probablement partie d'une série indépendante, développée dans l'Océan Pacifique, mais dont nous n'avons entre les mains que ce seul type.

Ces considérations peuvent se résumer dans l'arbre généalogique suivant, pour les diverses espèces du sous-genre *Læospira*.



§ 4. Distribution géographique des Spirorbés.

Les matériaux du cap Horn nous offrent des types nombreux, mais formant des groupes à peine représentés dans l'hémisphère boréal. Il y a là tout un ensemble particulier et l'on y remarquera l'absence complète des espèces dextres. Rappelons cependant que LESSON (6) a figuré sous le nom de *Sp. antarcticus* une espèce dextre provenant des îles Malouines. Le sous-genre *Læospira*, si bien représenté dans nos mers, n'a pas de représentant au cap Horn.

Les espèces de nos mers, à l'exception de *Sp. Malardi* et peut-être de *Sp. lævis* QFG, rentrent toutes dans les sous-genres *Paradexiospira*, *Dexiospira* et *Læospira*. Le premier d'entre eux paraît être localisé aux mers arctiques (Groënland, Islande, Nouvelle-Zemble), et il tient là la place du sous-genre *Dexiospira* représenté seulement par l'espèce *Sp. spirillum* dont l'aire est très étendue.

Les genres *Læospira* et *Dexiospira* paraissent être représentés sur toutes les côtes d'Europe, à Madère et tout le long des Etats-Unis d'Amérique. D'une façon générale, nous pouvons dire que l'extension de ces formes est plus grande que celle des formes *Para*. La Méditerranée a la plupart de ses espèces en commun avec l'Atlantique : *Sp. corrugatus*, *armoricanus*, *Pagenstecheri*, *militaris*, *cornu-arietis*; elle a jusqu'ici, en propre, *Sp. Beneti*, *Sp. Koehleri*, et *Sp. mediterraneus* (qui n'est qu'une forme représentative de *borealis*).

Il est bien certain que nous sommes loin de connaître tous les Spirorbes. Nous ne possédons presque aucune forme du Pacifique; et les deux types de Panama que nous avons décrits, se relieut d'une façon si peu intime aux autres espèces des sous-genres respectifs *Dexiospira* et *Læospira*, qu'ils appartiennent peut-être à d'autres groupements ayant la valeur de sous-genres.

Quoi qu'il en soit, nous nous rendons compte de l'importance du groupe des Spirorbes, et nous pouvons dire que, de toutes les branches de la famille des *Serpulidæ*, c'est celle-là qui paraît s'être le mieux épanouie, et en être devenue le rameau le plus vigoureux. Cet épanouissement a-t-il acquis son entier développement? Nous ne le pensons pas. S'il est en effet des espèces bien fixées, il en est d'autres qui présentent une grande variabilité dans les caractères [ex : *Sp. borealis*, *granulatus* (L.) et surtout *Perrieri*] et qui donneront certainement naissance à plusieurs nouvelles espèces. Il y a aussi des groupes d'espèces où il nous a été fort difficile de pratiquer des coupures spécifiques; la différenciation ne date pas de loin, et il est certain qu'elle n'a pas atteint son dernier degré.

Aussi, concluons-nous en disant que, si le groupe des Spirorbes est déjà le rameau le plus florissant des *Serpulidæ*, il continuera encore à se développer. Il tient dans la famille des Serpuliens une place comparable à celles des Polydores dans les Spionidiens. Mais, dans cet ensemble des Spirorbes que nous décomposons en Spirorbes dextres et Spirorbes sénestres, le second de ces deux groupes paraît avoir une importance bien plus grande que le premier, et être en voie de différenciation beaucoup plus active.

6 décembre 1896.

MÉMOIRES CITÉS.

-
1. CAULLERY et MESNIL. — Note sur deux Serpuliens nouveaux. *Zool. Anzeiger* n° 519, 1896 et Berichtigung, *ibid*, n° 4, 1897, p. 16.
 2. CLAPARÈDE. — Les Annélides Chétopodes du golfe de Naples. *Mém. Soc. Sc. Phys. et Nat. de Genève*, t. 19 et 20, 1868-69.
 3. CLAPARÈDE. — Supplément aux Annélides du golfe de Naples, *id.* t. 20, 1870.
 4. CUNNINGHAM et RAMAGE. — Polychæta Seditaria of the Firth of Forth. *Trans. Roy. Soc. Edinb.* vol. 33, 1887-88.
 5. LANGERHANS. — Wurmfauna von Madeira, III. *Zeitsch. f. wiss. Zool.*, t. 34, 1880.
 6. LESSON. — *Centurie Zool.*, p. 146, pl. 51, fig. 2.
 7. LEVINSEN. — Systematisk-Geog. Oversigt over de Nordiske Annulata, etc., *Aftr. af Vid. Meddel. naturh. Forh.* Copenhagen, 1883.
 8. LEVINSEN. — Kara-havets Ledorme (Annulata). *Djimplina Togtets*, Zool. bot. Udbytte, 1886.
 9. MARION et BOBRETZKY. — Les Ann. du golfe de Marseille. *Ann. Sc. Nat. Zool.* (6), t. 2, 1875.
 10. MARION. — Dragages au large de Marseille, *ibid.* (6), t. 8, art 7, 1879.
 11. MONTAGU. — Testacea Britannica, 1803.
 12. PAGENSTECHER. — Unters. über niedrige Seethiere aus Cette. *Zeitsch. f. wiss. Zool.*, t. 12, 1862.
 13. DE QUATREFAGES. — Histoire naturelle des Annelés, 1865, t. 2, p. 488-473. *Suites à Buffon.*
 14. DE ST-JOSEPH. — Les Annélides des côtes de Dinard, 3^e partie. *Ann. Sc. Nat. Zool.* (7), t. 17, 1894.
 15. SALENSKY. — Études sur le développement des Annélides. *Arch. de Biologie*, t. 4, 1883.
 16. VERRILL. — *Trans. Connect. Acad.*, 3, 1874, p. 44.
-

EXPLICATION DES PLANCHES.

Les dessins, faits tous à la chambre claire, ont été réduits aux $3/4$ par la photogravure.

Planche VII

- Fig. 1. — *Spirorbis cancellatus*. 1 *a*, opercule ; *e*, entonnoir ; *o*, talon. G. = 46.
1 *b*, soie dorsale du 1^{er} sétigère. G. = 810. 1 *c*, soie en faucille striée du 4^e sétigère. G. = 810.
- Fig. 2. — *Sp. vitreus*. 2 *a*, opercule d'un jeune ; *e*, entonnoir ; *o*, talon. G. = 93 ; 2 *b*, opercule d'un adulte (1). G. = 93 ; 2 *c*, soie dorsale du 1^{er} sétigère. G. = 810.
- Fig. 3. — *Sp. violaceus*. 3 *a*, opercule vu par la plaque terminale (on a enlevé la partie cylindrique qui la surmonte). G. = 105 ; 3 *b*, opercule entier vu de profil. G. = 105 ; 3 *c* et 3 *d*, soies du 1^{er} sétigère. G. = 810 ; 3 *e*, soie en faucille striée du 3^e sétigère. G. = 810.
- Fig. 4. — *Sp. spirillum*. 4 *a*, opercule. G. = 105 ; 4 *b*, soie du 1^{er} sétigère. G. = 585.
- Fig. 5. — *Sp. armoricanus*. 5 *a*, opercule. G. = 105 ; 5 *b*, soie du 1^{er} sétigère. G. = 810.
- Fig. 6. — *Sp. Marioni*. opercule. G. = 210.

Planche VIII.

- Fig. 7. — *Sp. corrugatus*. 7 *a*, pores des faces latérales de l'opercule. G. = 450.
7 *b*, soie du 1^{er} sétigère. G. = 810.
- Fig. 8. — *Sp. Pagenstecheri*. 8 *a*, opercule. G. = 105 ; 8 *b*, soie du 1^{er} sétigère. G. = 585.
- Fig. 9. — *Sp. aggregatus*. 9 *a*, opercule. G. = 93 ; 9 *b*, soie du 1^{er} sétigère. G. = 810 ; 9 *c*, soie abdominale. G. = 810.
- Fig. 10. — *Sp. Claparedei*. opercule. G. = 93.
- Fig. 11. — *Sp. Malardi*. 11 *a*, opercule. G. = 105 ; 11 *b*, soie du 1^{er} sétigère. G. = 810.
- Fig. 12. — *Sp. patagonicus*. opercule. G. = 105.
- Fig. 13. — *Sp. Lebruni*. 13 *a*, opercule vu de profil. G. = 105 ; 13 *b*, talon vu de face. G. = 105.
- Fig. 14. — *Sp. Levinseni*. soie du 1^{er} sétigère. G. = 810.
- Fig. 15. — *Sp. Perrieri*. var. β . 15 *a*, opercule. G. = 105 ; 15 *b*, talon de l'opercule vu de face. G. = 105 ; 15 *c*, soie du 1^{er} sétigère. G. = 810.

(1) L'opercule dessiné avait été comprimé par le couvro-objet. Dans la réalité son orifice est circulaire.

Planche IX.

- Fig. 16. — *Sp. Perrieri*. var. γ . 16 *a*, opercule. G. = 105; 16 *b*, talon de l'opercule vu de face. G. = 105.
 Fig. 17. — *Sp. Perrieri*. var. α . Opercule. G. = 105.
 Fig. 18. — *Sp. borealis*. 18 *a*, opercule (torme avec talon bien développé). G. = 105; 18 *b*, opercule vu de profil. G. = 105; 18 *c* et *c'*, soies du 1^{er} sétigère. G. = 810; 18 *d*, soie en faucille striée du 3^e sétigère. G. = 585; 18 *e*, soie abdominale. G. = 585.
 Fig. 19. — *Sp. mediterraneus*. 19 *a*, opercule. G. = 290; 19 *b*, soie du 1^{er} sétigère. G. = 810; 19 *c*, soie abdominale. G. = 585.
 Fig. 20. — *Sp. cornu-arietis*. 20 *a*, opercule. G. = 93; 20 *b*, soie du 1^{er} sétigère. G. = 585.
 Fig. 21. — *Sp. Beneti*. Opercule (d'après MARION, 9, fig. 8).
 Fig. 22. — *Sp. Langerhansi*. Opercule. G. = 105.

Planche X.

- Fig. 23. — *Sp. Köhleri*. 23 *a*, opercule *in-toto* vu de face. G. = 105; 23 *b*, opercule *in-toto* vu de profil. G. = 105; 23 *d*, opercule élémentaire supérieur. G. = 105; 23 *c*, opercule élémentaire inférieur, o boutonnière logeant le talon de l'opercule supérieur. G. = 105; 23 *e*, soie du 1^{er} sétigère. G. = 810.
 Fig. 24. — *Sp. Bernardi*. 24 *a*, opercule *in toto* avec le sac incubateur. G. = 210; 24 *b*, un des opercules élémentaires. G. = 210.
 Fig. 25. — *Sp. militaris*. 25 *a*, opercule. G. = 105; 25 *b*, soie du 1^{er} sétigère. G. = 810; 25 *c*, uncinus thoracique. G. = 810.
 Fig. 26. — *Sp. granulatus*. Opercule. G. = 105.



TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
INTRODUCTION.....	185
I. EXAMEN CRITIQUE DES CARACTÈRES TAXONOMIQUES.....	187
II. DESCRIPTION DES ESPÈCES.....	193
§ 1. — Sous-genre <i>Paradexiospira</i>	195
1. <i>Sp. cancellatus</i> Fabr.....	195
2. <i>Sp. vitreus</i> Fabr.....	196
3. <i>Sp. violaceus</i> Lev.....	197
§ 2. — Sous-genre <i>Dexiospira</i>	198
4. <i>Sp. spirillum</i> L.....	198
5. <i>Sp. armoricanus</i> St-J.....	199
6. <i>Sp. Marioni</i> n.....	199
7. <i>Sp. corrugatus</i> Mont.....	200
8. <i>Sp. Pagenstecheri</i> Qfg.....	201
9. <i>Sp. pusillus</i> St-J.....	202
§ 3. — Sous-genre <i>Paralæospira</i>	202
10. <i>Sp. aggregatus</i> n.....	203
11. <i>Sp. Claparedei</i> n.....	204
12. <i>Sp. Malardi</i> n.....	205
13. <i>Sp. patagonicus</i> n.....	205
14. <i>Sp. Lebruni</i> n.....	206
15. <i>Sp. Levinseni</i> n.....	207
§ 4. — Sous-genres <i>Romanchella</i> et <i>Leodora</i>	208
16. <i>Sp. Perrieri</i> n.....	208
17. <i>Sp. verruca</i> Fabr.....	210
18. <i>Sp. lewis</i> Qfg.....	211
§ 5. — Sous-genre <i>Læospira</i>	211
19. <i>Sp. borealis</i> Daud.....	211
20. <i>Sp. mediterraneus</i> n.....	212
21. <i>Sp. cornu-arietis</i> Ph.....	213
22. <i>Sp. Beneti</i> Mar.....	213
23. <i>Sp. Kœhleri</i> n.....	214
24. <i>Sp. Bernardi</i> n.....	214
25. <i>Sp. militaris</i> Clpd.....	215
26. <i>Sp. granulatus</i> L.....	216
27. <i>Sp. Langerhansi</i> n.....	217
28. <i>Sp. Mörchi</i> Lev.....	218

MORPHOLOGIE ET PHYLOGÉNIE DES ESPÈCES CHEZ LES SPIORBES. 233

	Pages.
III. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.....	218
§ 1. — Position des Spirorbes dans les Serpuliens.....	218
§ 2. — Les Spirorbes sont asymétriques.....	219
§ 3. — Phylogénie des Spirorbes.....	222
§ 4. — Distribution géographique des Spirorbes.....	227
MÉMOIRES CITÉS.....	229
EXPLICATION DES PLANCHES.....	230





QUELQUES EXPÉRIENCES SUR LES PIGMENTS,

PAR

R. FLORENTIN,

Préparateur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Les pigments sont des formations de couleurs très différentes et en même temps de compositions très diverses. Chez les animaux, ils se trouvent localisés en grande partie dans les téguments du corps auxquels ils donnent les teintes les plus variées ; d'autres pigments se portent sur des organes internes exposés ou non à la lumière. On en rencontre par exemple sur les éléments sensibles de la rétine, dans le mésentère, sur les œufs, etc.

De deux choses l'une, ou les pigments tégumentaires sont appelés à remplir un rôle physiologique quelconque, à l'exemple de la chlorophylle, de l'hémoglobine, du pigment rétinien, ou bien ils ne sont d'aucune utilité à l'animal qui les possède. L'expérience seule peut donner des indications à ce sujet.

Pour beaucoup de naturalistes, les pigments sont de purs produits d'excrétion accumulés dans la peau et ne pouvant y jouer aucun rôle utile. Par exemple : EISEN, dans son travail sur les Capitellides, montre que les pigments sont des substances de nature excrétrice, provenant des néphridies, transportées et fixées dans la peau de l'animal ; il fait remarquer, en outre, que chez *Capitella* et bien d'autres Annélides, les pigments accumulés dans la cuticule sont évacués par des mues. RACOVITZA conclut aussi à la nature excrétrice des pigments chez *Leiocephalus leiopygos* GRUBE. GRAF a établi que chez les Hirudinées, les pigments tégumentaires proviennent aussi d'excrétions transportées dans la peau par certaines cellules excré-

trices (excrétophores), semblables aux cellules chloragogènes des Oligochètes. Chez *Tubifex rivoluturum* LM., CUÉNOT a constaté que les amibocytes, chargés de granulations chloragogènes, émigrent dans l'épiderme et s'y transforment en cellules pigmentaires ramifiées. Enfin HOPKINS a décrit les pigments des ailes des Piérides ; il conclut de son étude que les pigments blancs ne sont autre chose que de l'acide urique, et les pigments jaunes une substance très voisine, acide lépidotique, probablement identique au produit obtenu en chauffant l'acide urique avec de l'eau sous pression.

Mais je ferai remarquer que si même les pigments ont la composition chimique et la valeur d'un produit d'excrétion, cela ne prouve pas qu'ils ne peuvent remplir aucune fonction utile dans l'organisme. Il se peut que cet organisme ait eu besoin de créer ces produits et les ait transportés là où nous les voyons en vue d'une fonction variant avec le pigment ou avec l'espèce pigmentée. Si les pigments ont un rôle, la première hypothèse qui vient à l'esprit est qu'ils doivent absorber l'énergie lumineuse. En effet, on sait que les animaux des cavernes et les parasites d'organes internes sont en général incolores. Quelle que soit la façon dont la coloration a disparu chez ces espèces, on est presque forcé d'admettre que les pigments jouent un rôle vis-à-vis de la lumière, puisque celle-ci supprimée, les pigments ne se développent pas. Bien plus, on sait que certains cavernicoles revenus à la lumière se repigmentent, par exemple le Protée.

Il est bien entendu qu'il ne s'agit ici que des pigments tégumentaires. On ne pourrait pas attribuer un rôle absorbant semblable aux pigments qui imprègnent les coquilles des Mollusques, car ces coquilles sont absolument opaques et ne sont en relation avec l'animal que par des insertions musculaires.

Nous ne connaissons qu'une seule expérience faite en vue de montrer l'influence photochimique des pigments tégumentaires, c'est celle de HÆM : « Des Crustacés (1), dont le céphalothorax et la partie supérieure des anneaux abdominaux sont recouverts d'un vernis opaque ne tardent pas à mourir, même placés dans des conditions hygiéniques excellentes et à côté d'animaux non vernissés et très vivaces. Mais si le vernis, bien qu'imperméable, est transparent, l'animal ne semble pas s'en porter plus mal pendant plusieurs

(1) Il s'agit de Crustacés décapodes.

semaines ». HEIM conclut que ces simples expériences suffisent à prouver l'influence énorme de la lumière sur les phénomènes vitaux. Il explique comment les pigments de la carapace, à l'état de lutéogènes et de lutéines, peuvent accomplir tous les actes chimiques de la cellule vivante. D'après lui, l'énergie lumineuse est capable de déshydrater les lutéogènes en les faisant passer à l'état de lutéines. Cette déshydratation met en liberté de l'eau à l'état naissant, qui soumise à une certaine pression intra-cellulaire, doit avoir une tendance à se combiner aux éléments hydratables de la cellule. Par exemple, elle hydrate la molécule albuminoïde en donnant de l'urée, des corps gras, de l'acide lactique, même des hydrates de carbone et des graisses. Les lutéines formées repassent bientôt à l'état de lutéogènes, en jouant alors un rôle de déshydratant sur des hydrocarbures et des albuminoïdes.

A l'aide des pigments, les radiations lumineuses produisent donc, par de simples phénomènes d'hydratation et de déshydratation, les actes chimiques d'assimilation et de désassimilation corrélatifs de la vie.

Cependant, abstraction faite de cette théorie, l'expérience qui lui sert de base paraît assez peu détaillée dans les résultats et la manière d'opérer. Il nous a semblé intéressant de rechercher, sur d'autres espèces colorées, si la lumière a une influence aussi marquée que sur les Crustacés de HEIM. A cet effet nous avons entrepris quelques expériences sur des Carabes dorés (*Carabus auratus* L.) et sur des œufs de Grenouille (*Rana agilis* THOMAS).

1^{re} Expérience : Elle a été faite à l'exemple de celle de HEIM.

Nous avons noirci les élytres et le pronotum de plusieurs Carabes recueillis dans le courant du mois de mai 1896, avec un onduit composé de baume de Canada dissous dans le toluène, mélangé à du noir de fumée. On les noircissait plusieurs jours de suite, afin d'être plus certain d'avoir une couche uniforme et parfaitement opaque. Des Carabes non noircis étaient placés à côté des premiers, comme eux dans un vase en verre, à la lumière diffuse du laboratoire. Ils recevaient tous la même nourriture. Nous n'avons observé rien d'anormal dans le genre de vie des Carabes noircis, comparé à celui des animaux intacts.

Le 4 juillet, un Carabe noirci est mort, tandis que le 28 juillet, c'était un intact qui disparaissait. Les autres Carabes sont restés

vivants jusqu'au commencement de septembre, époque déjà assez avancée. D'ailleurs à ce moment leur entretien fut un peu négligé, et ils moururent les uns après les autres, noircis et non noircis indistinctement, sans qu'on ait pu observer de prédominance marquée d'un côté ou de l'autre.

A titre de remarque, c'est un *Carabus cancellatus* ILLIG. noirci qui a été le plus résistant, et cependant c'est celui qui nous a paru, pendant toute la durée de l'expérience, prendre le moins de nourriture.

Comme on le voit, cette tentative nous conduit, pour les Carabes, à des conclusions toutes différentes de celles de HEIM, puisque ses Crustacés vernis en noir n'ont pas tardé à mourir.

2^e Expérience : Le 22 avril 1896, nous avons mis quatre Carabes (*Carabus auratus* L.) dans un vase en verre complètement entouré de papier noir et recouvert par un carton épais de même couleur. Ce vase était de plus placé au fond d'une armoire obscure. Ces animaux ont reçu la même nourriture que ceux de la première expérience, et sont morts à peu près à la même époque que les précédents, en septembre. Ils ont donc vécu tout près de cinq mois dans l'obscurité la plus complète. Ils ont toujours été d'une extrême agilité, et nous paraissaient même avoir des teintes plus vives que les Carabes élevés en pleine lumière.

3^e Expérience : Les pigments noirs mélaniques qui imprègnent le vitellus des œufs de Grenouille, semblent exister là en vue d'absorber des radiations lumineuses leur apportant ainsi toute leur chaleur ; il doit donc résulter de la présence de ces pigments une éclosion plus rapide des œufs. Cependant les expériences faites jusqu'ici à ce sujet ne confirment pas cette idée. Nous devons mentionner les observations de HIGGINBOTTOM, qui conclut que les œufs de Grenouille (*Rana temporaria*) placés à la lumière et ceux à l'obscurité se développent d'une façon semblable, pourvu qu'ils soient à la même température ; puis celles de YUNG, qui dans ses expériences de 1877, plaça des œufs de Grenouille (*Rana esculenta*) dans des bocaux différemment colorés, à la lumière blanche et à l'obscurité. Il rapporte qu'il a eu des éclosions le même jour dans tous les vases.

Nous avons tenu à répéter l'expérience consistant à comparer l'éclosion des œufs de Grenouille à la lumière blanche et à l'obscurité,

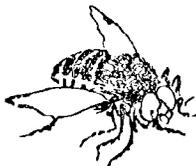
et nous avons constaté des développements absolument parallèles dans les deux cas.

Une ponte fraîche de Grenouille (*Rana agilis* THOMAS) a été partagée en deux : une moitié fut placée dans l'eau contenue dans un grand vase en verre à la lumière diffuse ; l'autre moitié dans un vase semblable, maintenu à l'obscurité complète par un revêtement de papier noir bien opaque. Un couvercle noir venait achever d'intercepter d'une façon absolue tout rayon lumineux. Dans les deux récipients placés l'un à côté de l'autre au laboratoire, circulait un faible courant d'eau soumettant les œufs aux mêmes conditions de température. Un tube déverseur était placé de telle façon que le niveau de l'eau restait constant dans les deux vases (à peu près à 10^{cm} du fond). Nous avons remarqué que les phases de la segmentation se sont produites en même temps dans les deux récipients, et que les éclosions sont aussi apparues en même temps.

Cette expérience montre que les pigments mélaniques du vitellus n'ont qu'un rôle inappréciable vis-à-vis de la lumière, puisque l'éclosion n'est pas plus rapide à la lumière blanche qu'à l'obscurité.

En résumé, ces quelques observations nous permettent de dire que, pour les deux espèces prises comme exemples, les pigments tégumentaires des Carabes et les pigments vitellins des œufs de Grenouille ne paraissent pas jouer de rôle dans l'absorption de l'énergie lumineuse ; elles viennent de plus jeter un doute sur l'expérience de HEIM et sur l'utilité des pigments. Comme les pigments que j'ai étudiés ne peuvent jouer aucun rôle comme moyen de défense (homochromie) ni comme matières de réserve, il est impossible de leur attribuer jusqu'ici aucune fonction physiologique. Mes expériences me porteraient donc à partager l'opinion d'EISIG, et à ne voir dans les pigments qu'un produit d'excrétion sans rôle défini.

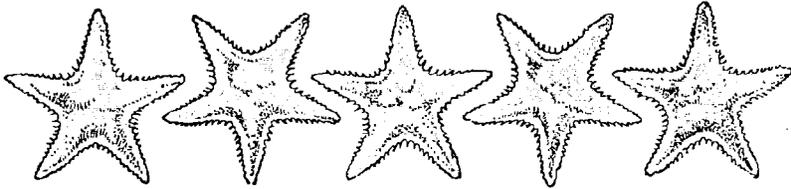
Nancy, le 5 janvier 1897.



AUTEURS CITÉS :

- CUÉNOT. — Études physiologiques sur les Oligochètes. *Arch. de Biologie*, t. 15, 1897, p. 91.
- EISIG. — Capitelliden. *Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel*, 1887. Voir en particulier le Chapitre : « Ueber die Beziehungen zwischen Pigment und Excret », p. 765.
- GRAF. — Uber den Ursprung des Pigments und der Zeichnung beider Hirudineen. *Zool. Anzeiger*, 18. Jahrg., 1895, p. 65.
- HEIM. — Études sur le sang des Crustacés décapodes. Thèse, Paris, 1892.
- HIGGINBOTTOM. — Additional observations and experiments on the influence on physical agents in the development of the Tadpole and the Frog. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, (3), vol. 9, 1862, p. 238.
- HOPKINS. — The pigments of the Pieridæ. *Phil. Transact. of the Roy. Soc. of London*, vol. 186, part. II, 1896, p. 661.
- RACOVITZA. — Rôle des amibocytes chez les Annélides polychètes. *Comp. Rend. Ac. Sc. Paris*, t. 120, 1895, p. 464.
- YUNG. — Contributions à l'histoire de l'influence des milieux physiques sur les êtres vivants. *Arch. de Zool. expér.* (1), t. 7, 1878, p. 251.





CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE
DES
SPOROZOAIRES PARASITES DES ÉCHINODERMES.

ÉTUDE SUR LE *LITHOCYSTIS SCHNEIDERI*

PAR

LOUIS LÉGER.

Planches XI-XIII.

I

Les Grégarines chez les Echinodermes.

Les Sporozoaires observés jusqu'ici comme parasites des Echinodermes appartiennent tous au groupe des Grégarines. Les Coccidies et les Myxosporidies n'y ont jamais été rencontrées.

Les Echinodermes d'ailleurs, sont loin d'être tous infestés par des Grégarines. Dans ce vaste embranchement, on ne connaît guère ces parasites que chez les Holothurides et les Spatangoïdes; les Crinoïdes, les Astérides et les Echinides réguliers n'en ayant encore jamais présenté. Si l'on remarque que toutes les Grégarines des Echinodermes sont des monocystidées effectuant, pour ainsi dire, tout leur développement dans la cavité générale, on est porté à penser que la composition du liquide coelomique de l'hôte n'est peut-être pas étrangère à ce phénomène. Dans ces trois derniers groupes qui sont dépourvus de Grégarines, le liquide sanguin, d'après la disposition de l'appareil ambulacraire est, en effet, en relation beaucoup plus directe avec l'eau de mer, que chez les Holothurides où la cavité générale est entièrement close et renferme, par conséquent, un liquide plus riche en éléments nutritifs favorables au développement des parasites.

Chez certains Spatangoïdes il est vrai, il existe dans la cavité générale, une curieuse monocystidée, le *Lithocystis*, qui fait précisément l'objet principal de ce travail, mais il faut assurément considérer cette espèce, comme un type exceptionnel qui n'a pu réussir à s'adapter à ce milieu déjà si voisin du milieu ambiant, qu'à la condition de se débarrasser, sous formes de productions cristallines, des éléments minéraux dont elle s'est chargée au cours de son évolution. A ce prix seulement, la Grégarine a réussi à vivre dans un milieu aussi fortement minéralisé et dont la composition est très voisine de celle de l'eau de mer, comme l'a montré l'analyse de MM. MOURSON et SCHLAGDENHAUFFEN (1).

Chez les Holothurides, les Grégarines vivant dans un milieu beaucoup moins minéralisé, ne forment pas de cristaux, mais il arrive très fréquemment qu'elles suivent un développement ralenti, aberrant qui en fait des formes cœlomiques pures, c'est-à-dire évoluant en grande partie au sein des tissus, au lieu de passer directement dans la cavité générale pour y devenir un monocystis agile. Cette modification dans le développement est-elle due à la composition du liquide cœlomique, ou à la difficulté qu'éprouve le Sporozoïte à traverser la paroi intestinale, ou encore à tout autre cause en rapport avec la nutrition du parasite, nous l'ignorons; toujours est-il que cette tendance à revêtir la forme cœlomique paraît ici bien plus fréquente que chez les Grégarines des Annélides dans le cœlome desquelles les monocystidées trouvant sans doute un milieu beaucoup plus favorable à leur développement direct, s'observent le plus souvent à l'état de monocystis parfaits.

Ainsi la plupart des Grégarines qu'on observe chez les Holothurides, effectuent la plus grande partie de leur période d'accroissement, soit dans la tunique intestinale (*Urospora Synaptæ*), soit dans les parois des lacunes sanguines (*Urospora Holothuricæ*) tout

(1) C. R. Ac. d. Sc., t. XCV, 1882. *Sur la composition du liquide cavitaire des Oursins.*

L'analyse de ces auteurs n'a porté, il est vrai, que sur le liquide cavitaire du *Strongylocentrotus lividus*. Tout en pensant que la composition du liquide des Spatangoïdes à Grégarines est assez voisine de celle de l'Oursin comestible, il y a tout lieu de croire qu'il existe cependant une certaine différence, soit dans la teneur en éléments minéraux, soit dans la quantité de substances nutritives dissoutes; différence qui permet aux Grégarines de vivre chez les premiers, tandis que chez les derniers et en général chez tous les Oursins réguliers on en observe jamais.

en conservant néanmoins leur tendance à passer dans la cavité générale où elles finissent par arriver tôt ou tard.

Dans cette traversée lente, le sporozoïte rencontrant au sein des tissus, des sucs nutritifs appropriés, grossit, perd ses caractères de monocystis actif, pour revêtir une forme globuleuse, coccidienne, état dégradé qui caractérise les formes cœlomiques. Quelquefois cependant, il arrive que la traversée de la paroi intestinale s'effectue plus rapidement et que le sporozoïte passe de suite dans la cavité générale où il devient alors un monocystis normal et agile.

C'est ainsi que dans la *Synapta inhærens*, M. CUËNOT et moi avons rencontré l'*Urospora* à différents états de développement, dans la cavité générale et dans les tuniques intestinales; la plupart du temps cette Grégarine est ovoïde ou piriforme sans stries épicytaires et à zone sarcocytique presque nulle, on l'observe alors à la surface externe du tube digestif ou dans la cavité générale; d'autres fois, mais beaucoup plus rarement, on rencontre exclusivement dans le cœlome, des individus très gros de forme allongée, véritables monocystis à cuticule striée et myocyte, c'est la forme *nématoïde*.

Ces deux formes correspondent, je crois, à la rapidité plus ou moins grande avec laquelle le sporozoïte primitif a traversé la paroi intestinale. Dans le premier cas, il reste plus longtemps plongé au sein des tissus et revêt la forme coccidienne sous laquelle il arrive dans le cœlome; dans le second cas, il arrive de suite, avec sa forme de sporozoïte, dans le cœlome, où il n'a plus qu'à s'accroître en toutes proportions pour devenir le monocystis à forme *nématoïde*.

L'*Urospora Synaptæ* n'est d'ailleurs pas la seule monocystidée qui puisse se présenter ainsi sous les deux formes cœlomique et normale; on en connaît plusieurs autres exemples et je me contenterai de citer ici celui de l'*Urospora Sipunculi* qui s'observe le plus souvent sous la forme de kystes cœlomiques purs appendus au tube digestif, et, beaucoup plus rarement, à l'état de monocystis parfait dans la cavité générale (1).

(1) Bien que l'étude du développement et la forme des spores de cette Grégarine, en fassent un des types les plus parfaits du genre *Urospora*, M. MINGAZZINI a cru devoir créer un genre nouveau, le genre *Pachysoma*, pour cette espèce que BUETSCHLI et moi avons fait simplement rentrer dans le genre *Urospora*.

Quoiqu'il en soit, chez les Holothurides, la forme nématoïde, c'est-à-dire le type *monocystis* normal, est beaucoup plus rare que la forme cœlomique et si elle a été observée quelquefois dans la Synapte, je ne crois pas qu'on l'ait jamais observée chez les Holothuries où ces parasites se présentent toujours sous la forme cœlomique pure. C'est cette dernière forme que M. MINGAZZINI a décrit sous le nom de *Cystobia*, créant ainsi un nouveau genre sur le simple fait d'une évolution cœlomique, ce qui n'est peut-être pas fort utile, comme le fait remarquer avec raison M. CUÉNOT.

Les formes cœlomiques en effet, n'ont aucun caractère morphologique distinctif et l'habitat est absolument insuffisant pour caractériser un genre, comme je l'ai démontré ailleurs (1), la même espèce pouvant se rencontrer dans des hôtes différents.

Il faut alors s'adresser à d'autres caractères et je crois que ceux tirés de la forme des spores sont encore les plus convenables.

Je sais bien qu'une classification basée entièrement sur le mode d'évolution serait fort séduisante, mais où placer les espèces qui évoluent tantôt selon le type cœlomique, tantôt selon le type de *monocystis* parfait ?

Voulons-nous baser une classification sur les caractères morphologiques de l'individu adulte ? Le même embarras se présente, puisque voici un même *monocystis* qui revêt tantôt la forme ovoïde, tantôt la forme nématoïde ; deux formes que je considère comme l'expression de tendance vers ces deux types de développement : le type *cœlomique pur* et le type *monocystis parfait*.

Force nous est donc pour le moment, d'établir notre classification d'après les caractères tirés des spores, puisque ce sont les seuls qui nous apparaissent comme constants. En fait, ils ont au moins ceci de bon, qu'ils sont communs à un assez grand nombre d'espèces déjà reliées par des identités de forme ou d'évolution, ce qui permet de les grouper en un petit nombre de genres parfaitement définis.

Ce mode de classification il est vrai, nous oblige d'ajourner toute dénomination d'espèce dont on ne connaît pas les spores ; mais quel inconvénient y a-t-il à cela ? On donnera la description de l'espèce présumée nouvelle et on indiquera son habitat ; on pourra même la placer provisoirement dans un des genres connus

(1) L. LÉGER. Nouvelles recherches sur les Polycystidées parasites des Arthropodes terrestres. *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, 1896.

avec lesquels elle présente le plus de rapports ; ce sera tout aussi intéressant et on aura tout autant de mérite que si on l'avait, de plus, baptisée d'un nouveau nom destiné à encombrer plus tard la synonymie qui devient de plus en plus un véritable chaos.

D'ailleurs, il n'est pas besoin d'insister sur le peu d'intérêt que présente une Grégarine, surtout une monocystidée, dont on ne connaît pas le cycle évolutif. Toutes les formes adultes de monocystis parfaits se ressemblent ; ce sont toujours de petits sacs plus ou moins allongés et je ne vois pas trop quelle utilité il y a, pour le moment, à donner des noms de genre différents à tous ces petits sacs sous prétexte qu'il en existe un dans *Synapta digitata*, un autre dans *Synapta inhærens*, un autre dans *Holothuria*, etc., etc.

En réalité, une forme ne présente réellement de l'intérêt que lorsque son évolution est connue, et je ne saurais trop recommander à ceux qui s'occupent de ces intéressants petits parasites, de s'attacher plutôt à suivre le cycle d'une espèce qu'à éventrer des quantités d'animaux différents sous prétexte de découvrir et de baptiser beaucoup d'espèces nouvelles. C'est seulement en travaillant ainsi, que nous pourrons espérer arriver à connaître bien des points encore obscurs de l'histoire de ces êtres, et non point en créant des quantités de genres pour des formes souvent à peine entrevues et dont la plupart n'ont pour caractères distinctifs que leur nom plus ou moins baroque et leur habitat.

Mais il est temps d'en revenir aux monocystidées des Échinodermes.

Si les Grégarines des Holothurides se présentent, comme nous l'avons vu, tantôt sous la forme cœlomique pure (Holothurie), tantôt sous les deux états, forme cœlomique et monocystis parfait (Synaptes), il faut reconnaître que, chez les Spatangoides, on n'a pas jusqu'à présent observé de formes cœlomiques et que, chez ces Échinodermes, les recherches les plus récentes, ne nous ont jamais montré de formes coccidiennes, appendues ou en relation quelconque avec la paroi intestinale. Chez ces oursins, le sporozoïte semble donc évoluer toujours selon le type de monocystis parfait, ce qui est d'ailleurs démontré par ce fait, que j'ai rencontré dans la cavité générale des *Echinocardium*, de nombreux monocystis très agiles et de toutes tailles, depuis les plus petites à peine différentes d'un sporozoïte, jusqu'aux formes adultes, très grosses, et voisines de l'enkystement (V. Pl. xi).

En résumé, on voit d'après cet exposé, que les Grégarines appartenant aux Échinodermes sont toutes des Monocystidées.

Les unes évoluent suivant le type cœlomique pur (in *Holothuries*).

Les autres se présentent, tantôt sous la forme cœlomique tantôt sous la forme normale (in *Synapses*).

Les autres enfin n'ont jamais été observées que sous la forme de *monocystis* parfaits (in *Echinocardium*, *Spatangus*).

Nous connaissons actuellement les spores de ces différentes monocystidées. Comme elles ont toutes une épispore pourvue d'un filament caudal (1) ces Grégarines appartiennent toutes à la famille des *Urosporides*.

Ce sont :

Urospora Synaptæ in *Synapta inhærens* et *digitata*.

Urospora (*Cystobia* MINGAZ.) *Holothuriæ* in *Holothuria tubulosa*,
impatiens et *Poli*.

Lithocystis Schneideri in *Echinocardium cordatum* et *flavescens*
et *Spatangus purpureus*.

Aussi bien, le *Lithocystis Schneideri* devrait rentrer dans le genre *Urospora*, par la forme de ses spores ; mais comme il présente de plus, dans le cours de son évolution, des productions cristallines caractéristiques et telles qu'on en a jamais observé d'analogues chez aucune autre espèce, il est au moins rationnel de le distinguer des précédentes et de lui conserver le nom caractéristique qui lui a été donné par M. GIARD qui l'a observé pour la première fois.

C'est précisément l'étude de l'évolution de cette singulière Grégarine, restée jusqu'ici assez obscure, que j'aurai en vue dans la suite de ce travail. Grâce à l'abondante quantité d'Echinocardes que l'on trouve sur la plage de Wimereux, il m'a été possible de mener cette étude à bonne fin et je suis heureux de remercier ici M. le Professeur GIARD, qui a bien voulu me faciliter la tâche en m'accordant une généreuse hospitalité dans son laboratoire de Wimereux-Ambleteuse.

(1) Y compris celles de la Grégarine de l'Holothurie ainsi que je viens de m'en convaincre par l'examen de spores parfaitement mûres de cette espèce, sur laquelle je reviendrai d'ailleurs dans un prochain travail.

II

Le Lithocystis Schneideri.

En 1876, M. GIARD découvrit dans la cavité générale des *Echinocardium cordatum* recueillis à la plage de Wimereux, une production parasitaire d'apparence singulière (1). Ce sont des masses noirâtres ou violacées, irrégulières, de taille très variable et appliquées contre la face interne du test de l'oursin, plus spécialement entre la bouche et le plastron sub-anal et contre la courbure actinale de l'intestin, du côté interne.

Examinées à la loupe, ces masses montrent en divers points, de petites vésicules hyalines parfaitement sphériques, de dimensions variées et renfermant en leur centre, un point blanc mat bien net. A un grossissement plus fort, les vésicules hyalines apparaissent comme des kystes pourvus d'une membrane anhiste et renfermant à leur intérieur des spores avec corpuscules falciformes. Ces spores paraissent situées chacune à l'extrémité de deux filaments tangentiels rayonnant autour d'un point central granuleux (2). Le point blanc mat observé dans chaque kyste est constitué par une quantité de petits cristaux clinorhombiques, disposés en sphérule. Quant aux masses noirâtres au sein desquelles se rencontrent les kystes, elles se présentent avec l'aspect de masses plasmodiales, chargées de granulations pigmentaires et renfermant une grande quantité d'amibes émettant des pseudopodes et agglutinant des grains de pigment.

Cet observateur n'ayant rien trouvé dans l'ensemble de cette production parasitaire qui ressemblât à des Grégarines, tend à rapporter ce Sporozoaire plutôt des végétaux inférieurs, Myxomycètes ou Chytridinées que des Grégarines proprement dites.

BÜTSCHLI (3) dans PROTOZOA se basant sans doute sur la présence des prétendus filaments signalés de chaque côté de la spore, place

(1) GIARD. *C. R. Ac. d. Sc.* Sur une nouvelle espèce de Psorospermie (*Lithocystis Schneideri*) parasite de l'*Echinocardium cordatum*. Mai 1876.

(2) En réalité ces filaments tangentiels ne sont que l'expression optique de la paroi d'une épispore très lâche et longuement prolongée en tube à la base, comme on le verra plus loin.

(3) BÜTSCHLI. *Protozoa*. Bronn's Thierreichs, bd. 1, 1880-89.

ce Sporozoaire parmi les Myxosporidies. Enfin, plus récemment, M. CUÉNOT (1) a repris l'étude de ce parasite qu'il a rencontré en différents points des côtes de la Manche et de l'Océan. Ce dernier auteur, en examinant attentivement des coupes faites dans les masses noires renfermant les kystes de *Lithocystis*, a rencontré une forme monocystidée montrant encore son noyau intact et reconnu par cela même, le premier, la véritable nature de cette production parasitaire (2). Se basant sur l'extrême rareté, au moins dans le coelome, de cette forme grégarinienne, M. CUÉNOT pense que la phase grégarine se passe tout entière dans le tube digestif, et que, aussitôt après avoir traversé la paroi intestinale, la grégarine s'enkyste dans la cavité générale.

Cette hypothèse ne serait évidemment admissible, que dans le cas où le développement de la grégarine s'effectuerait, non point dans le tube digestif comme le pense M. CUÉNOT, mais dans sa paroi, au sein des tuniques intestinales ce qui nous ramènerait à une forme coelomique pure. Il n'est guère possible d'admettre en effet, qu'un parasite, après avoir acquis une taille aussi considérable dans le tube digestif, puisse, au moment de l'enkystement, en traverser impunément les parois pour venir sporuler dans la cavité générale.

D'autre part, si le *Lithocystis* était réellement une forme coelomique pure, c'est-à-dire à développement intra-pariétal avec direction coelomique, on devrait trouver de temps à autre, des individus en voie de développement à la surface externe du tube digestif ou tout au moins en relation directe avec lui ; c'est ce que nous n'avons jamais observé. Les kystes sont parfois voisins de la paroi intestinale, mais toujours libres d'adhérence avec celui-ci ; et, dans la quantité considérable de tubes digestifs d'*Echinocardium* que j'ai examinés, je n'ai jamais vu, à leur surface, de grégarines en voie de développement et de migration, comme cela se voit si bien chez les Synaptes et les Holothuries.

La grégarine n'effectue donc pas son développement, ni dans le tube digestif ni dans ses parois ; elle évolue comme une monocystidée

(1) CUÉNOT. *Deuxième note sur le Commensaux et Parasites des Echinodermes*. Revue Biologique du Nord de la France, n° 1, Oct. 92.

(2) Je n'avais pas connaissance de la seconde note de M. CUÉNOT lorsque j'ai signalé les phases principales de l'évolution du *Lithocystis* dans une note aux C. R. Ac. d. Sc.. ce qui fait que je n'ai pu citer cet auteur ; je tiens à réparer ici mon omission bien involontaire.

normale en passant de très bonne heure, à l'état de sporozoïte, dans la cavité générale où elle n'a plus qu'à grossir pour devenir un monocystis typique.

Les recherches que j'ai entreprises sur le développement de ce parasite sont venues vérifier pleinement cette proposition en démontrant l'existence, dans la cavité générale de l'Oursin, de formes monocystidées à tous les états de développement, depuis les plus jeunes jusqu'aux formes adultes, solitaires ou bizarrement conjuguées qui conduisent à la formation des kystes connus.

Le *Lithocystis* est donc une monocystidée à évolution normale et je vais maintenant exposer les principaux faits de son évolution, au cours de laquelle on observe des phénomènes assez curieux qui font de cette grégarine une des plus intéressantes monocystidées.

Phase grégarinienne du *Lithocystis*.

Dans le but de rechercher les états jeunes et adultes du *Lithocystis*, j'ai examiné attentivement le contenu de la cavité générale d'un grand nombre d'*Echinocardium*. Ceux-ci étaient ouverts suivant une ligne équatoriale et le contenu coelomique immédiatement versé dans un petit cristalliseur.

Après avoir examiné sans succès plus de vingt exemplaires, j'aperçus enfin dans le liquide cavitaire d'un de ces animaux, une quinzaine de petits êtres filiformes, d'un blanc mat et dont la plupart présentaient des mouvements si actifs, que l'idée ne me vint même pas de suite que j'avais affaire à des Grégarines. Ce n'est qu'en plaçant immédiatement quelques-uns de ces êtres sur le porte-objet, dans une goutte de liquide cavitaire, que je pus me convaincre de leur véritable nature. J'avais sous les yeux des monocystidées de toutes dimensions, les unes solitaires, les autres accouplées et animées de mouvements très vifs. Poursuivant mes recherches chez d'autres *Echinocardes*, j'ai pu observer les différentes phases de l'enkystement et reconstituer ainsi, le cycle évolutif de cette espèce.

Il faut toutefois reconnaître que, si les kystes du *Lithocystis* se rencontrent pour ainsi dire chez tous les *Echinocardium*, la phase grégarinienne est loin d'être aussi fréquente, car je n'ai rencontré cette dernière qu'une fois sur huit environ ; ce qui explique comment elle a pu jusqu'ici échapper aux investigations.

Cette rareté de la Grégarine, comparée à l'abondance des kystes, paraît, au premier abord, assez surprenante; mais il est facile de s'en rendre compte si l'on remarque que la forme grégarinienne n'est que *passagère* et, de plus, souvent difficile à apercevoir, tandis que le kyste est *durable* et persiste probablement dans l'hôte jusqu'à la mort. Il en résulte qu'un Oursin vieux renfermera toujours un assez grand nombre de kystes, représentant, en quelque sorte, la somme des Grégarines qui se seront développées chez lui au cours de son existence tout entière, mais pourra bien ne présenter aucune Grégarine libre, au moment où on l'examinera. Les *Echinocardium* très jeunes et par conséquent tout petits, qu'on récolte facilement dans le port de Boulogne, ne montrent, en effet, jamais de kystes, tandis que ceux-ci sont d'autant plus nombreux que l'animal qui les héberge est plus gros, c'est-à-dire plus âgé.

Les états les plus jeunes qu'il m'ait été donné d'observer dans la cavité générale des *Echinocardium*, ne diffèrent, à proprement parler, du corpuscule falciforme que par leur taille un peu plus grande et se meuvent activement dans le liquide viscéral (fig. 1 et 2, Pl. XI). Les individus plus âgés et adultes conservent toujours la même forme générale qui est celle d'un *Monocystis* absolument typique (fig. 3 et 4).

L'individu adulte (fig. 4) est, à l'état de repos, cylindrique et atténué en pointe aux deux extrémités ou pôles. L'un des pôles, un peu plus renflé, présente un rostre court et pointu; c'est le pôle proximal, correspondant au rostre du sporozoïte; l'autre s'atténue régulièrement en pointe jusqu'à son extrémité, c'est le pôle distal.

L'*épicyte* est mince mais résistant et montre de très fines stries longitudinales (fig. 9, Pl. XI).

Le *sarcocyte* est presque nul mais la couche striée contractile ou *myocyte* se voit admirablement sous l'action du chlorure d'or et se montre composée de fibrilles annulaires ou spirales assez grosses, rapprochées les unes des autres, et situées presque immédiatement sous l'*épicyte* (fig. 10, Pl. XI).

L'*entocyte* est très finement granuleux et opaque car les granulations remplissent abondamment toute la cavité de l'animal. Il renferme un beau noyau sphérique ou sub-sphérique dont la position

change constamment sous l'influence des contractions de l'animal. Le noyau qui montre une paroi bien nette présente généralement un seul nucléole assez gros et également sphérique.

Ce *Monocystis* qui est très agile à l'état normal, mesure, lorsqu'il a atteint son maximum de développement, un millimètre à un millimètre et demi de longueur ; il est donc bien visible à l'œil nu. Sa vitalité est considérable, car j'en ai conservé vivants, pendant plus de 18 heures dans du liquide cœlomique de l'Oursin ; au bout de ce temps, des individus conjugués montraient encore des mouvements aussi actifs qu'au début, mouvements qui cessèrent peu à peu par suite de la décomposition du liquide.

Les mouvements que présente cette Grégarine sont de deux sortes : 1^o mouvements de contraction latérale, en arc, au moyen desquels l'animal se replie parfois presque entièrement sur lui-même pour se redresser ensuite brusquement ; 2^o mouvements de contraction circulaire et ondulatoire, comme péristaltiques, par lesquels l'animal resserre et amincit une partie ou toute une extrémité de son corps, généralement une moitié, pendant que l'autre se dilate dans les mêmes proportions.

C'est surtout chez les individus conjugués, que ces mouvements prennent de l'importance et sont réellement intéressants à étudier.

Conjugaison.

Les individus conjugués se rencontrent plus fréquemment que les solitaires ; on en trouve de tout jeunes qui sont déjà accouplés. Cette conjugaison se fait suivant un mode jusqu'ici inconnu chez les Grégarines. En effet, les deux individus sont accolés, non point par leurs pôles de même nom ou de nom contraire, ni par le côté, comme je l'ai signalé chez le *Gonospora* de la Glycère, mais par une faible portion de leur tégument, située à peu près à égale distance des deux pôles. C'est ce que j'appellerai la conjugaison en *x*.

Les deux individus (fig. 5, Pl. xi) rappellent ainsi d'une manière frappante le curieux *Diplozoon paradoxum* et c'est en effet la comparaison qui est venue à l'idée des différents observateurs à qui j'ai montré cet organisme. D'autres fois, les individus conjugués sont disposés en croix et entièrement rabattus d'un même côté du point de jonction. Le couple semble alors formé de quatre segments qui

paraissent partir d'un même point et dans lesquels il est difficile de distinguer, au premier abord, ce qui revient à chacun des deux individus (fig. 7, Pl. XI). Souvent aussi, les individus sont en quelque sorte accrochés l'un à l'autre en se recourbant chacun du côté opposé au point de contact (fig. 6). Toutes ces dispositions varient d'ailleurs incessamment avec les mouvements actifs des individus conjugués, mais le point d'accolement reste toujours fixe.

Les individus sont en effet solidement accolés et bien qu'il ne paraisse y avoir aucune substance spéciale pour déterminer l'adhérence, il est très difficile de les séparer, même en les agaçant avec une fine aiguille. Si par hasard on y arrive, les individus séparés ne tardent pas à perdre leur substance par le point primitivement accolé, ce qui montre bien qu'en ce point, la paroi avait déjà reçu quelque modification.

Le couple ainsi accolé, présente des mouvements extrêmement actifs et d'une remarquable régularité. Les uns sont les mouvements très vifs de contraction en arc et de contorsion en divers sens, qui font que les quatre segments se dirigent de tous côtés en décrivant parfois des spires compliquées (fig. 6, Pl. XI) ; ainsi dans le couple représenté fig. 8, Pl. XI l'extrémité α d'un individu se déjette brusquement en α' puis revient ensuite en α et ainsi de suite ; l'autre individu fait de même. Les autres, beaucoup plus réguliers et constants, sont les contractions circulaires ondulatoires et péristaltiques que j'ai signalées plus haut. Sous leur influence, l'animal contracte et dilate alternativement une moitié de son corps, tandis que l'autre moitié se modifie exactement dans le sens opposé (fig. 1, Pl. XII).

Dans les couples, ce mouvement est vraiment remarquable car il est parfaitement régulier et isochrone ; dans toutes les observations que j'ai faites, l'animal mettait deux secondes pour qu'une de ses moitiés passe de l'état de contraction à l'état de dilatation. Par conséquent, toutes les deux secondes, et avec la régularité d'un appareil d'horlogerie, chaque conjoint contracte et dilate successivement une moitié de son individu.

Ce mouvement qui est évidemment dû à la contraction des fibrilles circulaires, débute par un des pôles et se propage rapidement par ondulations imperceptibles jusqu'à un point situé un peu plus loin que le milieu du corps et par conséquent plus loin que le point de conjugaison (fig. 1, Pl. XII). Souvent, l'extrémité par

laquelle a commencé la contraction, recommence à se dilater avant que le mouvement contractile ne soit complètement effectué, ce qui fait que souvent les individus présentent un renflement à l'un des pôles.

Pendant cette période de contraction, le noyau de la Grégarine qui est relativement gros, est chassé devant la diminution de calibre de l'animal et revient ensuite à sa position première avec la dilatation, effectuant ainsi un mouvement régulier de va-et-vient du pôle a où il est situé normalement, à un point a' , limite de la contraction, qui est toujours situé un peu plus loin que la zone d'accolement (fig. 1, Pl. XII). Ce voyage d'aller et retour du noyau, dure ainsi quatre secondes, puisqu'il en faut deux pour que la moitié de la Grégarine passe de l'état de dilatation à la phase de contraction.

Quelquefois, lors d'une contraction un peu plus intense que les autres, le noyau passe à l'autre pôle de l'animal et il continue, dans l'autre moitié de l'individu, son mouvement régulier de va-et-vient comme auparavant.

Peu à peu, les individus conjugués prennent une forme plus massive, plus ramassée (fig. 3, Pl. XII); les mouvements en arc disparaissent progressivement, à mesure que les animaux deviennent plus globuleux, mais les mouvements péristalliques continuent toujours, avec leur parfaite régularité, jusqu'à ce que la paroi du kyste soit constituée. On trouve ainsi des couples comme celui représenté dans la fig. 4 (Pl. XII), presque arrondis, chez lesquels l'enkystement est imminent et qui continuent néanmoins à présenter des contractions et dilatations alternatives, très atténuées il est vrai, mais encore parfaitement rythmiques.

Il est assez fréquent de rencontrer des individus solitaires gros et de forme ramassée, parfois voisins de la forme sphérique qui formeront sans doute des kystes à individu unique (fig 2, Pl. XII).

Que le kyste futur soit le résultat de la conjugaison de deux individus ou qu'il soit constitué par un seul être, il se produit constamment, dans la période qui précède l'enkystement, deux ordres de phénomènes excessivement intéressants et qu'il importe dès maintenant de faire connaître. Je veux parler de l'apparition des cristaux et de la formation des masses plasmodiales.

Formation des cristaux.

Voici, d'après mes recherches, et autant qu'il m'a été possible de le suivre dans les différents individus que j'ai examinés, le processus de formation de ces cristaux qui apparaissent dans la Grégarine au moment de l'enkystement et se retrouvent toujours dans les kystes.

Lorsque la Grégarine commence à devenir massive et à présenter des mouvements beaucoup moins actifs, il apparaît, à l'intérieur de son entocyte, de nombreuses vacuoles sans paroi propre, régulièrement sphériques, de diamètre variable mais n'excédant pas 30 à 40 μ ; les plus petits atteignant à peine 10 μ .

Chez d'autres individus encore plus voisins de l'enkystement, on aperçoit, dans chaque vacuole, un tout petit cristal qui commence à se former, sous l'aspect d'une petite lame transparente. Enfin, chez d'autres individus encore plus avancés, chaque vacuole renferme un cristal dont la grosseur est ordinairement proportionnée à celle de la vacuole (fig. 2, 3 et 4, Pl. XII).

Plus tard, lorsque le kyste est complètement formé et que les divisions du noyau et du protoplasma commencent à individualiser les spores, les vacuoles cristallogènes se portent au centre du kyste, puis disparaissent, laissant en ce point leurs cristaux, sous forme de l'amas sphérique que l'on trouve toujours dans les kystes du *Lithocystis* (cr, fig. 5, Pl. XIII).

Ces cristaux qui appartiennent au système clinorhombique, présentent des formes assez variées comme on le voit dans la fig. 7 (Pl. XIII) où j'en ai représenté quelques-uns. L'analyse microchimique les montre constitués par l'oxalate de chaux.

La présence d'un sel de chaux dans la Grégarine, doit je crois s'expliquer par ce fait, qu'elle vit dans un milieu renfermant comme on le sait une certaine proportion de sulfate et de carbonate de calcium en dissolution. Quant à l'acide oxalique, il faut peut-être le considérer comme un produit de désassimilation fabriqué par le parasite aux dépens des albuminoïdes dont il se nourrit.

Quoiqu'il en soit, il est certain qu'au moment où la Grégarine devra effectuer les divisions protoplasmiques qui assurent sa

reproduction et sa multiplication, ces produits étrangers seront devenus inutiles sinon nuisibles car les sporozoïtes sont toujours formés d'un protoplasma pur. Il lui faudra donc s'en débarrasser à ce moment, et c'est ce qu'elle commence à faire lors de la formation des vacuoles, que je considère comme de véritables vacuoles excrétoires analogues à celles des autres Protozoaires. Le cristal se forme ensuite progressivement à mesure que se concentre le liquide de la vacuole, et, en dernier terme, chaque vacuole renferme un cristal dont la taille est proportionnée à sa grosseur et représentant ainsi un excréta de la Grégarine.

Ce n'est que lorsque l'entocyte est totalement débarrassé de ces produits d'excrétion que commencent les premiers phénomènes de la division dont le résultat ultime est la formation des spores et des corpuscules falciformes.

Des cristaux analogues se retrouvent dans les kystes des Grégarines qui vivent dans les autres Échinodermes à test calcaire (*Spatangus purpureus*, *Echinocardium flavescens*) ce qui tend bien à démontrer que ce produit est dû à la minéralisation du milieu dans lequel vivent ces parasites.

Formation des masses plasmodiales.

L'étude de la formation des masses plasmodiales pigmentées présente un vif intérêt, car elle nous fait assister à toutes les phases de la lutte entre l'organisme infesté et le parasite envahisseur et nous met ainsi sous les yeux un des exemples les plus démonstratifs de la belle théorie de METCHNIKOFF.

Pour rechercher l'origine de ces masses pigmentées, suivons pas à pas l'évolution de Grégarine depuis la conjugaison jusqu'à l'enkystement.

Lorsqu'une Grégarine solitaire ou deux Grégarines conjuguées sont sur le point de s'enkyster, comme l'indiquent leur forme plus globuleuse et le ralentissement de leurs mouvements, on remarque que ces parasites présentent un aspect échinulé des plus singuliers, dû à ce que leur surface est entièrement recouverte de petits prolongements coniques, hyalins ou très légèrement granuleux, terminés en pointe aiguë et rigide (fig. 2 et 3, Pl. XII).

Ces prolongements sont sensiblement d'égales dimensions, régulièrement disposés côte à côte, toujours immobiles et dirigés normalement à la surface du kyste; de telle sorte que les individus arrondis et en imminence d'enkystement présentent l'aspect d'un énorme Cilié immobile, ou mieux d'une larve d'éponge dont les cils seraient rigides (fig. 4, Pl. XII).

A un plus fort grossissement, on peut voir que les prolongements, aigus à leur extrémité libre, deviennent de plus en plus larges à mesure qu'ils se rapprochent de la surface du kyste où ils s'étalent et se confondent avec la base dilatée des prolongements voisins α (fig. 6, Pl. XII). Dans cette portion basique dilatée, on observe souvent quelques granulations colorées et un espace clair qui correspond à un noyau, comme nous le verrons bientôt.

L'interprétation d'un tel aspect paraît difficile au premier abord, mais si l'on place le parasite sur le porte-objet, dans une goutte de liquide coelomique en le recouvrant d'un mince couvre-objet, on ne tarde pas à se rendre compte de la véritable nature de ces productions périphériques.

Sous l'influence de la légère pression exercée par le couvre-objet, on voit en effet, l'enveloppe hérissée qui recouvre la Grégarine, modifier profondément son aspect. Un grand nombre de pointes (fig. 6, Pl. XII) se renflent en leur milieu β , puis s'épaississent à leur extrémité γ qui devient finement granuleuse. Bientôt, de cette dilatation terminale s'échappent de véritables expansions amiboïdes, de vrais pseudopodes δ , ϵ et le corps périphérique devenu un véritable amibe, n'est plus relié à la surface du parasite, que par un mince pédicelle protoplasmique qui n'est lui-même qu'un pseudopode un peu plus long que les autres (ϵ , λ , fig. 6, Pl. XII). Finalement, cet amibe improvisé se libère complètement du kyste, toute sa substance étant passé dans le renflement terminal; en même temps il s'anastomose par ses pseudopodes, avec ses voisins, ou avec ceux qui n'ont pas encore quitté la surface du parasite.

Au bout d'un quart d'heure environ, on voit dans le voisinage de la Grégarine un réseau élégant et compliqué formé par les corps amiboïdes, complètement détachés du parasite, reliés entre eux par de nombreux pseudopodes ainsi qu'à ceux qui sont encore fixés et déjà modifiés pour le départ (fig. 8, Pl. XII). Tous ces amibes en effet ont une tendance manifeste à quitter le corps auquel ils sont fixés pour s'engager dans l'espace capillaire compris entre la lamelle

et le couvre-objet, propriété bien connue des amibocytes en général.

La préparation étant placée dans la chambre humide pendant toute la nuit, le lendemain matin, la plupart des corps amiboïdes ont quitté le parasite et pris une forme sphérique en s'isolant les uns des autres. Le kyste lui-même a fini par se rompre, et les amibes restés à sa surface ont englobé de nombreuses granulations entocytiques.

Si l'on compare maintenant ces corps amiboïdes qui sont fixés sur les Grégarines, avec les amibocytes de l'*Echinocardium* on ne trouve aucune différence, ni dans la forme, ni dans la taille ou la manière d'être en général. Il est absolument impossible de distinguer un de ces amibes venant de quitter le parasite, d'un des nombreux amibocytes qui se trouvent dans le liquide cavitaire (fig. 5, 6, Pl. XII). Dans l'un comme dans l'autre, le carmin acétique décèle immédiatement un beau noyau (fig. 5, *a* et fig. 6, *n*, Pl. XII). Enfin il existe ou non, chez les uns comme les autres des granulations pigmentées en nombre variable (*g*, fig. 6 et *b*, fig. 5, Pl. XII), ou bien de petites masses irrégulières brun d'acajou constituées par une graisse spéciale, l'échinochrome de MAC-MUNN, comme l'a démontré M. CUÉNOT (1).

La nature de ces corps amiboïdes à prolongements hyalins qui environnent les parasites, n'est donc plus douteuse. Ce sont les amibocytes de l'Oursin, qui luttent contre la grégarine envahissante, en s'appliquant étroitement et côte à côte à sa surface. Ils essaient ainsi, mais en vain le plus souvent, d'absorber cet hôte incommodant. Pas toujours cependant, car j'ai rencontré plusieurs fois de grosses Grégarines solitaires, mortes, déjà fortement altérées et dont la surface était encore recouverte de phagocytes. Dans ce cas, ces derniers ne sont plus en cet état d'attaque, caractérisé par leur disposition radiée avec pseudopodes rigides comme ceux qui sont fixés sur les Grégarines vivantes; ils sont simplement sphériques ou irréguliers, plus ou moins chargés de granulations et sans aucune activité.

Chez les Grégarines vivantes et sur le point de s'enkyster, la disposition radiée des phagocytes ne manque jamais. Ils sont fixés à la surface du parasite où ils forment en s'anastomosant par de

(1) CUÉNOT. *Étude sur le sang et les glandes lymphatiques*. Archives de Zoologie expérimentale, 2^e série, T. IX, 1891.

courts prolongements, un réseau à mailles étroites qui enveloppe complètement leur ennemi. On se rend bien compte de cette disposition, en examinant la Grégarine on un point où son contenu est transparent et permet par conséquent de voir les détails de sa surface ; au niveau du noyau par exemple.

On voit alors (fig. 7, Pl. XII), que les amibocytes sont tous reliés les uns aux autres par des prolongements assez courts, mais ne sont jamais fusionnés en un seul plasmode. Le fait qu'ils prennent chacun la forme sphérique, après la rupture du kyste, le prouve d'ailleurs suffisamment, contrairement à l'opinion de M. GEDDES (1) qui considère la fusion des amibocytes comme complète et formant un véritable plasmode, lorsque ceux-ci se prennent en masse dans le liquide viscéral extrait de l'organisme (2).

Chaque amibocyte, ainsi fixé sur le parasite et relié à ses semblables, présente, de plus, un prolongement hyalin, conique, libre et toujours dirigé normalement à la surface du kyste. Ce sont tous ces pseudopodes qui donnent à la Grégarine l'aspect hérissé que j'ai décrit plus haut et représenté dans les fig. 2, 3 et 4 (Pl. XII). J'ignore quel est exactement le rôle de ce singulier prolongement, mais je constate qu'il caractérise, en l'espèce, un état d'activité toute particulière du phagocyte.

Il est bien probable que cette disposition si particulière des amibocytes, en lutte contre le parasite, n'est pas spéciale aux Spatangoïdes ; en se reportant aux figures de LIEBERKÜHN (3) dans lesquelles cet auteur représente des *Grégarines échinulées* trouvées dans le Lombric, on ne peut s'empêcher de remarquer que ces formes jusqu'ici énigmatiques, ressemblent singulièrement à celles que je viens de décrire et ne sont peut-être que des monocystis assiégés par les amibocytes du Lombric.

Pendant la jeunesse des Grégarines, et même pendant les débuts de la conjugaison, on n'observe jamais de phagocytes à leur surface, sans doute à cause des mouvements extrêmement vifs que présentent alors ces parasites, mouvements qui paraissent bien en effet avoir

(1) GEDDES. *Sur la lymphe des Oursins*. Arch. de Zool. exp., t. VIII, 1879-80.

(2) Cette manière de voir est d'ailleurs combattue par M. A. MICHEL qui démontre que dans les prétendus plasmodies du Lombric, chaque cellule lymphatique conserve en réalité son individualité. *C. R. Ac. d. Sc.*, 28 mai 1888.

(3) LIEBERKÜHN. *Evolution des Grégarines*, 1854, fig. 9 et 10, Pl. VII.

pour but d'éloigner les assiégeants. Ce n'est qu'à l'approche de l'enkystement, lorsque la Grégarine globuleuse ne présente plus que de faibles contractions, que ceux-ci réussissent enfin à prendre pied sur l'ennemi et à s'accoler étroitement à sa surface. Mais bientôt aussi, la Grégarine va s'enkyster définitivement en sécrétant une paroi résistante et inattaquable par les phagocytes.

Désormais, ces derniers n'auront plus d'action sur le parasite qui va continuer tranquillement son travail de sporulation renfermé dans sa forteresse inexpugnable. Aussi, à partir de ce moment, les phagocytes quittent-ils leur disposition de combat; ils ne sont plus groupés en rangs serrés avec les pseudopodes radiés, terminés en pointe hyaline. Déjà, un grand nombre, bourrés de granulations pigmentaires sont immobiles et agglutinés à la surface du kyste. Bientôt, la plupart vont succomber à la tâche et déformés, altérés, en voie de dégénérescence, ils vont former autour du kyste, ces masses noires, granuleuses irrégulières, au milieu desquelles rampent encore les derniers survivants.

Ainsi se constituent ces masses plasmodiales pigmentées qui environnent les kystes mûrs, dans la cavité générale de l'Échinoderme (*cb*, fig. 5, Pl. XIII).

Kystes.

Le kyste, comme je l'ai dit, peut résulter d'un seul individu ou de la conjugaison préalable de deux Grégaires. Dans ce dernier cas, il arrive parfois que les deux individus sporulent chacun pour leur propre compte, sans résorber leur cloison, et donnent ainsi un kyste géminé dont chaque loge présente une sphérule de cristaux. Ces deux loges se trouvent ensuite réunies dans une même gangue plasmodiale d'amibocytes dégénérés et pigmentés. Mais, le plus souvent, les deux individus conjugués confondent leur substance et se réunissent finalement en un kyste unique très gros, qui renfermera plus tard, une seule sphère cristalline en son centre.

Le travail de la sporulation commence dès que le parasite est enkysté et protégé des phagocytes par sa paroi propre *pp*. (fig. 5, Pl. XIII). Pendant que les noyaux et le protoplasma actif se portent à la périphérie pour former les sporoblastes, les vacuoles cristallogènes disparaissent par diffusion, laissant à nu les cristaux qui se

rassemblent vers le centre en une sphère régulière, se disposant ainsi exactement comme les granulations inutiles qui forment les pseudo-kystes des Stylorhynchides et des Dactylophorides.

Le liquide des vacuoles se répand alors dans l'intérieur du kyste, de telle sorte qu'à leur maturité, les spores ne sont pas étroitement pressées dans celui-ci, comme chez les autres Grégarines; elles peuvent ainsi modifier leur disposition primitive (fig. 1, Pl. XIII), pour venir s'accoler par leurs capsules terminales et former d'élégantes rosettes disséminées dans le kyste mûr (*sp*, fig. 5, Pl. XIII).

A la maturité les kystes montrent donc (fig. 5, Pl. XIII): 1° une enveloppe externe, irrégulière, formée par les masses plasmodiales pigmentées *cb*; 2° une paroi propre *pp*; 3° un liquide intérieur issu des vacuoles et renfermant 4° les spores disposées en bouquets *sp*; 5° le pseudo-kyste cristallin *cr*.

C'est l'état sous lequel on les rencontre, parfois en grand nombre, au milieu des masses pigmentées, dans les divers points signalés plus haut de la cavité générale des Spatangoïdes, où ils paraissent avoir été entraînés, par la simple loi de la pesanteur.

Spores.

Comme toutes les spores des Grégarines, les spores du *Lithocystis* (Pl. XIII), passent d'abord par l'état granuleux de sporoblaste; à ce moment, l'épispore caractérisée par son long prolongement caudal tubuleux est déjà formée (fig. 3, *a*). Puis, le noyau du sporoblaste se divise à son tour, et il se forme finalement huit corpuscules dans chaque spore. Ceux-ci sont diversement disposés, tantôt en spirale, pressés les uns contre les autres, tantôt placés régulièrement autour d'un nucleus de reliquat, constitué par un seul gros ou plusieurs petits granules réfringents (fig. 1 à 4, Pl. XIII). Une simple pression sur le couvre-objet les fait souvent sortir de la spore par un orifice qui se forme au sommet; ils montrent alors des mouvements assez actifs lorsqu'ils sont placés dans le liquide cavitaire de l'Oursin.

La spore présente deux parois distinctes: 1° l'épispore assez intimement appliquée sur l'endospore sauf à la base où elle se prolonge en un long appendice tubuleux et hyalin, très frêle, d'un diamètre un peu moindre que celui de la spore (*ep*, fig. 1, 2 et 3). Ce prolongement

tubuleux se termine en pointe à la base, tandis qu'au sommet de la spore il s'élargit en une petite cupule *c* (fig. 2). C'est précisément la coupe optique des parois de ce tube transparent, qu'on avait interprétée au début comme deux filaments s'attachant à l'équateur de la spore. Lorsqu'on met les spores en présence de l'eau de mer, cette épispore se gonfle ce qui permet d'étudier exactement sa disposition (fig. 3, *b*).

2° L'*endospore* ovoïde, à paroi plus épaisse que l'épispore et légèrement rétrécie au sommet où elle présente un petit épaississement réfringent situé sous la cupule. C'est à ce point que se forme l'orifice de déhiscence pour la sortie des sporozoïtes (fig. 6, *o*).

Au début, les spores sont toutes réunies en bouquet par l'extrémité caudale de l'épispore (fig. 1); dans la suite, à cause de l'ampleur du kyste renfermant en même temps le liquide des vacuoles, elles se détachent et viennent s'accoler par leur cupule terminale qui sécrète probablement une substance agglutinante. En même temps le prolongement tubuleux de l'épispore se rétracte en s'entortillant en spirale, de façon à devenir une véritable queue filiforme, analogue à celle des urospores typiques (fig. 2). Ceci démontre bien, comme je l'ai déjà prouvé dans un précédent travail (1), que la queue des urospores est une dépendance de l'épispore.

Les spores ainsi accolées par leur cupule terminale, forment à l'intérieur du kyste, de gracieuses petites étoiles comprenant de 4 à 10 spores rarement plus, qui se détachent en teinte sombre sur les parties claires du kyste vu par transparence, et, au contraire en blanc, sur la partie sombre constituée par la sphère de cristaux (fig. 5).

Les spores sont de deux dimensions différentes : les unes, grosses, ou macrospores, les plus rares, fig. 2 (à droite), plus ventrues et renfermant de gros sporozoïtes, mesurent environ 25 μ grand axe sur 13 μ petit axe. Les autres, spores normales, les plus fréquentes, ont à peu près la même longueur que les premières, mais sont beaucoup plus étroites (9 μ seulement pour le petit axe) fig. 2 (à gauche). Elles renferment des sporozoïtes plus petits que ceux des macrospores, mais les kystes à spores normales ne sont pas forcément plus petits que ceux qui contiennent des macrospores.

(1) L. LÉGER. *Recherches sur les Grégarines*, Tab. Zoolog. Poitiers, 1892.

Dans le *Lithocystis* du *Spatangus purpureus* que j'ai été à même d'étudier à la station zoologique d'Endoume (Marseille) les spores sont de forme et de dimensions un peu différentes des précédentes. Les macrospores mesurent 22 μ sur 12 μ . Les spores normales 14 μ \times 8 μ . D'une façon générale, les spores normales sont plus arrondies que celles du *Lithocystis* de l'*Echinocardium* et la cupule terminale est plus développée (fig. 4, Pl. XIII); mais ces différences sont de trop minime importance pour qu'il y ait lieu d'en faire une espèce distincte du *Lithocystis Schneideri*.

Evolution du parasite et Bactérie de l'intestin de l'*Echinocardium*.

A cause de leur situation dans la cavité générale de l'Oursin, les kystes et par conséquent les spores, ne sont mis en liberté qu'à la mort de l'hôte. Celle-ci paraît être favorisée, du moins en certaines localités, par une affection bactérienne particulière qui se développe dans la paroi intestinale, au voisinage du rectum, et produit en ce point, une désorganisation profonde de tissus, susceptible je crois, d'entraîner une perforation intestinale mortelle.

On voit en effet, dans un grand nombre d'*Echinocardium* recueillis à Wimereux, la portion terminale du tube digestif présenter un boursoufflement de couleur noire qui contraste vivement avec la teinte jaune clair du reste, et au niveau duquel la paroi intestinale est extrêmement amincie, désorganisée et prête à se rompre.

En disséquant avec soin cette région, on trouve dans l'intestin, au niveau du boursoufflement, une sorte de masse pâteuse, gris-noir semblable à de l'argile. Si on place alors un fragment de la paroi intestinale altérée, sous le microscope, on constate que l'épithélium est totalement envahi et dissocié par des filaments bactériens extrêmement longs, enchevêtrés, recourbés en tous sens et insinués entre les cellules. Ces filaments (fig. 8, Pl. XIII) qui montrent des mouvements propres assez actifs, renferment un contenu homogène et se colorent rapidement par le violet de gentiane. Quelques-uns se montrent à l'état de sporulation. Les spores *sp* de forme allongée se forment à l'intérieur du tube qui se plisse souvent en zig-zag au niveau des

espaces libres (fig. 8). Finalement les spores sont mises en liberté en sortant par la lumière du tube p (fig. 8) et se développent en nouvelles bactéries.

Cette bactérie dont l'étude mériterait d'être approfondie, est certainement une des plus grosses parmi les espèces pathogènes. On la distingue facilement aux plus faibles grossissements et même à l'œil nu comme un fin chevelu à la surface de l'épithélium atteint.

Les spores du *Lithocystis*, parvenues dans le milieu extérieur, sont avalées par un autre *Echinocardium* avec sa nourriture. Sous l'influence des sucs digestifs de l'Oursin (1), elles s'ouvrent pour livrer passage aux sporozoïtes qui, ne trouvant pas sans doute dans l'intestin toujours bourré de sable, un milieu propice à leur développement, traversent de suite la paroi intestinale et arrivent dans la cavité générale où ils deviennent les monocystis parfaits que j'ai décrits au début.

C'est d'ailleurs une règle générale dans l'évolution des Grégarines, que ces parasites passent de suite dans la cavité générale ou ses dépendances, chez les hôtes dont le tube digestif est toujours rempli de terre ou de gravier et n'offre pas, par conséquent, un milieu favorable au développement d'organismes aussi délicats.

Voilà pourquoi les Monocystidées parfaites ou cœlomiques sont les Grégarines qu'on observe le plus souvent chez les Vers et les Échinodermes.

Marseille, 15 février 1897.



(1) J'ai essayé de provoquer expérimentalement la déhiscence des spores en les plaçant dans du liquide digestif recueilli dans le cœcum gastrique. Au bout d'une demi-heure quelques-unes avait réellement livré passage aux sporozoïtes (fig. 6, Pl. xiii); mais, d'une façon générale le résultat est loin d'être aussi parfait que chez les Stylorhynchides et les Dactylophorides où toutes les spores sans exception se vident rapidement de leurs corpuscules.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XI.

- Fig. 1. — Très jeune individu du *Lithocystis Schneideri* ne différant du sporozoïte que par sa taille un peu plus grande.
- Fig. 2 et 3. — Individus un peu plus âgés.
- Fig. 4. — Individu adulte.
- Fig. 5, 6 et 7. — Différents aspects sous lesquels on rencontre les individus conjugués et doués de mouvements très vifs, dans le liquide cavitaire de l'*Echinocardium*.
- Fig. 8. — Etat sous lequel on rencontre le plus fréquemment les individus conjugués.
 α , α' , positions que prennent successivement chacune des moitiés des individus conjugués dans les mouvements réguliers de flexion et d'extension.
- Fig. 9. — Montrant les sillons longitudinaux de l'épicyte, et le pôle proximal de la Grégarine correspondant au rostre du sporozoïte.
- Fig. 10. — Couche striée ou myocyte après l'action du chlorure d'or.
Tous les états représentés par ces figures, se rencontrent dans le liquide de la cavité générale de l'Echinocardium et des Spatangus.

Planche XII.

- Fig. 1. — Montrant les deux formes que prennent successivement les individus conjugués sous l'influence des contractions circulaires et ondulatoires.
 a et a' , positions extrêmes prises par le noyau dans ce mouvement. Le sens des flèches indique la direction que prend successivement le noyau dans son mouvement de va-et-vient.
- Fig. 2. — Individu solitaire de forme déjà ramassée, et sur le point de s'enkyster. Les amibocytes sont déjà fixés à sa surface et son contenu renferme d'abondantes vacuoles à cristaux.
- Fig. 3. — Deux individus vers la fin de la conjugaison et sur le point de se renfermer dans un même kyste. Les mouvements considérablement ralentis ont permis aux amibocytes de se fixer à leur surface. Leur contenu montre les vacuoles cristallines.
- Fig. 4. — Etat qui succède immédiatement à celui représenté dans la figure précédente et montrant les débuts de l'enkystement à deux. Les mouvements sont devenus presque nuls et les phagocytes sont solidement fixés à la surface du kyste tout en conservant un pseudopode rigide, libre, dirigé normalement à cette surface. Les cristaux sont complètement formés dans les vacuoles.

- Fig. 5. — *a*, un amibocyte de l'*Echinocardium* examiné vivant dans le liquide de la cavité générale.
b, le même montrant un beau noyau sous l'action du carmin acétique.
- Fig. 6. — Les phagocytes vus à un très fort grossissement, fixés à la surface du kyste. Quelques-uns commencent déjà à quitter le kyste, sous l'action d'une pression modérée du couvre-objet.
α, β, γ, δ, ε, λ, formes que prend successivement le pseudopode libre lorsque le phagocyte va quitter la surface du kyste.
g, granulations colorées dans l'intérieur des phagocytes.
n, noyau difficile à voir sur le vivant.
- Fig. 7. — Phagocytes vus de face à la surface du kyste au niveau du noyau. Le cercle entier représente un des noyaux du kyste. En ce point, le contenu transparent permet de voir le réseau formé par les cellules amiboïdes à la surface du kyste.
- Fig. 8. — Réseau formé par les phagocytes dans les environs immédiats du kyste au bout de vingt minutes de compression modérée du couvre-objet.

Planche XIII.

- Fig. 1. — Bouquet de cinq spores réunies par l'extrémité de leur épisore telle qu'on les observe dans le kyste au commencement de la maturation des spores.
- Fig. 2. — Macrospore et microspore dessinées à la chambre claire pour montrer leurs dimensions relatives.
c, cupule du sommet ; *e p*, épisore formant le filament caudal. Ce dernier est enroulé en spirale dans la microspore.
- Fig. 3. — *a*, spore encore à l'état granuleux avant la différenciation des sporozoïtes.
b, spore mûre ; l'épisore *e p* s'est gonflée sous l'action de l'eau de mer et montre nettement l'endospore *en* renfermant les sporozoïtes.
- Fig. 4. — Spore mûre du *Lithocystis* du *Spatangus purpureus* avec le prolongement de l'épisore *f* formant le filament caudal.
- Fig. 5. — Kyste mûr de *Lithocystis* du *Spatangue*, représentant l'état sous lequel on rencontre ordinairement ce parasite.
cb, couche d'amibocytes dégénérés, granuleux et chargés de pigment.
pp, paroi propre du kyste.
sp, bouquet de spores mûres réunies par leur cupule terminale.
cr, amas sphérique de cristaux.
- Fig. 6. — Spore ouverte ; l'épisore est éclatée. L'endospore laisse sortir les sporozoïtes *s* par l'orifice du sommet *o*.
- Fig. 7. — Différentes formes de cristaux du kyste de *Lithocystis*.
- Fig. 8. — Bactérie se développant dans l'épithélium de la région postérieure de l'intestin où elle produit de profondes altérations.
sp, ses spores ; *p*, paroi du tube renfermant les spores.



DESCRIPTION DE *PRESTWICHIA AQUATICA* LUBBOCK *

PAR

VICTOR WILLEM,

Chef des travaux pratiques de zoologie à l'Université de Gand.

Planche XIV.

En 1863, dans *Transactions of the Linnean Society of London* (1), J. LUBBOCK signalait l'existence de deux formes d'Hyménoptères nageant sous l'eau ; l'une, *Polynema natans*, au moyen de ses ailes ; l'autre, *Prestwichia aquatica*, grâce aux mouvements rapides de ses pattes. Depuis cette époque, GANIN (2) a étudié le développement embryonnaire de la première de ces deux espèces ; elle a été retrouvée ensuite en Wurtemberg (3) ; enfin F. ENOCK, en Angleterre, a rencontré de nombreux exemplaires de cet Hyménoptère qu'il identifie avec *Caraphractus cinctus* HALIDAY (4).

Découvert en 1862 par LUBBOCK qui n'avait trouvé que la forme femelle, *Prestwichia aquatica* n'a été revu qu'en 1896 par ENOCK ; le mâle a été pris pour la première fois par ce naturaliste dans un fossé à Epping, en juin (5) ; moi-même, au mois d'août, j'ai eu l'occa-

* Travail au Laboratoire de Zoologie de l'Université de Gand.

(1) J. LUBBOCK. On two aquatic Hymenoptera, one of which uses its wings in swimming. *Trans. Lin. Soc. London*, vol. XXIV, p. 135, 1863.

(2) GANIN. Beiträge zur Erkenntniss der Entwicklungsgeschichte bei den Insecten. *Zeitschrift f. wiss. Zoologie*, Bd. 19, 1869.

(3) VOSSELER. Einige Seltenheiten aus dem Insektenreiche. *Jahreshefte Ver. Vaterl. Naturk. Würtbg.* 52 jahrg., p. LXXXVI, 1896.

(4) FRED-ENOCK. An aquatic Hymenopterous Insect. *Nature*, 30 may 1895. Aquatic Hymenoptera, *Ibid.*, 14 may 1896.

(5) *Entomological Monthly Magazine* ; (2), vol. 7, aug. 1896, p. 183.

sign de capturer à Gand plusieurs exemplaires, mâles et femelles, de ce Chalcidien rare (1).

L'étude des échantillons recueillis (six femelles, trois mâles) m'a permis de préciser la description trop sommaire et quelquefois fautive donnée par LUBBOCK de la forme femelle, et de décrire la forme mâle, que F. ENOCK n'a guère caractérisée (2). Je me suis efforcé de pousser cette étude difficile aussi loin que le permettaient l'extrême petitesse de l'animal, son opacité et le petit nombre de mes exemplaires. J'y ai été engagé par cette considération que, jusqu'à présent, la morphologie du groupe d'Hyménoptères auquel appartient *Prestwichia* a été fort négligée par les entomologistes spécificateurs, parce qu'elle exige une longue patience et souvent la « destruction » de spécimens précieux.

* * *

Le corps de la femelle mesure un peu moins d'un millimètre; celui du mâle est long d'environ sept dixièmes de millimètre. La tête, le pronotum et l'abdomen sont bruns, le reste du corps et les appendices, de couleur fauve.

La tête, aplatie, porte deux gros yeux composés, saillants et trois ocelles. Les antennes, coudées, sont formées de sept segments; le premier long, le deuxième plus court et piriforme, les cinq derniers constituant une masse en forme de fuseau; le sixième présente supérieurement une carène proéminente. LUBBOCK a donné de ces organes une description complètement inexacte: entre autres choses, il admet l'existence d'un petit segment entre le premier et le deuxième; de plus, le troisième, petit et cupuliforme, lui a échappé (3).

(1) *Annales de la Société entomologique de Belgique*, t. XL, 1896.

(2) « It is apterous, three quarters of millimetre long, resembling in colour and appearance a poor starved flea, an as active when on the surface of the water, which it has some difficulty in entering; though when on leg is through the film it appears to lever itself down and swims easily, using its second legs principally ».

(3) « The antennæ consist of six or seven segments; the first is long, and near the apex shows a trace of division. Assuming, from the analogy of *Trichogramma evanescens*, that this is a true joint, the second segment is short and round. The third is longer, and increases somewhat in size towards the apex; the fourth is similar in shape, but smaller. The rest of the organ forms a club-like mass, which appears to be composed of three segments; the last joint, however, is very indistinctly marked ». *Loco citato*, p. 140. Quelques lignes plus haut, d'ailleurs, le même auteur déclare que l'antenne est « 10-jointed » et en décrit les dix segments.

La fig. 1 ci-contre, montre la tête, de face ; la fig. 3 (Pl. xiv), la mandibule gauche du mâle, vue par en-dessous ; la maxille ne porte pas de palpe développé ; la fig. 2 représente la bouche, vue inférieurement : faute de points de comparaison avec les organes similaires d'autres Hyménoptères, je ne veux pas tenter actuellement d'homologuer les parties constitutives de la lèvre inférieure de *Prestwichia*.

Au thorax, le pronotum a la forme d'un pentagone allongé, le sommet médian étant dirigé vers la tête ; il porte une paire de soies et est accompagné, de chaque côté, d'une pièce quadrangulaire sur laquelle s'insère une soie. Le lobe médian du mesoscutum, pourvu d'une paire de soies, est flanqué de deux parapsides irrégulièrement triangulaires. Le mesoscutellum est étroit, le métanotum, trapézoïdal.

La femelle est pourvue de deux paires d'ailes que je ne veux pas décrire en détails : la fig. 2 (Pl. xiv) en donne une idée suffisante. Chez le mâle, les ailes sont rudimentaires : celles de première paire, fortement gondolées, portent postérieurement trois longues soies ; celles de seconde paire présentent à la pointe deux soies beaucoup plus petites (fig. 4).

L'extrémité du tibia de la première paire de pattes porte inférieurement une épine tridentée ; celui de la deuxième paire, une épine aussi ; celui de la troisième paire une grande épine, suivie, du côté interne, de six plus petites (fig. 5).

Les articles du tarse sont au nombre de trois, — et non de quatre, comme LUBBOCK l'admet par erreur (p. 141) : à peu près égaux aux pattes I et II, ils diminuent de longueur, à la paire III, du premier au dernier.

Le troisième article du tarse (fig. 6 et 7) porte deux ongles falciformes, munis de deux pointes accessoires, et, au milieu de ces deux

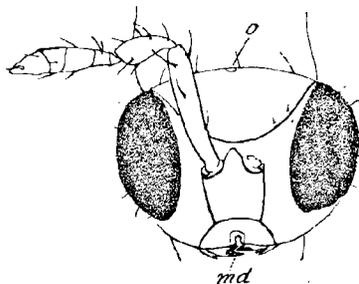


FIG. 1. — *Prestwichia aquatica*. Tête vue antérieurement, X 130.
md, mandibule ; o, ocellus médian.

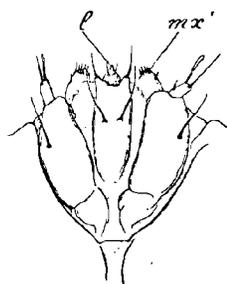


FIG. 2. — *Prestwichia aquatica* ♂. Bouche, face postérieure, X 260.
mx', première maxille gauche ; l, extrémité de la ligula.

productions, un organe curieux, d'une structure extrêmement compliquée et difficile à débrouiller à raison de sa petitesse. Sa forme générale est celle d'une cloche pédunculée (fig. 7) soutenue par une nervure dorsale médiane a et deux épaissements b croisant celle-ci à angle droit. Si on observe, sous le microscope, l'animal marchant sur une surface lisse et humide, on voit qu'il applique cet organe sur le sol, en étale le pourtour par compression, de façon à lui donner l'aspect dessiné fig. 8, et le fait fonctionner comme ventouse, pendant que les deux ongles inactifs reposent sur le sol par leur bord convexe. Lorsque la patte se soulève, la ventouse se rétracte grâce à l'élasticité propre des épaissements de sa paroi, pour s'écraser de nouveau au pas suivant. Quand l'animal progresse sur une surface raboteuse, sèche, ce sont les ongles qui servent d'organes fixateurs et la ventouse se replie complètement de façon à prendre l'aspect représenté fig. 6 (1). Pour cela, la pointe p (fig. 8) revient vers le centre, le pourtour de la ventouse se resserre comme il est dessiné fig. 7; celle-ci se plie en deux transversalement, la moitié distale se rabattant sur la moitié basale; et l'ensemble se trouve abrité sous la pièce c qui se plie à son tour en deux, longitudinalement.

L'abdomen de la femelle présente huit tergites. Les deux derniers constituent par leur ensemble une gouttière ouverte vers le bas, élargie en avant, qui fonctionne comme gaine de la tarière et vraisemblablement comme pondoir (fig. 9). Ces deux tergites se sont fortement développés vers la partie antérieure de l'animal, disposition qui a reporté en avant l'orifice génital et probablement aussi l'anus; le premier est situé en g ; je n'ai pu découvrir le second. La tarière elle-même, longue, effilée, est formée d'une pièce en gouttière, à ouverture supérieure; elle se termine en pointe dentelée, les dents étant constituées par des ondulations de la lèvre gauche de la gouttière. Me fondant sur sa structure et sur sa position, je considère cette tarière comme formée par l'urite du huitième segment abdominal.

L'abdomen du mâle ne présente, facilement discernables, que sept tergites, dont le dernier porte de chaque côté deux protubérances garnies de soies (fig. 10). Ventralement, on compte sept urites, plus un organe, implanté au milieu de l'abdomen, pouvant se loger dans

(1) Comparer avec la fig. 15 du mémoire de LUBBOCK.

une dépression médiane (fig. 10), ou se redresser vers l'avant de l'animal, comme il est représenté figure 1. Ce « pénis » qui, à première vue, paraît avoir la forme d'un cuilleron à surface inférieure creuse, est en réalité une pièce en gouttière, à concavité tournée vers le haut. Il est inséré immédiatement en avant de l'orifice génital (g, fig. 1) et doit être considéré comme l'urite du huitième segment abdominal et l'homologue, par conséquent, de la tarière de la femelle.

* * *

Tandis que LUBBOCK (1) affirme que *Polynema natans* est pourvu d'un système trachéen, — sans d'ailleurs en donner la moindre description, — GANIN prétend qu'il n'existe de trachée ni chez la larve, ni chez l'insecte parfait (2). L'existence d'un appareil trachéen chez *Prestwichia* permet de considérer la première de ces deux opinions comme extrêmement probable.

Prestwichia possède une seule paire de stigmates, métathoracique. Il en part un tronc court, qui, après avoir fourni deux petites branches, se divise en un rameau abdominal et un rameau antérieur ; celui-ci se distribue principalement aux pattes d'abord, puis à la tête, comme il est indiqué sur la figure ci-contre. Je n'ai pas observé d'anastomose transversale entre les deux systèmes droit et gauche.

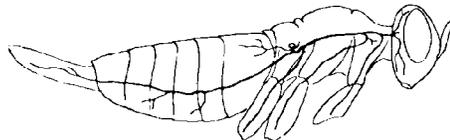


FIG. 3. — *Prestwichia aquatica*. ♀, vue de profil. Système trachéen, X 60.

Le fait, déjà observé par LUBBOCK et ENOCK, que l'Hyménoptère peut rester plusieurs heures sous l'eau sans revenir à la surface et sans entraîner avec lui de bulle d'air, l'absence de sac aérien sur le trajet de son appareil trachéen, démontrent chez cet animal l'existence d'une respiration cutanée fort développée. La rudimentation du système trachéen est vraisemblablement en relation avec ce phénomène et l'exiguïté du corps de l'Hyménoptère.

(1) LUBBOCK. *Mémoire cité*, p. 136.

(2) GANIN. *Mémoire cité*, p. 427.

F. ENOCK range *Prestwichia* dans la famille des *Mymaridæ*; s'il en est ainsi, cette forme ne rentre dans aucune des deux sous-familles établies par HOWARD et ASHMEAD (1): les *Mymarinae*, à 4 articles au tarse et les *Gonatocerinae*, à 5 articles; les tarses de *Prestwichia* ne présentent en effet que trois segments: on ne peut considérer l'ensemble de la ventouse et de la pièce qui l'abrite comme un quatrième article, car le troisième portant les ongles constitue le segment terminal.

La structure des appareils génitaux mâle et femelle diffère profondément de celle des mêmes organes chez les Proctotrupiens, telle qu'on la trouve décrite dans le mémoire d'ASHMEAD (2). Si ces appareils sont construits chez tous les *Mymaridæ* sur le même plan que ceux de *Prestwichia*, cette différence suffit pour séparer définitivement, avec ASHMEAD, ces Hyménoptères des Proctotrupiens.

* * *

J'observai mes exemplaires de *Prestwichia* dans un aquarium où avaient été déposés des tiges de *Potamogeton* recueillies dans un fossé des environs de Gand; ils y apparurent brusquement, à peu près en même temps que de très jeunes larves d'*Agrion*. Ce détail, l'absence dans l'aquarium d'autres formes d'Arthropodes, le fait constaté par GANIN que les œufs de *Polynema natans* sont pondus dans les œufs d'*Agrion virgo*, me portent à admettre que *Prestwichia* aussi est parasite des œufs d'une espèce du même genre: une ponte d'*Agrion* déposée sur *Potamogeton* et partiellement infestée par *Prestwichia*, aura introduit simultanément les deux formes dans mon aquarium d'eau douce.

L'Hyménoptère femelle progresse dans l'eau à la façon des Hydrachnes, en se servant de ses pattes comme rames; on le voit aussi marcher, dans le sein du liquide, sur les plantes et les parois de l'aquarium, les ailes repliées sur le dos, comme LUBBOCK l'a représenté fig. 11 de son mémoire. L'animal peut aussi s'observer

(1) HOWARD and ASHMEAD. On some reared parasitic hymenopterous Insects from Ceylon. *Proceed. U. S. National Museum*, vol. XVIII, 1896.

(2) ASHMEAD. Monograph of the North American Proctotrypidæ. *Bulletin U. S. National Museum*, n° 45, 1893.

marchant à la surface de l'eau ; lorsqu'il veut pénétrer dans le liquide, il baisse la tête, l'enfonce verticalement, se pousse par quelques mouvements rapides des pattes et se trouve bientôt marchant, dans une posture renversée, sur le plan de séparation de l'eau et de l'air. Quelques secousses le détachent de la surface et le rendent libre à l'intérieur du liquide.

LUBBOCK n'a pu réussir à faire voler ses spécimens de *Polynema* en les touchant avec la pointe d'une épingle et la question du vol des Hyménoptères aquatiques reste pour lui indécise. Je n'ai pas non plus observé le vol de *Prestwichia* femelle ; mais la structure des ailes (semblables à celles d'autres Chalcidiens, et analogues à celles des Thrips), la dispersion géographique de ces animaux et certaines de leurs allures me démontrent que le sexe femelle est capable de voler. J'ai remarqué un de mes échantillons, sorti de l'eau, se lissant les ailes mouillées au moyen des pattes postérieures, et continuant ce manège pendant plus d'une demi-heure ; de temps en temps, il s'interrompait pour relever les ailes et les faire rapidement vibrer, vraisemblablement dans le but de les sécher. Un faux mouvement l'ayant fait retomber dans l'eau, je n'ai pu vérifier si, ce que je crois probable, ce sont là les opérations préliminaires au vol.

Le mâle a les mêmes allures aquatiques que la femelle ; hors de l'eau, il m'a paru avoir les mouvements plus paresseux que celle-ci et je dois reconnaître que la ressemblance que lui trouve F. ENOCK, avec une « pauvre puce affamée » rend bien, au point de vue pittoresque, l'impression misérable que fait cette créature à pattes longues et grêles, à ailes invisibles, à démarche embarrassée.

Gand, 1^{er} février 1897



EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV.

Prestwichia aquatica LUBBOCK. [Figures dessinées à la chambre claire.]

- Fig. 1. — Le mâle, vu de profil, $\times 85$.
g, orifice génital.
- Fig. 2. — La femelle, vue de profil, $\times 60$.
- Fig. 3. — Mandibule gauche (du mâle) vue par en-dessous, $\times 260$.
- Fig. 4. — Ailes droites du mâle, vues du côté externe, $\times 225$.
- Fig. 5. — Extrémité du tibia de la patte 3 droite, vue du côté interne, $\times 260$.
- Fig. 6. — Patte de première paire : dernier article du tarse, vu de profil, côté interne, $\times 435$.
 III, 3^e article du tarse ; *c*, pièce cachant la ventouse repliée.
- Fig. 7. — Patte de première paire : dernier article du tarse, vu inférieurement, $\times 1450$.
t, 3^e article du tarse ; *o*, un ongle ; *a*, nervure médiane dorsale de la ventouse ; *b*, épaissement transversal dorsal ; *c*, pièce recouvrant la ventouse quand elle se replie ; *p*, pourtour de l'orifice, à demi-resserré, de la ventouse.
- Fig. 8. — Ventouse complètement étalée, appliquée sur une lame de verre, vue inférieurement. Grossissement approximatif : 1000.
p, pointe interne du pourtour, correspondant au point *p* de la fig. 7.
- Fig. 9. — Abdomen de la femelle, vu obliquement, $\times 160$.
*c*³, coxa de la 3^e patte ; *g*, orifice génital ; 3, 6, 7, 8, tergites des segments abdominaux ; 4', urite du 4^e segment ; 8', urite du 8^e segment transformé en tarière.
 A côté, un œuf, même grossissement.
- Fig. 10. — Extrémité de l'abdomen du mâle, vue obliquement, $\times 160$.
 8', urite du 8^e segment, transformé en « pénis ». A côté, extrémité de ce pénis, vue dorsalement.
- Fig. 11. — Tête et thorax de la femelle, côté gauche vu obliquement, $\times 135$.
 1, 2, 3, coxæ des pattes de 1^{re}, 2^e, 3^e paires ; *s*, stigmate ; *a*, *a'*, implantations des ailes.



SUR LE MÉCANISME DE L'ADAPTATION FONCTIONNELLE,

RÉPONSE A M. LE DANTEC,

PAR

L. CUÉNOT,

Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

On connaît le phénomène de l'*adaptation fonctionnelle*: tout organe a un taux de fonctionnement qu'on peut considérer comme normal, pendant lequel il conserve un volume constant; lorsque le fonctionnement dépasse ce taux, pour une raison ou pour une autre, l'organe augmente notablement de volume et par suite de puissance (hypertrophie du cœur dans le cas d'insuffisance valvulaire, grossissement d'un muscle ou d'un centre nerveux à la suite d'un exercice répété, hypertrophie du rein ou du testicule dans le cas d'extirpation de l'autre organe); de même un organe qui fonctionne très en dessous de son taux normal s'atrophie plus ou moins (muscles d'un membre immobilisé). En d'autres termes, il y a dans tout organisme une auto-régulation telle qu'un organe a presque toujours un volume proportionné au travail que les circonstances le forcent à accomplir.

M. LE DANTEC (1) pense avoir trouvé une explication très simple du mécanisme de l'adaptation fonctionnelle. Quand une cellule est plongée dans un milieu favorable (condition n° 1), les réactions qui se passent entre la cellule et le milieu peuvent être représentées par l'équation suivante :

$$a + Q = \lambda a + R$$

a étant la quantité de substances protoplasmiques et nucléaires qui existent au début de l'expérience, Q les matières retirées du

(1) LE DANTEC. Théorie nouvelle de la vie, Paris, Alcan, 1896.

milieu pendant l'expérience, λ un nombre plus grand que 1, et R les produits fabriqués par la cellule ou rejetés par elle durant l'expérience : ainsi 1 gramme de levure de bière + tant de grammes de liquide Pasteur donnent au bout d'un temps t , 2 grammes de levure + tant de grammes d'alcool, d'acide carbonique, etc. ; pour un muscle qui se contracte, Q représente le glycogène et le glucose dont l'énergie potentielle sera transformée en travail, R représente l'acide carbonique, l'eau, etc. On voit que M. LE DANTEC diffère de l'opinion courante (CL. BERNARD et biologistes modernes), en affirmant que la production du travail coïncide avec une augmentation forcée de la quantité de protoplasma et de noyau dans la cellule.

Le gain de substances plastiques se perd durant le repos fonctionnel (condition n° 2) ; le protoplasma et le noyau interviennent dans les réactions chimiques qui se produisent au repos, et qui donnent des réserves ou des déchets, suivant l'équation suivante :

$$a + B = C$$

Pour un muscle au repos, par exemple, B (substances retirées du milieu) représente le glucose du sang, C le glycogène de réserve, l'acide carbonique, etc.

Ceci admis, on conçoit très bien que si les périodes d'activité et de repos se balancent exactement, l'organe considéré gardera toujours le même volume ; si la période d'activité est plus grande que celle de repos, l'augmentation de protoplasma et de noyau l'emportera sur la destruction et l'organe grossira ; si le repos l'emporte sur l'activité, l'organe s'atrophiera.

J'espère avoir présenté cette *loi de l'assimilation fonctionnelle* d'une façon aussi exacte que possible. Pour ma part je ne suis pas du tout persuadé que les choses se passent avec cette simplicité et cette généralité ; le phénomène de l'adaptation fonctionnelle me paraît beaucoup plus obscur et surtout beaucoup plus compliqué. Mes arguments (1) n'ont pas convaincu M. LE DANTEC, et les siens (2) ont eu le même effet sur moi ; cela arrive souvent dans les discussions tant soit peu théoriques, comme celle-ci, qui ne porte pas sur des faits expérimentaux, mais sur une comparaison plus ou moins

(1) CUÉNOT. Analyse critique de la « Théorie nouvelle de la vie, par M. LE DANTEC » (*Revue générale des Sc. pures et appliquées*, n° 19, 15 octobre 1896, p. 837).

(2) LE DANTEC. Le fonctionnement des tissus (*Bull. Scient. France et Belgique*, tome XXX, 1897, p. 177).

justifiable de la levure de bière avec des cellules de Métazoaires à fonctions différenciées. Remarquons tout d'abord qu'on ne peut discuter que sur quelques formes cellulaires, telles que le muscle, les cellules épithéliales non glandulaires, les neurones; en effet, M. LE DANTEC pourra toujours me dire que les éléments glandulaires dont le protoplasma ou le noyau diminue visiblement de quantité durant le fonctionnement (1) ne sont pas des cellules à la condition n° 1, mais à la condition n° 2, c'est-à-dire qu'elles sont en voie de destruction lorsque nous disons qu'elles fonctionnent. Comme c'est affaire de définition du mot fonctionnement, il n'y aurait pas moyen de s'entendre.

Je me bornerai à présenter à M. LE DANTEC deux arguments bien précis :

1° Considérons un muscle qui s'hypertrophie en fonctionnant au-dessus de son taux normal, et qui est par conséquent en train d'augmenter sa quantité de substances protoplasmiques et nucléaires; à quel moment se fait cette augmentation? M. LE DANTEC ne voit que deux réponses possibles: l'augmentation se fait pendant le repos ou pendant le fonctionnement; or, ce n'est pas pendant le repos, puisqu'un muscle au repos continuuel s'atrophie; c'est donc pendant le fonctionnement. Mais il me semble que la réponse n'est pas forcément un dilemme de cette forme; l'augmentation des substances plastiques pourrait très bien suivre le fonctionnement, et être d'autant plus intense que l'élément a plus dépensé d'énergie, c'est-à-dire qu'elle pourrait se produire dans les premiers temps du repos fonctionnel, proportionnellement au travail effectué.

C'est tout aussi possible que l'hypothèse de M. LE DANTEC. Je puis d'ailleurs montrer par un exemple qu'à un certain âge de la cellule la synthèse des substances protoplasmiques et nucléaires est absolument indépendante du fonctionnement.

Chez les embryons âgés, les fibres musculaires et les cellules nerveuses sont indiscutablement dans un état de repos complet, comparativement aux muscles et aux neurones des adultes, et cependant, ces éléments augmentent leur quantité de protoplasma et de substance nucléaire, puisqu'ils grossissent sans discontinuer

(1) Par exemple, une cellule conjonctive qui commence à fabriquer de la graisse jusqu'à réplétion complète, un érythroblaste nucléé dont le protoplasma se charge d'hémoglobine, une cellule muqueuse dans laquelle le mucus apparaît, etc.

et que les noyaux (muscles striés) se multiplient. Pour me servir des expressions de M. LE DANTEC, ces muscles et neurones différenciés sont donc à la condition n° 1, alors qu'ils sont en repos absolu ; pourquoi dans la cellule adulte cette condition n° 1 serait-elle forcément concomitante avec le fonctionnement ? Elle peut très bien être placée à un autre moment de la vie cellulaire, moment qu'il ne serait peut-être pas impossible de déceler par l'expérience.

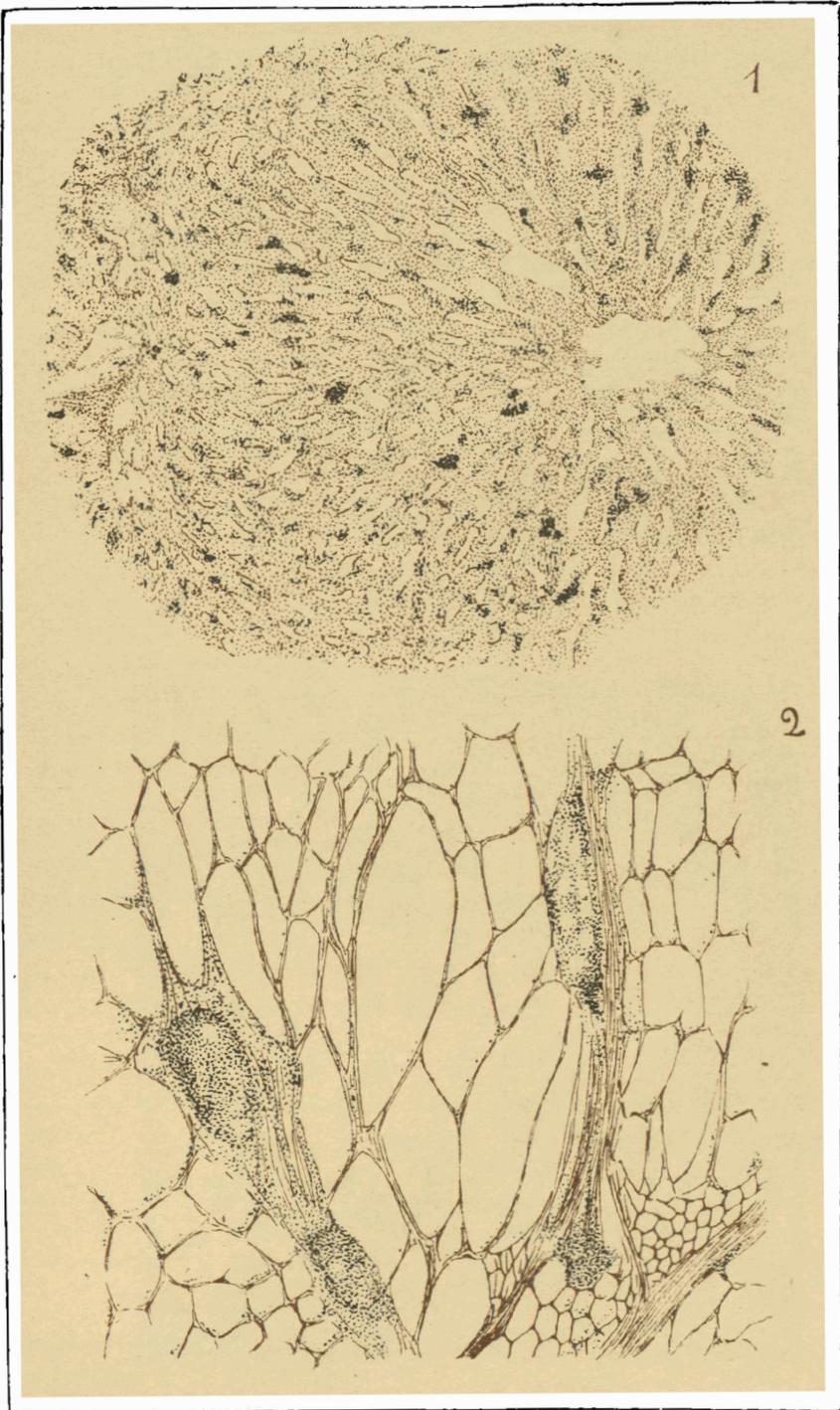
2° Le gain des substances protoplasmiques et nucléaires, c'est-à-dire $a(\lambda - 1)$, est forcément proportionnel au travail effectué. Or, même en laissant de côté les muscles cardiaques et respiratoires que j'avais pris auparavant comme exemples, on connaît des cellules qui effectuent un travail constant, absolument continu : ce sont les cellules vibratiles. Sur les branchies de Lamellibranches, par exemple, autant qu'on peut en juger au microscope, la vibration d'une même cellule ne subit pas d'interruption ; ces cellules accroissent-elles constamment leur quantité de substances plastiques, comme le voudrait la théorie de M. LE DANTEC ? Pas du tout ; d'abord on ne comprendrait pas qu'elles se multiplissent, la surface qu'elles recouvrent étant constante à l'état adulte ; ensuite, j'ai examiné cet épithélium vibratile avec quelque persévérance (coupes de branchies d'*Unio batavus* M. R.), et j'y n'y ai pas vu la moindre division mitotique ou amitotique. Ces cellules empruntent donc de l'énergie potentielle (probablement au glycose du sang) et rendent du travail, sans se multiplier pour cela.

L'adaptation fonctionnelle existe d'une façon plus ou moins générale : c'est un fait. Quant à son mécanisme intime, peut-être très simple, peut-être très compliqué et très varié, je ne vois pour l'instant que des hypothèses à émettre, et parmi celles-ci, la théorie de M. LE DANTEC, quelque séduisante qu'elle puisse être par sa simplicité, ne me paraît pas la plus acceptable.

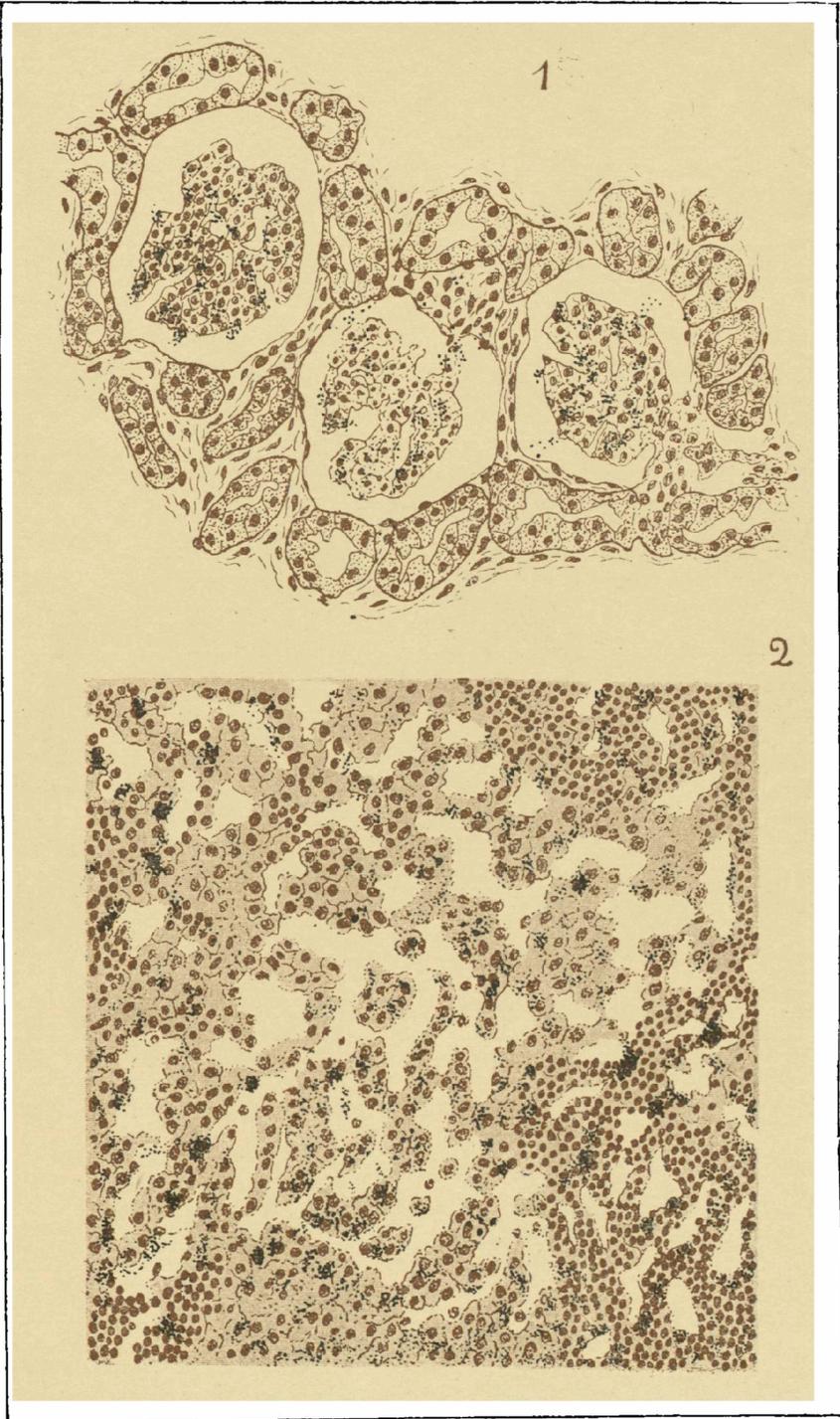
Nancy, le 16 février 1897.



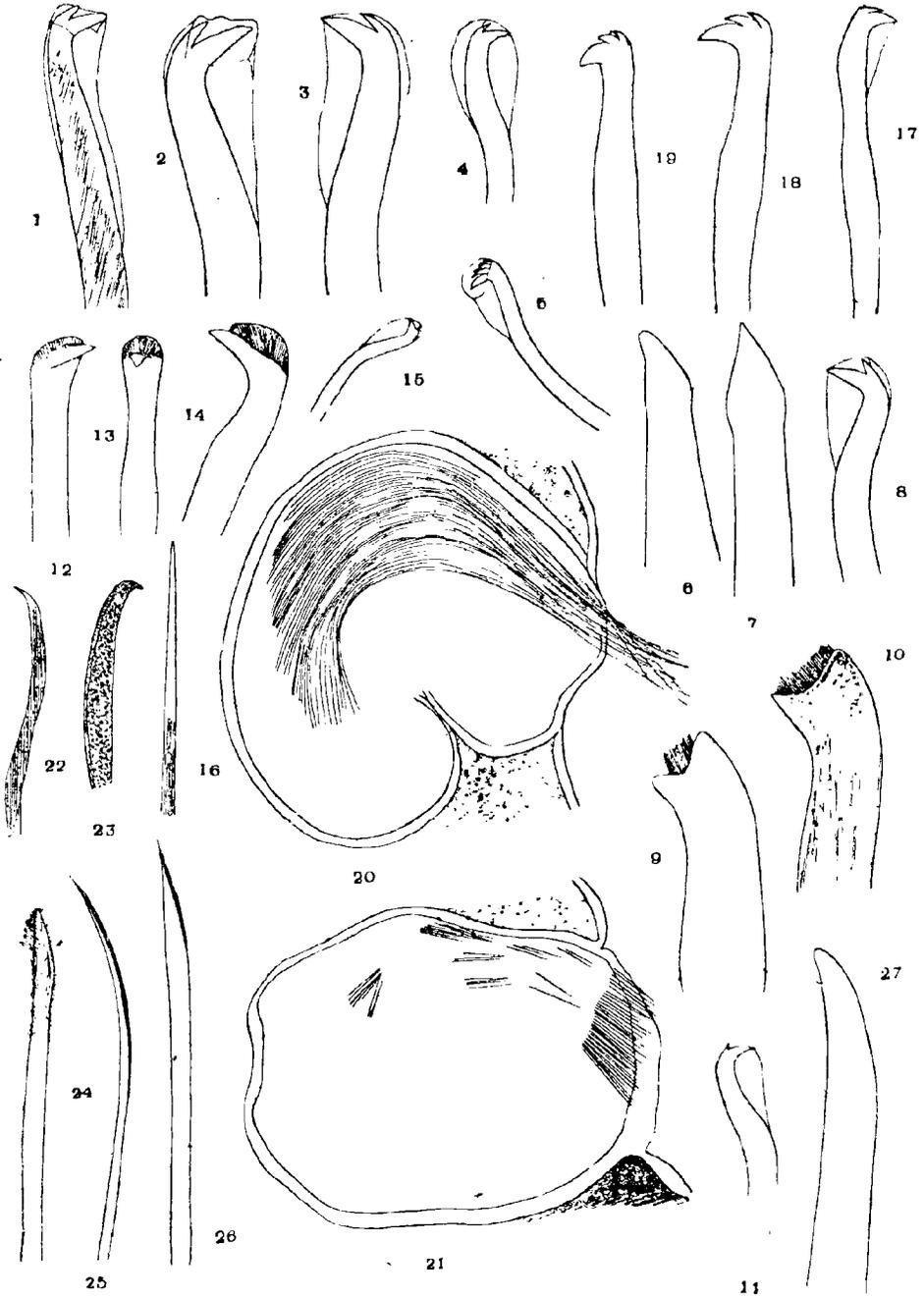
Lille Imp. L. Danel.



Pigmentation.

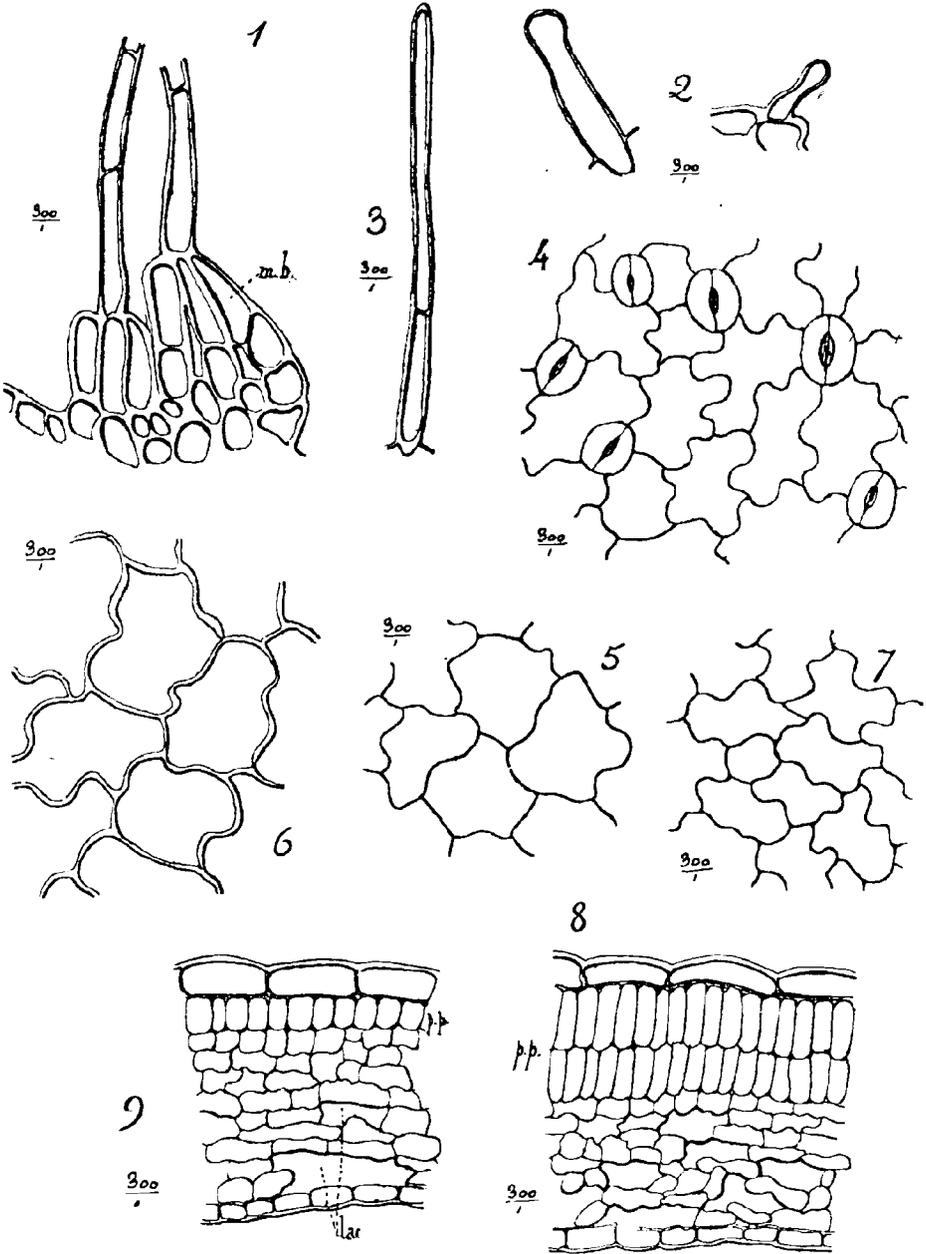


Pigmentation.



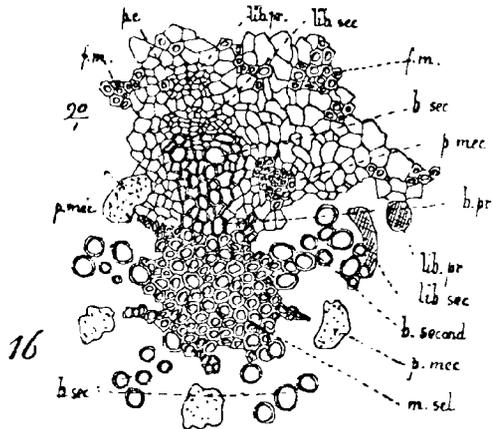
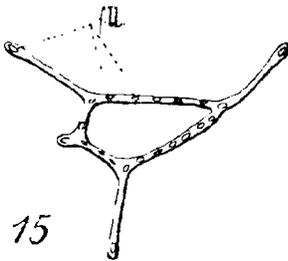
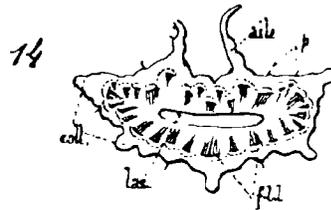
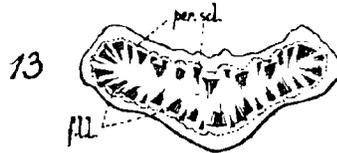
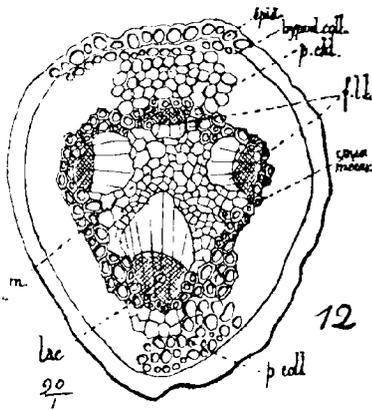
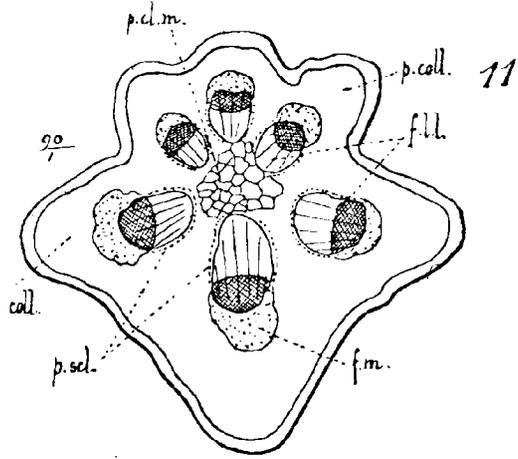
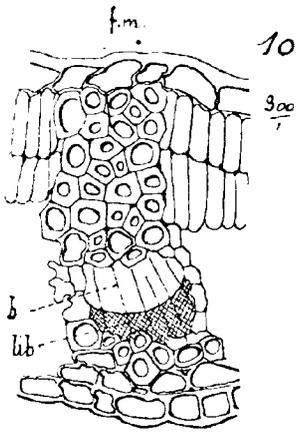
Mesnii del

Spionidiens — Levinsenia — Disoma.



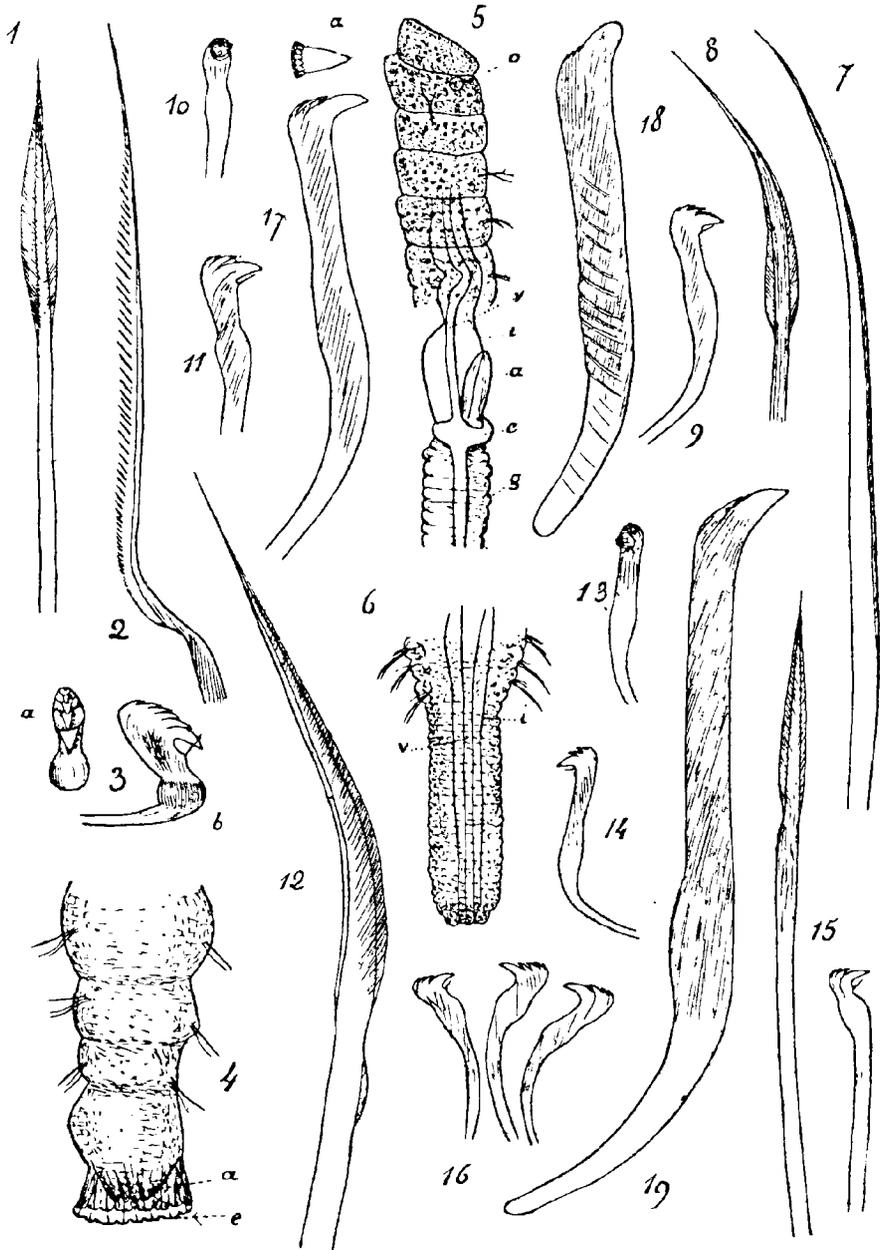
Parmentier del.

Genre *Thalicttrum*.



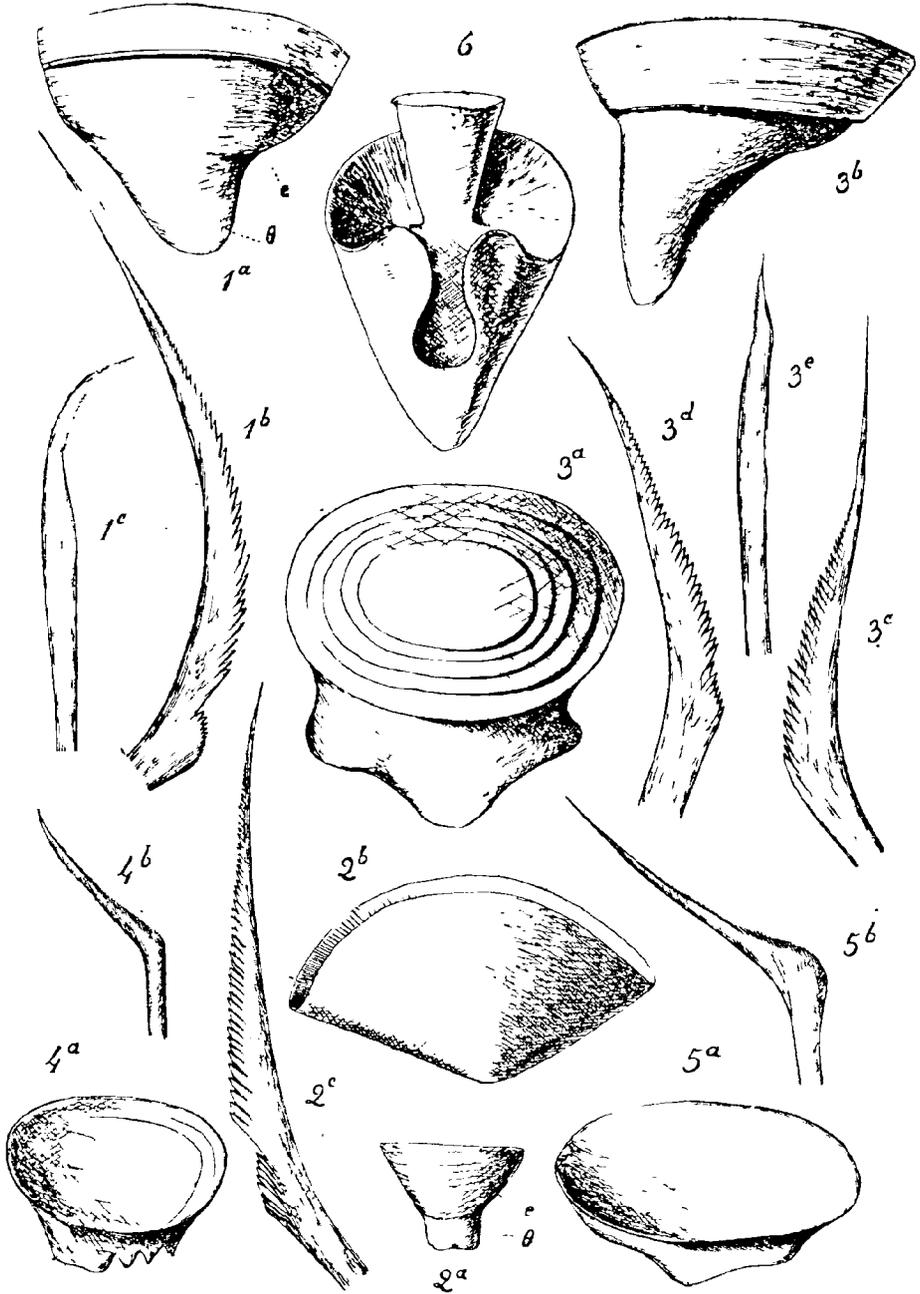
Parmentier del.

Gonzo Thalictum.



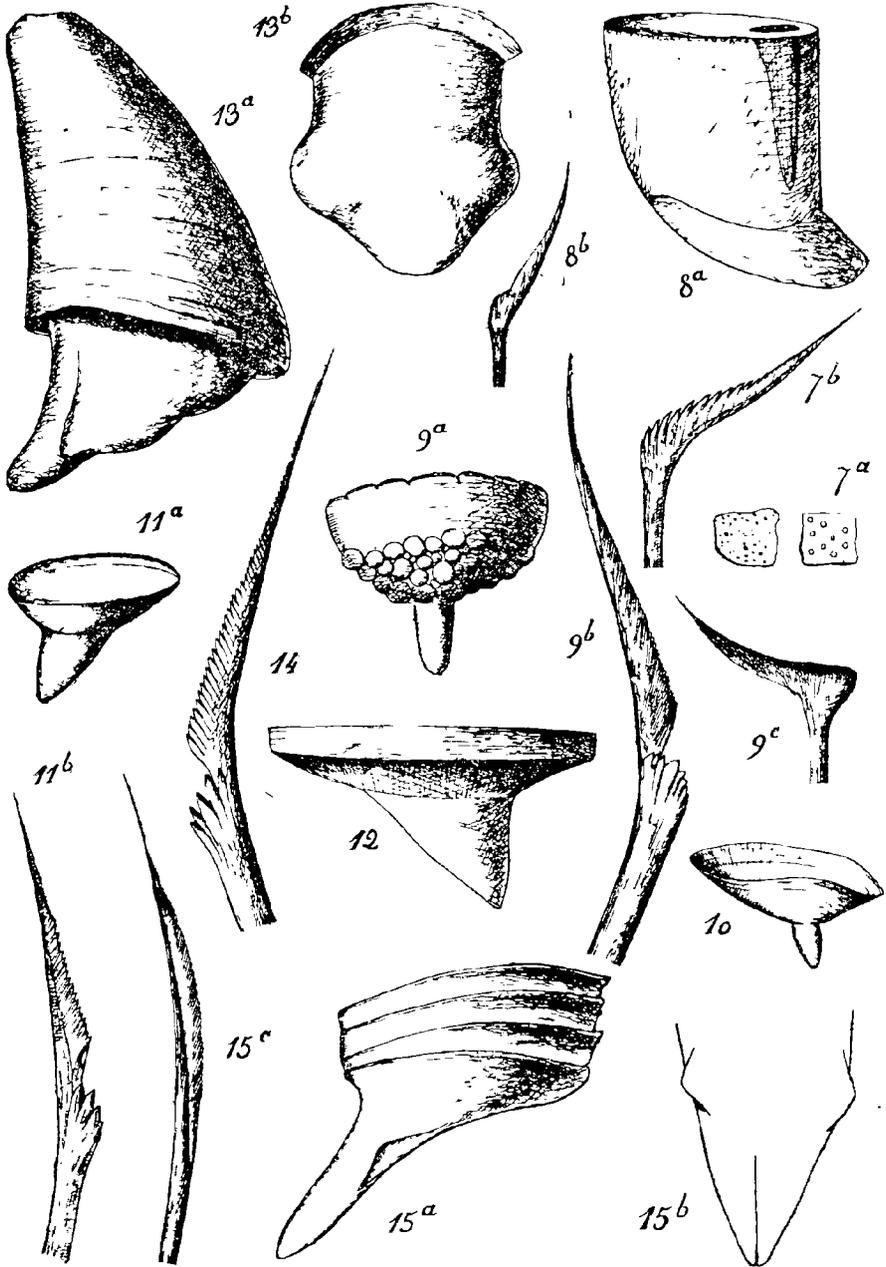
Mesnil del.

Micromaldane — Glymenides — Arenicola.



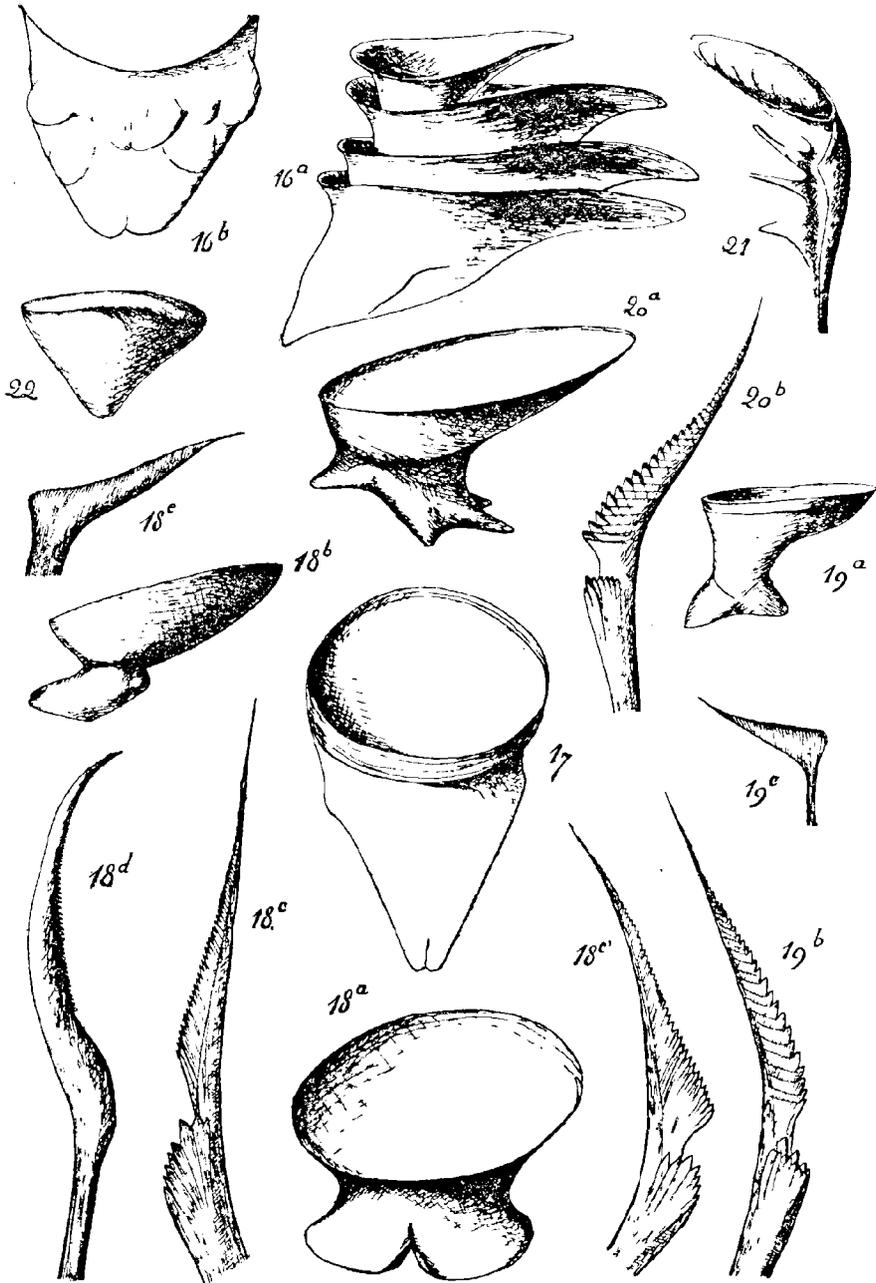
Gaullery et Mesnil del.

Spirorbis.



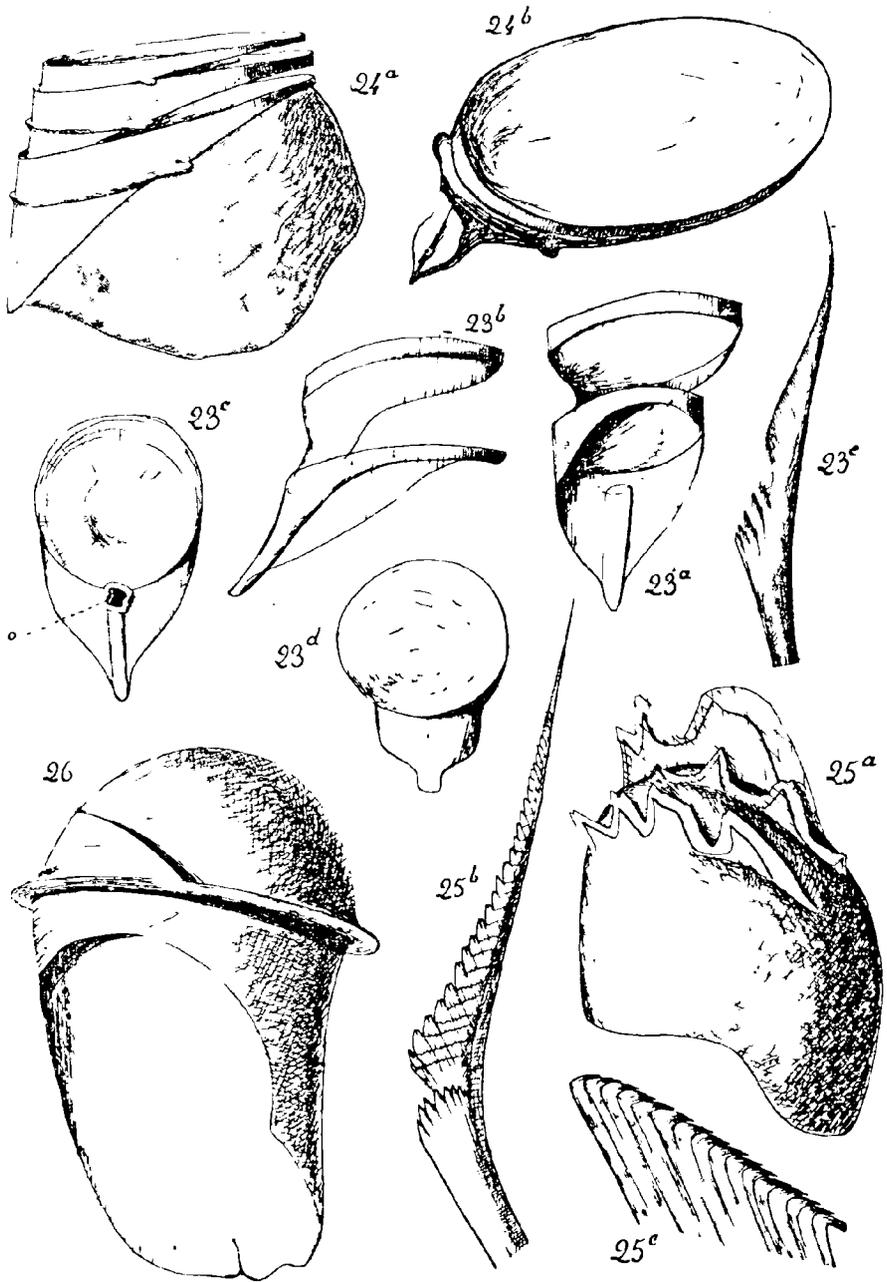
Caullery et Mesnil del.

Spiroozoes.



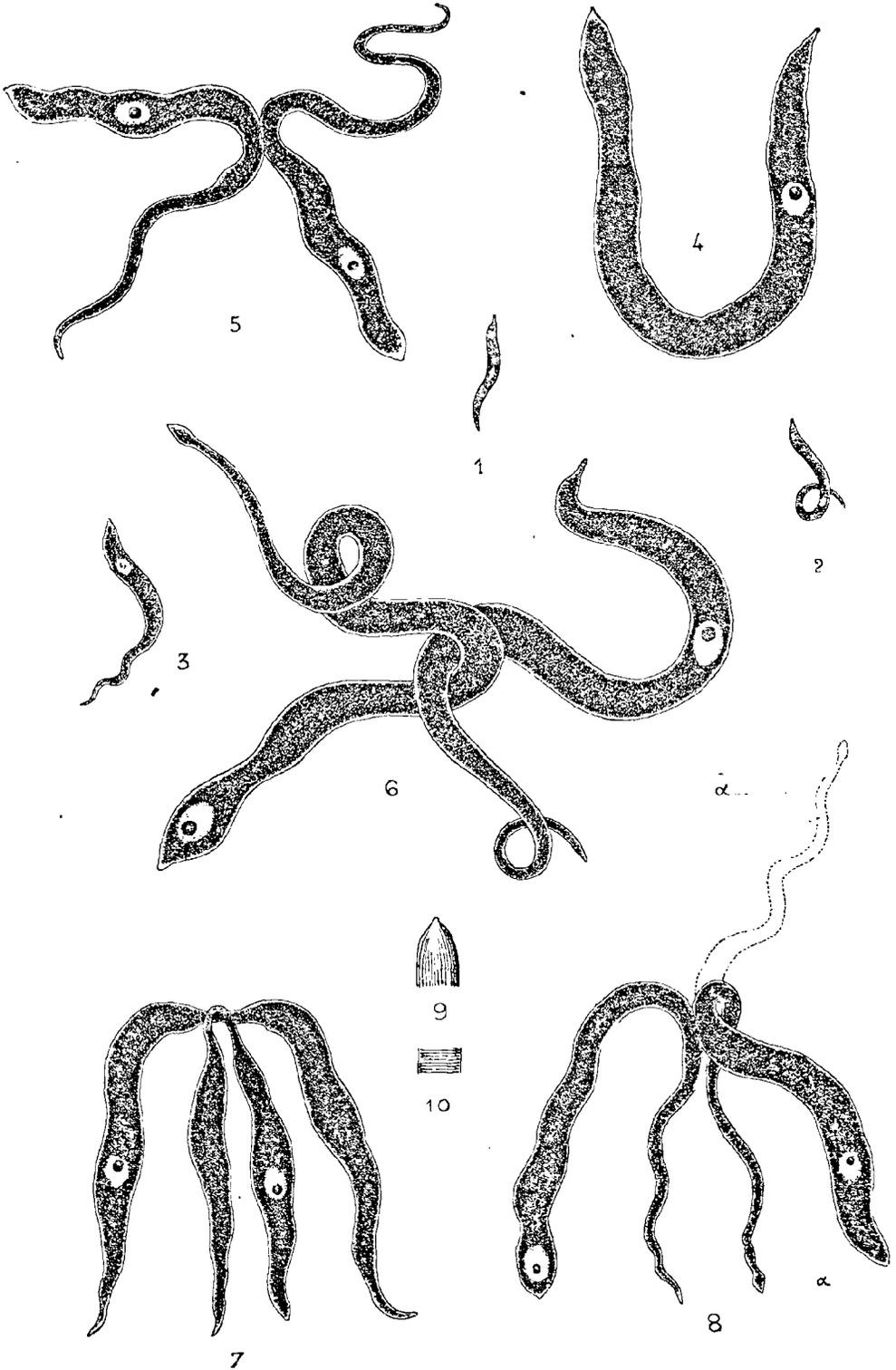
Gaullery et Mesnil del.

Spirobrachia.

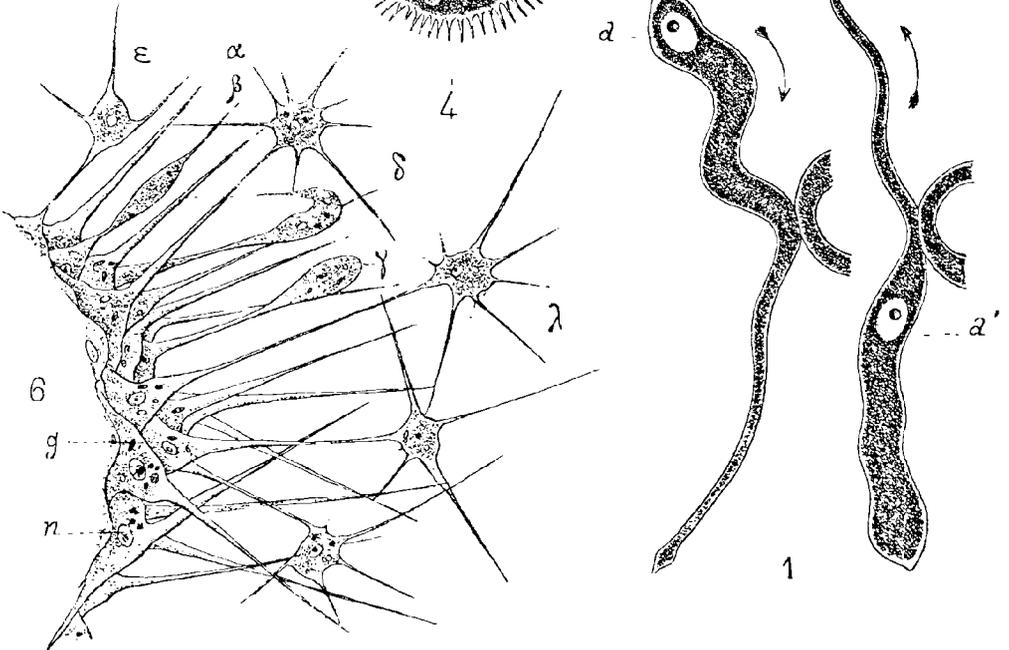
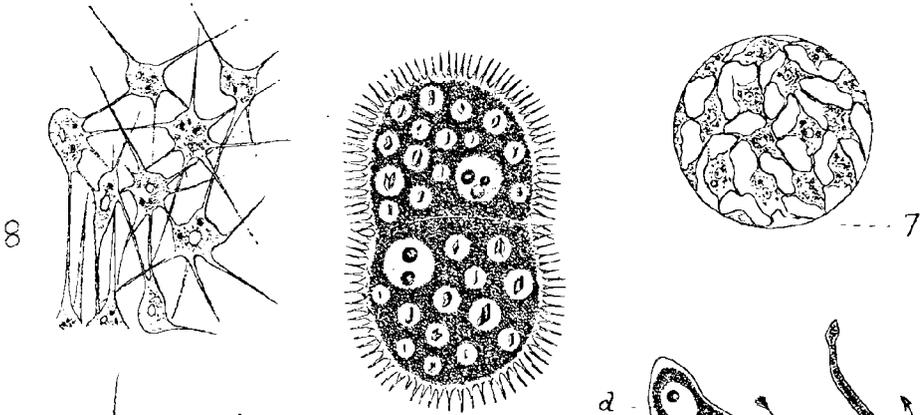
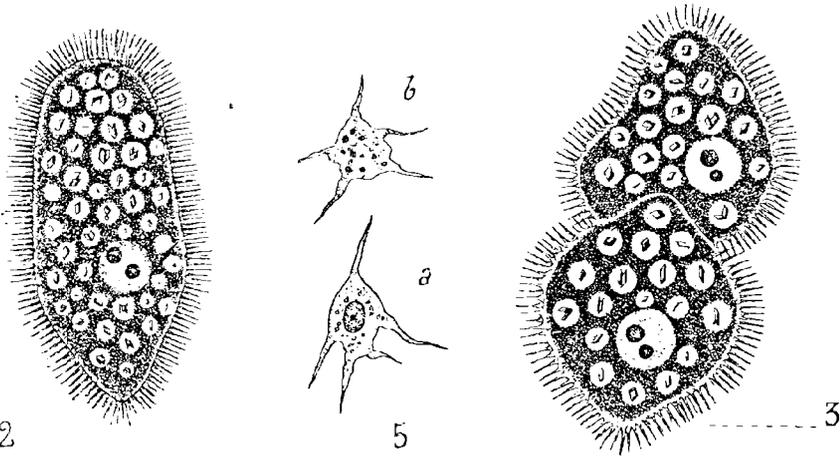


Gaullery et Mesnil del.

Spirorbes.

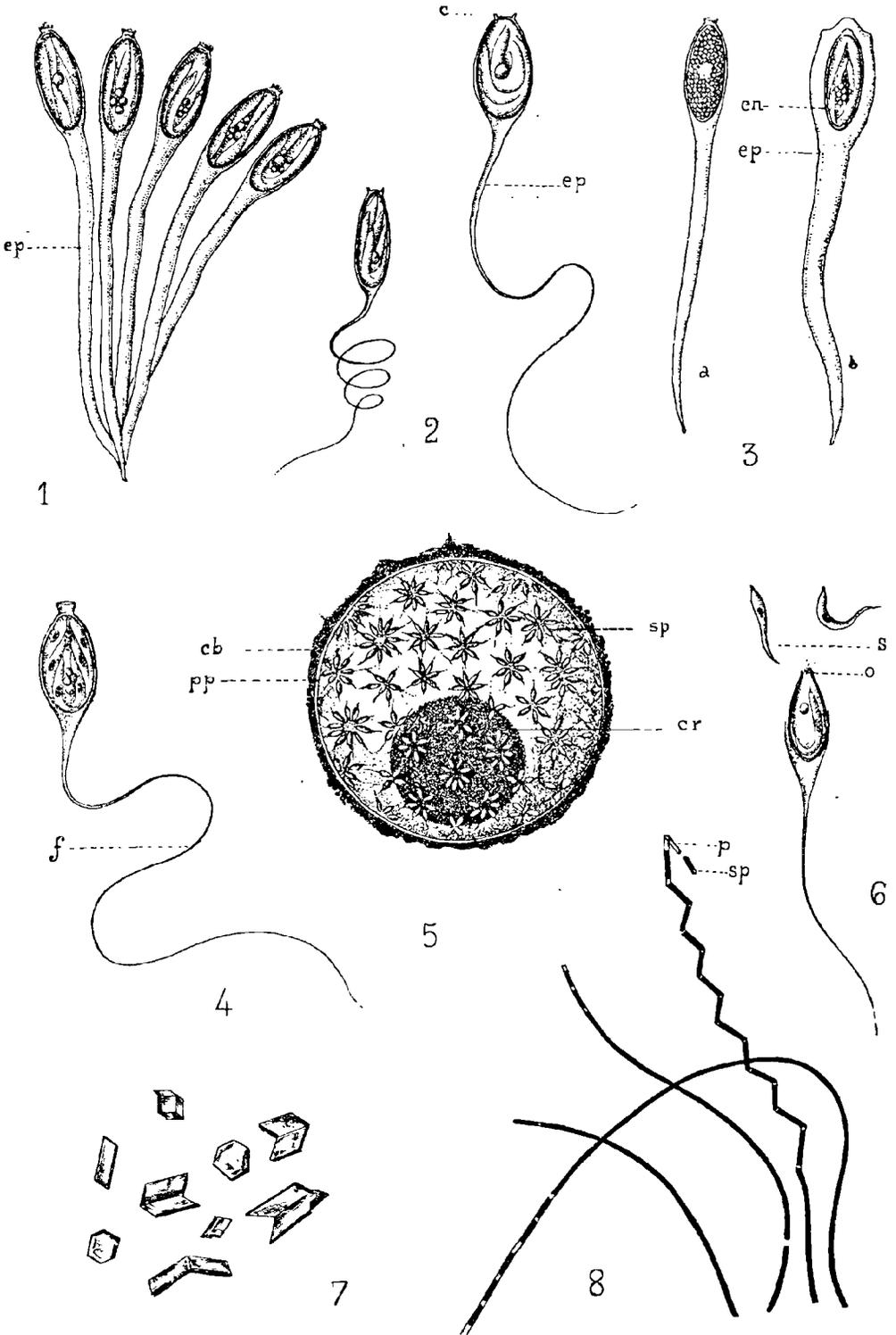


Léger del.



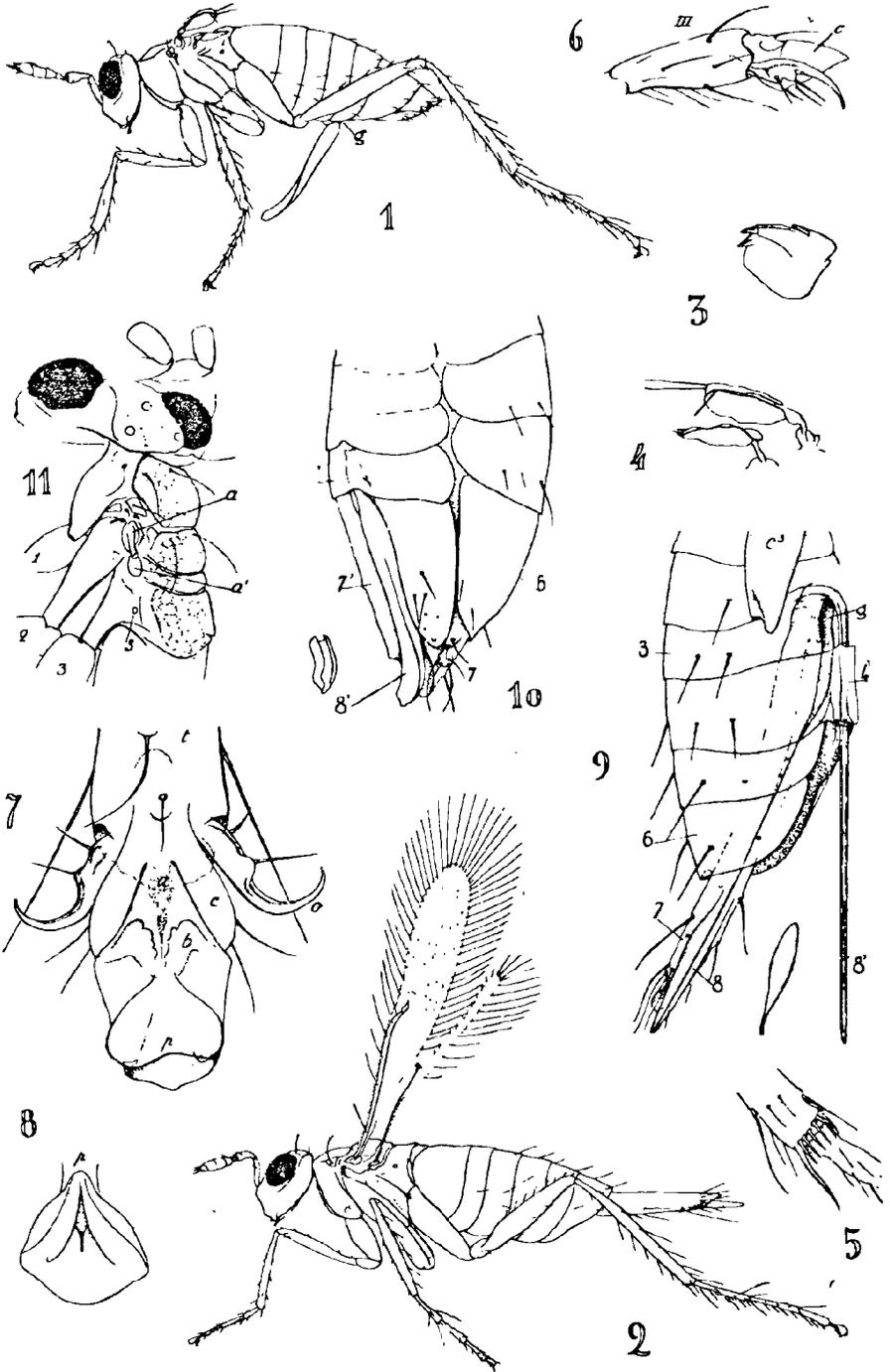
Léger del.

IRIS - LILLIAD - Université Lille *Lithocystis Schneideri.*



Léger del.

Lithocystis Schneideri.



V. Willem del.

Preswitchia aquatica.