

*Section du Biologiste*

L. MALPEAUX

**Betterave de distillerie**

ET LA

**Betterave fourragère**

MASSON & C<sup>ie</sup>

GAUTHIER-VILLARS



ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

DES

AIDE - MÉMOIRE

PUBLIÉE

SOUS LA DIRECTION DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

L. MALPEAUX — La Betterave de Distillerie

1

*Ce volume est une publication de l'Encyclopédie  
scientifique des Aide-Mémoire; L. ISLER, Secrétaire  
général, 20, boulevard de Courcelles, Paris.*

N° 317 B

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT.

---

# LA BETTERAVE DE DISTILLERIE

ET

# LA BETTERAVE FOURRAGÈRE

PAR

L. MALPEAUX

Directeur de l'École d'agriculture du Pas-de-Calais

---

PARIS

GAUTHIER-VILLARS,

IMPRIMEUR-ÉDITEUR

Quai des Grands-Augustins, 55

MASSON ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS,

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain, 120

(Tous droits réservés)

*OUVRAGES DE L'AUTEUR PARUS  
DANS LA COLLECTION DE L'ENCYCLOPEDIE*

---

- I. Culture de la Pomme de terre potagère,  
fourragère et industrielle.**
- II. La Betterave à sucre.**
- III. La Betterave de distillerie et la Betterave  
fourragère.**

# PREMIÈRE PARTIE

---

## LA BETTERAVE DE DISTILLERIE

### CHAPITRE PREMIER

---

#### PRODUCTION DE LA BETTERAVE ET DE L'ALCOOL

**Historique.** — La betterave industrielle n'est pas seulement cultivée pour la fabrication du sucre, elle sert encore comme matière première dans la production de l'alcool.

La distillation de la betterave était connue en Allemagne et en Belgique à la fin du xviii<sup>e</sup> siècle. On la traitait soit isolément, soit associée à la pomme de terre ou à la carotte ; toutefois les procédés de fabrication n'avaient guère dépassé les limites de ces contrées. En France, l'alcoolisation de la betterave s'est révélée pour la première fois en 1825 dans un ouvrage de Dubrunfaut intitulé : *Art de fabriquer le sucre de betteraves*. En rendant compte d'expériences dans lesquelles il traitait à froid les jus de betteraves par l'acide

sulfurique, ce savant disait : « Un fait très remarquable, c'est que, si l'on place ce jus ainsi traité à une température favorable à la fermentation alcoolique, il entre tout de suite avec une grande énergie dans cette fermentation, tandis qu'il noircit à cette même température sans le concours de l'acide. Ce qui n'est pas moins remarquable dans ce fait, c'est que la mousse liquide se couvre d'un chapeau de levure qui peut, comme celle de bière, servir de levain très énergique pour d'autres fermentations. On pourrait utiliser avec succès ce moyen si l'on voulait transformer le jus de la betterave en alcool et l'on sent que l'avantage de ce procédé consisterait à procurer une très belle fermentation alcoolique dans le jus, sans l'emploi de la levure » (1).

Ces données théoriques contenaient en germe tout l'avenir de la distillation des betteraves, mais il s'est écoulé encore de longues années avant qu'elles pénétrèrent dans la pratique industrielle. Pendant longtemps, l'idée de la défécation, empruntée au travail des sucreries, continua à dominer et à donner de mauvais résultats. On sait, en effet, que la plus grande partie du sucre contenu dans la betterave est du saccharose, lequel ne peut subir la fermentation alcoolique qu'après avoir été inverti et transformé en

---

(1) MOLL et GATOT. — *Encyclopédie de l'Agriculteur*.

glucose. C'est cette transformation qu'on demandait à la levure et comme celle-ci ne trouvait plus, dans le jus préalablement délégué, les substances organiques et minérales propres à sa composition, elle se détruisait au lieu de se multiplier. La dépense considérable que son renouvellement fréquent entraînait, l'infidélité de son action, la difficulté de l'obtenir et de la conserver, l'irrégularité des fermentations pesaient lourdement sur les résultats et rendaient le travail industriel impraticable. Plus on voulait se rapprocher du travail des sucreries et plus on s'éloignait du but à atteindre.

Tout changea lorsqu'en 1852 la vigne fut attaquée par l'oïdium et qu'il fallut chercher d'autres matières alcoolisables. Jusqu'à cette époque, la vigne fournissait presque exclusivement les éléments mis en œuvre pour la préparation des eaux-de-vie et des esprits; sur 900 000 hectolitres d'alcool pur que la France produisait chaque année, 824 000 provenaient du traitement du vin ou du cidre, les substances farineuses et les mélasses n'en fournissaient que 75 000 hectolitres et la betterave arrivait au dernier rang avec 500 hectolitres seulement. En 1852, la production de l'alcool de vin tomba de 825 000 à 165 000 hectolitres; le prix de l'alcool, qui n'était précédemment que de 55 à 60 francs l'hectolitre, s'éleva rapidement à 110 francs en 1852, 128

francs en 1853, pour arriver à 215 francs en 1854. Dans cette situation, il fallut chercher d'autres sources d'alcool, on mit en œuvre des substances saccharifères, des pommes de terre, des grains, des mélasses et enfin des betteraves. Dubrunfaut reparait avec une doctrine complète et expérimentée qui ouvre à l'industrie de la distillation une voie nouvelle. En remplaçant la levure par l'acide sulfurique et en opérant même à froid sur des jus non épurés, en obtenant des fermentations plus rapides des jus soustraits aux causes d'altérations, on changea complètement la situation de la distillerie de betteraves. Celle-ci ne tarda pas à prendre un essor considérable, grâce à un habile industriel, Champonnois, qui créa très rapidement un outillage assez peu coûteux pour ne pas excéder les ressources d'une ferme de moyenne étendue, et régla la suite des opérations de façon à les mettre à la portée des ouvriers agricoles.

Les documents officiels constatent que, de 1840 à 1850, la production de l'alcool dérivant de la betterave s'élevait en moyenne à 500 hectolitres par an. De 1850 à 1860, la production augmente chaque année et, dès 1852, la distillation de la betterave en nature s'implante sur divers points dans plusieurs départements. En 1862, sa production atteignait 335 000 hectolitres. On comptait alors en France 342 usines opérant sur plus

de 5 millions de kilogrammes de betteraves par vingt-quatre heures.

Pendant quelques années, soutenues par les hauts prix de l'alcool, les distilleries de betteraves prospérèrent, mais elles se laissèrent bientôt distancer par les distilleries de mélasse et des substances farineuses. En même temps, la vulgarisation du soufrage des vignes, en permettant de combattre victorieusement les ravages de l'oïdium, donna une nouvelle activité à la distillation du vin.

En 1876, la production de l'alcool de vin s'éleva à 545 994 hectolitres, mais la crise du phylloxéra suivit rapidement celle de l'oïdium et, en 1880, la production était redescendue à 270 000 hectolitres.

L'invasion du phylloxéra n'eût pas pour conséquence d'augmenter le prix de l'alcool, car la production était alimentée par les mélasses et les substances farineuses. Celles-ci n'ayant pas de débouché plus rémunérateur pouvaient supporter une diminution proportionnelle à celle du cours de l'alcool. Il n'en était pas de même de la betterave qui était obligée de compter avec les offres de la sucrerie et de payer à peu près aussi cher. « Aussi, dit M. Convert, la distillation de la betterave n'a-t-elle pu, de 1857 à 1878, que maintenir difficilement sa situation pendant que le traitement des mélasses prenait un développe-

ment considérable et que celui des substances farineuses s'exerçait sur des quantités de plus en plus fortes ».

A partir de 1880, la distillation de la betterave, favorisée par les progrès industriels et cultureux, reprit un nouvel essor ; la production qui était de 243 337 hectolitres d'alcool en 1876, atteignit 563 240 hectolitres en 1881. Mais tout en regagnant du terrain, elle eut à supporter la concurrence toujours croissante des alcools de mélasse et de grains. Les maïs d'Amérique trouvèrent, grâce à leur prix peu élevé, un écoulement facile dans les distilleries françaises, et les mélasses, obtenues en quantités de plus en plus grandes et rejetées des sucreries par la loi du 4 juillet 1887, refluèrent vers les usines où elles s'ajoutaient aux mélasses étrangères dont l'importation était facilitée par des droits d'entrée très réduits (0<sup>fr</sup>,05 par 100 kilogrammes et par degré de richesse saccharine absolue).

Le Parlement chercha à éloigner les maïs étrangers par la loi du 8 juillet 1890 qui les frappait d'un droit de douane de 3 francs par 100 kilogrammes ; il s'efforça en même temps de supprimer la concurrence des mélasses étrangères en relevant successivement de 0<sup>fr</sup>,05 par 100 kilogrammes à 0<sup>fr</sup>,10 par la loi du 17 novembre 1894, puis à 0<sup>fr</sup>,20 au tarif minimum et 0<sup>fr</sup>,30 au tarif général par la loi du 14 juillet

1897, les droits qui frappaient les mélasses autres que celles des colonies et possessions françaises. En même temps que ce premier relèvement de droits, la loi accordait la décharge de 14 % de leur poids aux mélasses employées à des usages agricoles. Cette législation n'a pas arrêté les progrès du traitement des mélasses et des substances farineuses. Pendant l'année 1901, la distillation des mélasses a jeté sur les marchés 932 131 hectolitres d'alcool, celle des substances farineuses a fourni 320 766 hectolitres. Les droits élevés qui ont frappé le maïs étranger n'ont pas empêché les fabricants de levure de mettre en fermentation des quantités notables de grains, ils ont tout simplement changé de matière première et saccharifient l'amidon de riz du Tonkin ou de la Cochinchine exempts de droits, au lieu d'employer le maïs.

#### **Situation de la distillerie de betteraves.**

— La distillerie de betteraves est très localisée ; sur les 973 225 hectolitres d'alcool produits en 1900, le Nord en a fourni à lui seul 428 990 hectolitres ; le Pas-de-Calais, 187 929 hectolitres ; Seine-et-Oise, 67 135 hectolitres ; Seine-et-Marne, 63 686 hectolitres et l'Oise, 67 318 hectolitres. Ces cinq départements ont donc produit à eux seuls 815 058 hectolitres ne laissant que 168 167 hectolitres pour le reste du territoire. Le diagramme de la fig. 1 donne, pour la France, depuis 1850,

la production comparée de l'alcool total et de l'alcool de betteraves.

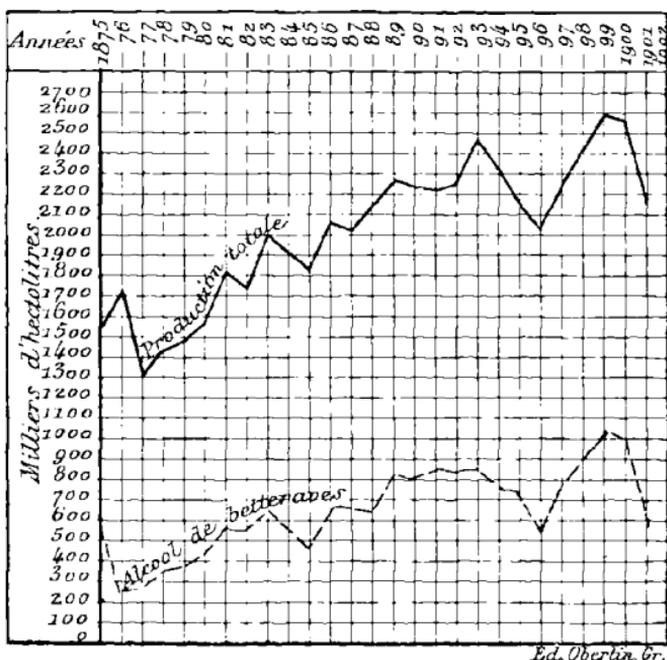


Fig. 1

La statistique ne sépare pas la betterave de distillerie de la betterave à sucre ; aussi les renseignements font-ils défaut à ce sujet. Si on estime cependant que le rendement de la betterave en alcool est de 50 à 60 litres par 1 000 kilogrammes, on peut évaluer le rendement, pour l'année 1901, à 11 millions de quintaux, ce qui représente une superficie cultivée en betteraves de distillerie d'environ 25 000 hectares.

La betterave de distillerie a joué un rôle très important dans l'agriculture de la région du Nord, elle a pu se maintenir parallèlement avec la betterave à sucre, malgré la concurrence de cette dernière, concurrence qui s'est trouvée, du reste, influencée par les variations relatives des prix du sucre et de l'alcool.

La sucrerie et la distillerie vivent, en effet, dans des conditions différentes. Pour que la fabrication du sucre puisse être avantageusement pratiquée, il faut que la sucrerie travaille des quantités suffisantes de racines, il n'y a guère de fabrique qui puisse se maintenir à moins de traiter 200 000 kilogrammes de racines par jour et encore, dans la situation actuelle, les petites usines ont à lutter contre la concurrence des grandes sucreries qui travaillent jusqu'à 500 000 et même 1 million de kilogrammes de betteraves par jour.

L'approvisionnement minimum d'une usine exige 10 millions de racines au moins et ces 10 millions supposent 300 à 400 hectares de culture dans un rayon assez limité. La sucrerie, afin d'abaisser autant que possible le prix de revient, est obligée d'employer des machines perfectionnées et, en plus, nouvelles. Il faut de toute nécessité des usines considérables pourvues de tout un outillage dispendieux à l'aide duquel on puisse travailler, en deux ou trois mois, dans

de bonnes conditions, la plus grande quantité possible de racines.

La distillerie, au contraire, exige des quantités beaucoup plus faibles, elle devient économiquement possible à partir d'un travail journalier de 25 à 30 000 kilogrammes de racines et on peut faire face aux besoins des petites usines avec 50 ou 60 hectares en culture (1).

La distillerie de betteraves a exercé une influence des plus heureuses sur le perfectionnement des méthodes agricoles; aussi a-t-on cherché à favoriser son développement par une législation fiscale spéciale, encourageant la production et le progrès comme en Allemagne.

Dans ce pays, on est arrivé à multiplier les distilleries agricoles en accordant à la production des remises de droits d'autant plus fortes que l'importance de la fabrication est plus faible. Sont considérées comme appartenant à cette catégorie, d'après une loi du 16 juin 1895, les distilleries qui, pendant toute l'année, emploient du blé et des pommes de terre dont les résidus sont consommés comme fourrage dans une ou plusieurs exploitations agricoles appartenant aux propriétaires ou exploitées par eux et dont

---

(1) Une distillerie travaillant par macération 8 millions de betteraves par campagne coûte environ de 110 à 120 000 francs comme capital de premier établissement.

l'engrais est entièrement utilisé sur le sol appartenant aux propriétaires de la distillerie ou exploité par eux. On peut évaluer à 8 688 environ, le nombre de distilleries de céréales et à 6 334 celles qui travaillent la pomme de terre.

Le tableau suivant montre le nombre important de distilleries agricoles et la comparaison est facile à établir avec le nombre de distilleries industrielles.

Nature des distilleries		Nombre de distilleries	Production en alcool	Pour 100 de la production totale
Distilleries agricoles	Pommes de terre .	6 262	2942 <sup>h</sup> ,765	80,2
	Grains .	7 648	246, 292	6,7
Distilleries industrielles	Pommes de terre .	72	5, 226	0,1
	Grains .	1 040	352, 414	9,6
	Mélasses .	28	94, 734	2,6
	Fruits et autres matières.	43 974	26, 389	0,7
	Totaux . . . .	59 024	3667, 820	100

En France, la fabrication proprement dite se trouve concentrée dans 235 usines parmi lesquelles 190 n'ont même qu'une importance res-

treinte. De ces 235 établissements, 49 ont eu, en 1901, une production supérieure à 10 000 hectolitres, ils ont fourni ensemble 1 269 877 hectolitres d'alcool.

Ce simple aperçu démontre la différence complète qui existe entre l'industrie alcoolique en France et en Allemagne.

Le Parlement français a été invité à plusieurs reprises à étudier une organisation analogue à celle de l'Allemagne. En 1887, une commission extra-parlementaire présidée par M. Develle, ministre de l'Agriculture, proposa une législation de faveur pour la distillerie agricole. On établissait un droit de fabrication faible à côté du droit de consommation, droit qui devait être différent suivant la catégorie à laquelle appartenait le fabricant. Cette combinaison ne fut pas adoptée, pas plus que les autres qui ont été proposées depuis. Le gouvernement a encouragé la distillerie de betteraves mais sans accepter de régimes différents pour la petite et la grande distillerie.

Il ne semble pas que, dans l'état actuel des choses, la distillation de la betterave soit susceptible d'augmenter. Depuis une dizaine d'années, la production de l'alcool est restée stationnaire ; elle accuse même une certaine diminution depuis deux ans. Comparativement à la moyenne décennale (2 210 742 hectolitres), on trouve, pour

L'année 1901, une diminution de 58 709 hectolitres. En réalité, la production est plus considérable car les statistiques officielles ne tiennent pas compte des alcools produits par les bouilleurs de cru.

Mais, quoi qu'il en soit, on ne saurait manquer d'être frappé de la baisse du prix de l'alcool depuis quelques années. En 1892, le prix de l'hectolitre d'alcool était de 47 francs, il descend à

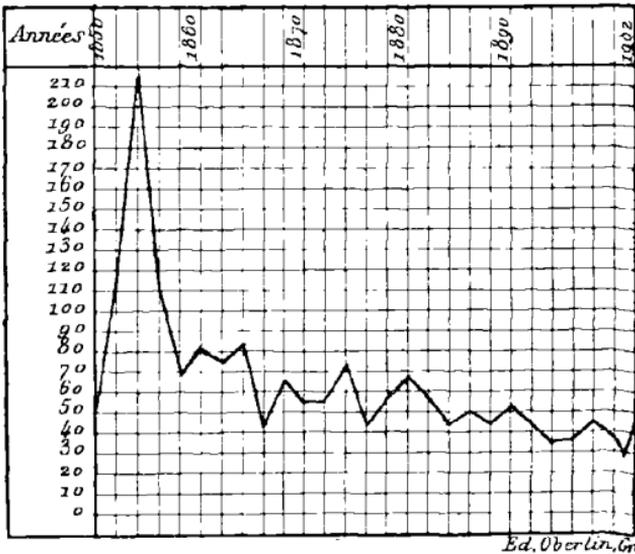


Fig. 2

43 francs en 1893, à 33 francs en 1894 et à 31 francs en 1895; puis successivement à 30<sup>fr</sup>,84 en décembre 1900 et à 28<sup>fr</sup>,21 en décembre 1901 (*fig. 2*). En présence de cette baisse qu'on

a cru pouvoir attribuer à l'exagération de la distillerie clandestine et à l'augmentation de production de l'alcool de mélasse, les distillateurs de betteraves et de substances farineuses ont dû ralentir et même cesser leur fabrication. La production de l'alcool de grains est tombée de 562 455 hectolitres en 1900, à 282 583 hectolitres en 1901, soit une diminution de 279 872 hectolitres en douze mois ; celle de l'alcool de betterave qui était de 1 040 691 hectolitres pendant la campagne 1899-1900, s'est abaissée à 941 283 hectolitres en 1900-1901, pour tomber à 503 844 hectolitres en 1901-1902 (1).

Les récoltes exceptionnelles de vin et de cidre, la diminution de consommation de l'alcool, la tolérance accordée aux bouilleurs de cru ont fait baisser la production des distilleries de betteraves de 50 % par rapport à la campagne 1899-1900. L'alcool de mélasse, par suite de l'extension prise par l'industrie sucrière laissant des mélasses abondantes et à bas prix, a vu sa production s'élever en 1901 à 1 006 933 hectolitres contre 796 675 hectolitres en 1900, soit une augmentation de 210 258 hectolitres.

**Avenir de la culture de la betterave de distillerie.** — Peut-on espérer, en présence des

---

(1) Dans les derniers mois de l'année 1902, le prix de l'alcool a subi une hausse assez considérable, il atteignait 42 francs l'hectolitre à la fin de décembre.

cours actuels de l'alcool, que la distillerie de betteraves reprendra un nouvel essor et retrouvera son ancienne prospérité? La prudence la plus élémentaire exige que nous ne nous prononcions qu'avec une certaine réserve.

La suppression de la détaxe de 14 % de sucre, en faveur des mélasses employées en distillerie, qui a été votée par la Chambre des députés, favoriserait la distillerie de betteraves, mais elle constitue un remède insuffisant. Il faut à l'alcool de nouveaux débouchés, car la production de l'alcool comestible n'est que trop considérable, les progrès de l'alcoolisme sont trop rapides pour que le gouvernement n'ait pas cherché à les enrayer en votant la loi du 29 décembre 1900 qui porte à 220 francs par hectolitre les droits perçus par le Trésor. On peut craindre, en outre, que les alcools d'industrie soient remplacés dans la consommation par les alcools de fruits qui bénéficieraient d'une législation plus avantageuse. Une proposition, déposée depuis au Parlement, tend, en effet, à augmenter les droits qui grèvent les alcools d'industrie en diminuant ceux qui frappent les alcools de vin, cidre et marc.

Pour laisser la place libre à l'industrie de la betterave, le législateur a cherché à éloigner des usines, les grains et les mélasses étrangères, il s'est efforcé, en outre, d'en détourner les mélasses indigènes en encourageant leur emploi dans les

usages agricoles et en supprimant les avantages qui leur étaient accordés lorsqu'elles allaient en distillerie. On soupçonnait depuis longtemps les services que pouvaient rendre les mélasses employées dans l'alimentation du bétail, mais il ne furent bien mis en évidence que dans ces dernières années à la suite d'expériences nombreuses faites en Allemagne et en France avec toutes les garanties voulues (1).

L'alcool a des débouchés relativement importants en industrie et notamment dans la fabrication des vernis, de certains produits chimiques, dans l'éclairage, le chauffage et la production de la force motrice. On en jugera par le tableau de la page suivante qui indique les quantités d'alcool soumis à la dénaturation depuis 1890.

Comme on le voit, on a employé en France, pendant l'année 1901, 251 565 hectolitres d'al-

---

(1) L'emploi de la mélasse, dans l'alimentation du bétail se propage lentement, car les cultivateurs, en général, se mettent difficilement aux nouveautés; on a constaté toutefois, pour la campagne 1901-1902, une augmentation sensible sur les quantités de mélasses employées dans les usages agricoles, 11 112 626 kilogrammes au lieu de 1 562 570 en 1900-1901. Il n'est pas douteux qu'en présence des résultats obtenus, l'utilisation agricole des mélasses ne prenne rapidement un nouvel essor. Néanmoins, de grands progrès sont à réaliser puisque la culture n'a absorbé que 3 % de la quantité des mélasses sortant des sucreries.

QUANTITÉS D'ALCOOL SOUMISES A LA DÉNATURATION DE 1890 A 1901

Désignation	Quantités d'alcool soumises à la dénaturation											
	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901
Quantités totales . . . . .	hectol. 109 873	hectol. 105 782	hectol. 104 947	hectol. 106 939	hectol. 120 798	hectol. 251 506						
Alcools de chauffage et d'éclairage.	41 430	51 773	57 022	58 692	67 224	158 005						
Quantités totales . . . . .	hectol. 138 560	hectol. 146 529	hectol. 173 298	hectol. 216 015	hectol. 221 214	hectol. 251 506						
Alcools de chauffage et d'éclairage.	73 379	80 411	93 906	169 767	125 618	153 005						

cool dénaturé dont 153 005 pour le chauffage et l'éclairage. C'est quelque chose qu'une consommation pareille, mais comme le dit avec juste raison M. Convert, c'est bien peu quand on compare les chiffres qui l'expriment à ceux qu'on relève ailleurs. Le graphique de la *fig. 3*, que nous

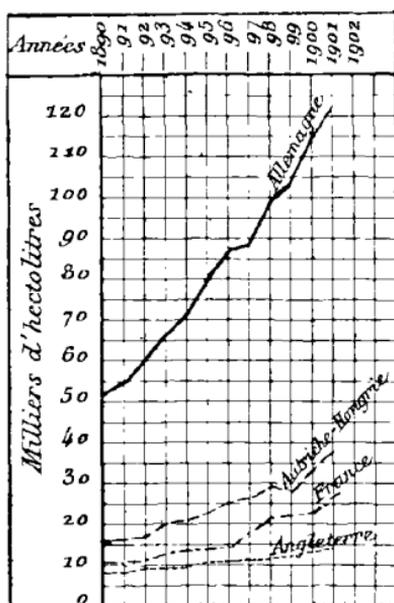


Fig. 3.

empruntons à M. Sidersky, indique le développement de la consommation de l'alcool pour usages industriels, en Allemagne, en Autriche-Hongrie, en France et en Angleterre <sup>(1)</sup>. C'est surtout en Allemagne qu'on a augmenté les débouchés de l'alcool industriel,

afin de proportionner la consommation aux progrès de la production.

De nombreux efforts ont été faits dans ces der-

(1) Rapport sur l'exposition des emplois industriels de l'alcool à Berlin en 1902. Annales du Ministère de l'Agriculture.

nières années en France pour arriver à une situation analogue à celle de l'Allemagne. Une première exposition des emplois industriels de l'alcool, en novembre 1901, a eu un succès retentissant et a encouragé M. Dupuy, alors Ministre de l'agriculture, à organiser une nouvelle exposition offrant au public un tableau saisissant des multiples usages de l'alcool dénaturé, non seulement comme source de lumière et de chaleur, mais aussi comme producteur de la force motrice. Les expériences ont prouvé que l'emploi de l'alcool carburé de 15 à 20 % de benzol pour la force motrice est économique et avantageux, il est supérieur au pétrole et surtout à l'essence sous le double rapport du confortable et de l'économie.

Le premier résultat à atteindre pour développer les emplois industriels de l'alcool est de diminuer le prix de vente. Pour y parvenir, le Parlement a réduit de 57<sup>fr</sup>,50 à 3 francs par hectolitre par la loi du 16 décembre 1897, puis à un simple droit de statistique de 0<sup>fr</sup>,25 par celle du 29 novembre 1900, la taxe antérieurement perçue.

La dénaturation au dénaturant général s'opère, en France, par l'adjonction, à un hectolitre d'alcool, de 10 litres d'un produit appelé méthylène-régie qui est un mélange de 60 parties d'alcool méthylique à 90 %, de 40 parties

d'acétone et d'un demi-litre de benzine lourde bouillant de 150 à 250°. Le méthylène-régie revient en France à 90 francs l'hectolitre soit 9 francs les 10 litres, 110 litres d'alcool dénaturé coûtent donc 9 francs ce qui fait pour 100 litres  $\frac{100 \times 9}{110} = 8^{\text{fr}},18$ . Si nous ajoutons à cette somme un droit de statistique de 0<sup>fr</sup>,25 et une taxe d'analyse de 0<sup>fr</sup>,80, nous voyons que la dénaturation d'un hectolitre d'alcool revient en France à 9 francs environ, prix qui est presque le triple de ce que coûte la dénaturation en Allemagne. L'État, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1902, rembourse les frais de dénaturation en donnant 9 francs au 100° éthylique. En revanche, l'alcool est frappé d'un droit de fabrication de 0<sup>fr</sup>,80 au 100°, soit pour 90° sur 81<sup>lit</sup>,46, 0<sup>fr</sup>,65. Pour arriver à la vulgarisation complète de l'alcool industriel, il faut que les pouvoirs publics encouragent l'initiative privée en facilitant, par tous les moyens, l'emploi et la circulation de l'alcool dénaturé et carburé. Tous les efforts doivent se porter sur l'alcool destiné à l'éclairage, au chauffage et à la production de la force motrice, car c'est seulement sous l'influence d'une consommation plus active qu'il y a chance de voir prospérer les distilleries agricoles. Toutefois, il n'est pas certain, comme le fait remarquer M. Dehérain, qu'une augmentation de consommation

de l'alcool dénaturé profitera à la culture de la betterave. « Peut-être, dit-il, que de nouveaux établissements se monteraient pour distiller les pommes de terre et les grains, comme on le fait en Allemagne où l'on ne considère l'alcool que comme un produit secondaire, et sa fabrication comme un moyen d'assurer l'alimentation économique des animaux. Or quand on obtient un hectolitre d'alcool avec des betteraves, les pulpes qu'on recueille suffisent à la nourriture de 12 à 13 têtes pendant 24 heures, tandis qu'on en nourrit le double avec les drèches que laisse la production d'un hectolitre d'alcool provenant de la mise en œuvre des grains et des pommes de terre. L'Allemagne produisant environ, chaque année, 3 millions d'hectolitres exclusivement avec des matières farineuses, on conçoit naturellement qu'elle entretient plus de bêtes bovines et plus de porcs que nous le faisons en France ». On peut craindre, en outre, comme pour le sucre qui a à lutter contre la saccharine, la concurrence de l'alcool synthétique.

La synthèse de l'alcool, réalisée depuis longtemps par M. Berthelot, est aujourd'hui bien classique; elle consiste, par des moyens actuellement encore trop coûteux, à faire absorber à l'acétylène 2 équivalents d'hydrogène pour obtenir l'éthylène. En faisant barboter ce gaz sec dans l'acide sulfurique à 66° Baumé, on

obtient de l'acide sulfovinique, puis en ajoutant une grande quantité d'eau et en distillant, on a de l'alcool. On prétend aujourd'hui que le carbure servant à la formation de l'acétylène peut être produit dans les pays à chutes d'eau puissantes, à des prix facilitant cette fabrication. Ainsi 100 kilogrammes de carbure obtenus en Amérique au prix de 18 à 20 francs les 100 kilogrammes, permettraient de faire 97 litres d'alcool à 90°. Jusqu'à présent les frais de fabrication étaient trop élevés pour qu'il y eût profit à produire de l'alcool avec du carbure de calcium dont le résidu, la chaux, n'a aucune valeur. Seulement on trouve en Allemagne et en Amérique des gisements importants de carbonates de baryum et de strontium, avec lesquels on peut tout aussi bien fabriquer des carbures et dont les résidus, la baryte et la strontiane, ont une valeur telle qu'elle réduit à zéro le prix de l'acétylène dégagé. Ces carbures ne pouvant être produits en France dans des conditions économiques, le danger de la fabrication de l'alcool synthétique n'est pas immédiat ; il est suffisant cependant pour que plusieurs sociétés agricoles aient émis le vœu que des droits très élevés frappent, à l'entrée en France, les carbures de provenance étrangère pouvant servir à la fabrication de l'acétylène.

## CHAPITRE II

### BETTERAVES DE DISTILLERIE

**Choix des variétés.** — Les différentes variétés de betteraves dont nous avons donné la description dans notre ouvrage sur la *Betterave à sucre*, peuvent être employées en distillerie. Cependant on utilise de préférence les variétés intermédiaires moins riches en sucre mais donnant un poids plus élevé à l'hectare, comme la *collet rose* (fig. 4) et la *betterave Brabant* (fig. 5).

Le problème à résoudre, en effet, lorsqu'on cultive la betterave de distillerie est de faire produire à l'hectare, pour la moindre dépense, le maximum de saccharose et de matière sèche. Le maximum de saccharose parce que c'est sa quantité qui règle le rendement en alcool ; le maximum de matière sèche parce que le distillateur de betteraves a grand intérêt à la production de la pulpe et doit chercher à obtenir le rendement en résidu alimentaire le plus élevé possible. Tandis que le rendement en sucrerie

dépend du rapport qui existe entre la teneur en sucre et la quantité totale des autres éléments, la richesse absolue étant la même, le rendement en alcool ne dépend que de la teneur en sucre

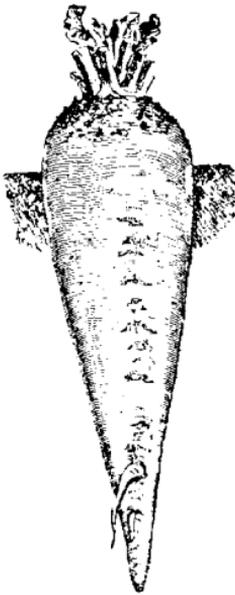


Fig. 4

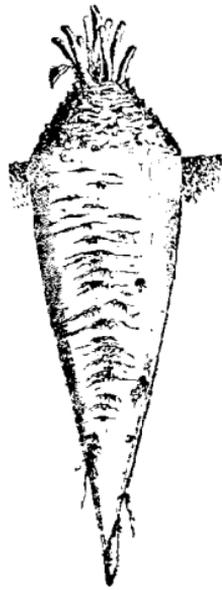


Fig. 5

elle-même et n'est pas influencé par les matières albuminoïdes, les sels et les substances dites extractives, éléments dont la quantité varie avec chaque espèce de betterave et les conditions de sol, de culture et de climat.

Le choix des meilleures betteraves n'a donc pas la même importance pour la production de l'alcool que pour la fabrication du sucre. Des

betteraves qui ne peuvent pas être employées avantageusement en sucrerie peuvent, au contraire, fournir un rendement rémunérateur en alcool.

D'après M. Sidersky, il faudrait rechercher de préférence, pour la distillerie, les betteraves à grands rendements généralement plus pauvres en sucre, parce qu'elles sont plus chargées de matières azotées et de potasse et doivent fournir de ce fait des moûts plus nutritifs. Cette opinion ne paraît pas justifiée. « Ce qui intéresse la nutrition de la levure, dit M. Geschwind (1), c'est bien moins la quantité que la qualité des matières azotées mises à sa disposition ; or Sidersky n'a publié aucune analyse montrant que les moûts de betteraves pauvres contiennent réellement plus de matières azotées facilement assimilables (peptones, amides, sels ammoniacaux) que ceux des betteraves riches. Nous savons par Dehérain que de deux variétés de betteraves à grand rendement, c'est généralement celle qui est la plus pauvre en sucre qui contient le plus de nitrate de potasse ; or les nitrates ne sont pas des aliments pour la levure et si la surcharge d'azote pour les betteraves pauvres est seulement due à des nitrates, la preuve de la supériorité de celle-ci est loin d'être faite. Nous ne nous ins-

---

(1) GESCHWIND. — *Fabrication de l'alcool.*

crivons nullement en faux contre l'opinion de Sidersky, car cet auteur a fait des observations pratiques qui semblent corroborer son opinion, et de plus, nous avons nous-même constaté que les betteraves pauvres et à richesse intermédiaire sont plus chargées d'amides acides (asparagine et glutamine), mais il reste à prouver scientifiquement la supériorité, au point de vue de la nutrition, des moûts de betteraves pauvres sur les moûts de betteraves riches » (1). Les betteraves les plus riches en sucre sont toujours naturellement les plus riches en alcool, mais si, au point de vue industriel, la distillerie doit rechercher les espèces qui donnent les rendements en sucre les plus élevés par unité de surface emblavée, elle doit, au point de vue agricole, donner la préférence à celles qui donnent de grands rendements en poids et laissent beaucoup de pulpe pour l'alimentation du bétail. Pour

(1) MM. GESCHWIND et SELLIER ont trouvé les résultats suivants :

Désignation	Sucres p. 0/0 de jus	Azote et amides acides p. 0/0 de sucre
Betteraves blanches à collet vert.	5,30	0,969
"    à collet rose.	9,76	0,344
	8,69	0,434

répondre à ces desiderata, le distillateur recherchera donc, non les variétés riches en sucre ou celles à grands rendements en poids à l'hectare, mais des variétés intermédiaires réunissant autant que possible ces deux conditions.

M. Dehérain a conclu de ses expériences sur la culture des betteraves fourragères que ce sont les variétés de richesse moyenne, dites demi-sucrières, cultivées à des écartements convenables qui produisent à l'hectare le maximum de matière sèche. Cette conclusion peut s'appliquer aux betteraves de distillerie, car en même temps qu'on obtient le maximum de matière sèche, on a l'avantage de produire le maximum de saccharose, c'est-à-dire de matière alcoolisable.

Il importe de fixer son attention sur le choix de la variété à adopter, de manière à ce qu'elle soit bien appropriée aux conditions de sol, de fumure et de traitement cultural. Il faut, par des essais préliminaires de différentes variétés, déterminer l'espèce qui est susceptible de fournir le maximum d'éléments utiles avec le moins de frais possible et il est nécessaire de rejeter toutes les variétés qui ont été sélectionnées uniquement en vue de leur richesse saccharine et pour lesquelles le rendement en poids a été négligé. La betterave à collet rose, la Brabant à collet vert et leurs dérivées, sont les meilleures variétés à recommander. Nous donnons, dans le

tableau de la p. 33, quelques résultats comparatifs obtenus par la culture de différentes betteraves de distillerie dans les champs d'expériences organisés par M. Tribondeau, professeur départemental d'agriculture, chez M. Bachelet, agriculteur (1).

Comme on le voit, on arrive à récolter, dans l'état actuel de la sélection des betteraves et des progrès généraux de la culture, de 35 à 45000 kilogrammes de racines à l'hectare, d'une richesse saccharine qui varie de 11 à 14,3 %, ce qui fait de 5 à 8000 kilogrammes de sucre par hectare. « La distillerie agricole réunit donc toutes les conditions voulues pour obtenir les rendements les plus avantageux au point de vue de la culture et de la fabrication » (2).

**Composition.** — D'après MM. Fritsch et Guillemin, la betterave de distillerie présente la composition suivante :

Désignation	Composition p. 100		
	Minima	Maxima	Moyenne
Sucre . . . . .	8	14	11
Cendres . . . . .	0,6	1,8	1,20
Eau . . . . .	80,60	90,20	85,40
Matières organiques. .	1,20	3,60	2,40

(1) *Bulletin de la Chaire départementale d'agriculture du Pas-de-Calais*, 1900.

(2) FRITSCH et GUILLEMIN. — *Culture et distillation de la betterave*.

## EXPÉRIENCES SUR LES BETTERAVES DE DISTILLERIE

Noms des variétés	Rendements à l'hectare	Poids moyen de la racine	Densité du jus	Succe au déclitre	Succe p. 100 de betteraves au coefficient 95	Pureté	Succe à l'hectare
	kilog.	gr.		gr.	gr.		kilog.
Simon Legrand, rose . . . . .	65 250	870	5,9	12,07	10,83	77	7 067
Simon Legrand, blanche . . . . .	61 100	815	6,4	12,94	11,54	76	7 051
Drausart, rose . . . . .	60 800	811	7,0	14,91	13,27	81	8 068
Drausart, blanche . . . . .	77 950	1 039	4,8	8,63	7,82	68	6 096
Desprez . . . . .	58 300	777	6,2	12,47	11,16	76	6 506
Boullanger . . . . .	53 200	709	6,5	13,19	11,76	77	6 256
Carlier . . . . .	64 500	860	6,9	15,07	13,39	82	8 637

La composition de la betterave est extrêmement complexe, elle est influencée par la variété, le sol, la fumure, le mode de culture et les circonstances atmosphériques.

Le sucre se trouve dans la betterave à l'état de saccharose, localisé dans des cellules petites, allongées suivant la direction des faisceaux et qui forment autour de ces faisceaux une sorte de gaine de parenchyme à laquelle on a donné le nom d'assise saccharifère. Le saccharose, d'après l'hypothèse de M. Maquenne, corroborée par M. Dehérain, se forme dans la souche même par condensation des sucres réducteurs provenant des feuilles. Cette opinion est absolument différente de celle qui avait été émise par M. A. Girard dont les essais tendaient à prouver que le saccharose, né dans la feuille sous l'influence des radiations solaires, émigrerait la nuit vers les racines (1).

Le sucre contenu dans la betterave n'est pas directement fermentescible, il doit être transformé en sucre interverti (mélange de glucose et de lévulose) avant de fermenter. Mais comme la levure jouit de la propriété de produire cette inversion en même temps que la fermentation du sucre ainsi transformé, il n'est pas nécessaire d'intervertir le jus de betterave avant la ferment-

---

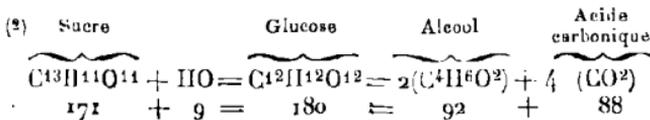
(1) Nous renvoyons pour l'étude détaillée de cette question à notre ouvrage sur la *Betterave à sucre*.

tation (1). D'après la formule de Lavoisier (2), 171 grammes de sucre de canne se transformant en 180 grammes de sucre interverti, doivent produire, par la fermentation, 92 grammes d'alcool et 88 grammes d'acide carbonique, d'où 100 grammes de sucre cristallisable donneraient 53<sup>gr</sup>,80, soit 53<sup>kg</sup>,8 d'alcool pour 100 kilogrammes de sucre. Or, comme un litre d'alcool absolu pèse 0<sup>kg</sup>, 7946 à 15° C., les 53<sup>kg</sup>,8 d'alcool correspondent à

$$\frac{53,8 \times 100}{79,4} = 67^{\text{lit}},7.$$

Le rendement théorique de 100 kilogrammes de sucre serait donc, suivant Lavoisier, de 67<sup>lit</sup>,75 d'alcool absolu. Mais Pasteur a reconnu, à la suite d'expériences délicates, que la formule précédente devait être modifiée, car une partie du sucre ne subit pas la fermentation alcoolique et entre dans certaines combinaisons. D'après les travaux de Pasteur, les produits réels formés par la fermentation du sucre de canne sont :

(1) La levure secrète un ferment diastasique, l'invertine ou sucrase qui a la propriété de dédoubler le sucre de canne en ses deux éléments; glucose et lévulose.



Alcool. . . . .	51,06
Acide carbonique. . . . .	49,17
Acide succinique. . . . .	0,64
Glycérine . . . . .	3,33
Cellulose, graisses, matières extrvées. . . . .	1,16
Total . . . . .	<hr/> 105,36

Donc 100 grammes de sucre produisent pratiquement  $\frac{54,06 \times 100}{105,36} = 48^{\text{e}}46$ , soit, en vo-

lume,  $\frac{48,46}{0,7946} = 61$  litres d'alcool à 100°.

Ce rendement lui-même est inexact, car l'alcool qui se forme pendant la fermentation n'est pas toujours de l'alcool éthylique pur, il est accompagné d'alcool propylique, butyrique, amylique, etc., qui paraissent être le résultat des impuretés du moût, des principes immédiats autres que le sucre qui préexistent dans les matières premières employées et de l'impureté des levains ; il y a en outre des pertes matérielles, de telle sorte qu'on parvient à retirer, dans un bon travail, 58 litres d'alcool rectifié à 100° par 100 kilogrammes de sucre mis en fermentation, au lieu de 61.

La levure exige, pour prospérer, un milieu qui lui offre une alimentation abondante. Or les jus de betteraves contiennent des aliments riches à l'aide desquels la levure peut se développer avec vigueur et qui forment ce qu'on appelle le non sucre : matières azotées et matières minérales.

Ces différents éléments ne se rencontrent pas dans les racines en proportions constantes ; leur quantité varie sous l'influence de différents facteurs parmi lesquels, la variété, la nature et la composition du sol, la fumure jouent un rôle prépondérant. Les matières organiques azotées (glutamine, asparagine, bétaine, protéine), dont la proportion varie dans les betteraves de 0,5 à 1 %, jouent un rôle important dans la fermentation des jus sucrés, elles peuvent être considérées comme des aliments pour la levure. On sait, en effet, d'après les travaux de Pasteur, qu'il n'y a que les matières albuminoïdes qui servent de produits nutritifs à la levure ; les peptones, grâce à leur grande force osmotique, atteignent plus particulièrement ce but.

L'azote se rencontre encore dans la betterave sous forme de nitrate de potasse, ses proportions dépendent de la variété, de la nature et de la composition du sol, du mode de culture, etc. Le salpêtre détermine, lorsqu'il se trouve en certaine proportion, une fermentation vicieuse dite fermentation nitreuse qui est très dangereuse.

Les matières minérales, dont la proportion varie de 0,5 à 1,8 %, sont indispensables à la bonne composition des moûts. D'après Schwackhöfer, elles sont formées de la façon suivante :

Désignation	Maximum	Minimum	Moyenne
Potasse . . . . .	78,4	39,78	55,11
Soude. . . . .	24,04	0,97	10,00
Chaux. . . . .	12,20	1,54	5,36
Magnésie. . . . .	11,62	2,34	7,53
Oxyde de fer . . . . .	3,17	0,20	0,93
Acide silicique . . . . .	9,00	0,77	1,80
Acide phosphorique. . . . .	18,45	6,31	10,28
Acide sulfurique . . . . .	8,41	1,27	3,81
Chlore . . . . .	16,95	0,52	5,18

La végétation de la levure nécessite absolument, d'après Maereker, la présence de la potasse et de l'acide phosphorique. On trouve, du reste, ces deux derniers éléments en proportion prédominante dans les cendres de la levure.

Indépendamment des matières azotées et minérales, la betterave renferme des acides organiques (acide arabe, acide oxalique, acide citrique, acide tartrique, acide tannique) qui n'ont aucune importance au point de vue de la nutrition de la levure.

## CHAPITRE III

### CULTURE

Les développements dans lesquels nous sommes entrés pour la betterave à sucre, nous permettront d'être bref en ce qui concerne la betterave de distillerie. Ces deux cultures présentant d'ailleurs beaucoup d'analogie, nous nous contenterons de signaler les points cultureux essentiels qui les différencient.

**Terrain.** — Comme nous l'avons déjà dit, les racines destinées à l'alcoolisation sont des variétés intermédiaires moins riches en sucre, mais donnant un poids à l'hectare plus élevé. Suivant la remarque de Frisch et Guillemain, les règles de culture sont les mêmes pour la betterave de distillerie que pour la betterave à sucre, avec cette exception toutefois que, pour la betterave de distillerie, on peut utiliser également des terrains nouvellement défrichés à profonde couche humique et des marais desséchés ; car le non sucre des betteraves plantées dans ces sortes de terre

est très utile à la bonne marche de la fermentation et, de plus, les rendements en poids y sont généralement très élevés. Nous croyons qu'il ne faut pas trop s'exagérer l'influence du non sucre dans la fermentation des moûts, car la surcharge d'azote peut être due à des nitrates. Or les nombreuses expériences de Dehéraïn ont montré que les grosses betteraves sont moins riches en matière sèche et contiennent une plus forte proportion de nitrate de potasse que les racines de grosseur moyenne. Les terres silico-argileuses ou argilo-siliceuses, à sous-sol perméable, sont spécialement propres à la culture de la betterave de distillerie.

**Assolement.** — A la rigueur, le distillateur peut s'écarter des assolements pratiqués pour la betterave à sucre; la racine peut venir après trèfle, car l'excès d'azote, si préjudiciable à la betterave de sucrerie, a beaucoup moins d'inconvénients pour les produits destinés à faire de l'alcool. « Comme les petites distilleries, disent Frisch et Guillemin, n'exigent pas des cultures aussi étendues que les fabriques de sucre, le danger de cultures trop uniformes n'existe pas pour elles et la succession des récoltes peut facilement être pratiquée d'une façon rationnelle. Par suite, l'agriculteur distillateur aura la faculté de n'ensemencer de betteraves que là où le succès est assuré; son propre intérêt lui commande de

n'ensemencer la betterave sur une même terre que tous les quatre ans, pour se mettre plus sûrement à l'abri des insectes parasites de cette racine ». En général, dans l'assolement des cultures de betteraves à sucre en France, la betterave vient en tête de rotation et reçoit la fumure, le blé lui succède. Cette pratique est également avantageuse pour la betterave de distillerie.

La préparation du sol est la même. Pour qu'il soit très meuble à l'époque des semis, on doit le labourer aussi profondément que possible après les ensemencements d'automne, afin de permettre à l'oxygène de l'air et aux gelées d'hiver de jouer leur rôle utile.

**Engrais.** — La betterave de distillerie, comme la betterave de sucrerie, exige que le sol soit fertile, car ses produits sont toujours en raison directe de la richesse de la couche arable. Le fumier de ferme, employé autant que possible avant ou pendant l'hiver, forme l'engrais de fonds; on remédie à son insuffisance par l'acquisition d'engrais organiques et d'engrais chimiques.

Le cultivateur peut appliquer, à la betterave de distillerie, certains engrais défavorables à la betterave de sucrerie, tels que purin, vidanges, vinasses, toutefois il doit éviter d'en exagérer les doses, car, s'ils augmentent les rendements

dans des proportions souvent considérables, ils produisent de grosses betteraves très chargées de nitrate de potasse et pauvres en matière sèche.

En ce qui concerne l'influence des engrais chimiques sur la betterave de distillerie, il résulte des expériences faites à Melun en 1892 et 1893 par MM. Brandin et Vivier :

1° L'azote nitrique a exercé une influence progressive sur le rendement en poids et, même employé à doses extraordinaires, il n'a pas eu, sur la richesse saccharine, une action aussi dépressive que celle à laquelle on pouvait s'attendre ;

2° L'acide phosphorique sous forme de superphosphate n'a eu aucune influence sur le rendement en poids et il n'a pas eu sur la richesse de la betterave toute l'action bienfaisante qu'on se croyait en droit d'espérer ;

3° La potasse n'a donné ni supplément de poids ni augmentation de richesse.

Dans les expériences faites en 1894 par les mêmes expérimentateurs, l'influence de l'acide phosphorique s'est particulièrement fait sentir sur les premiers développements de la betterave. Le poids moyen des racines âgées d'un mois et non dépressées encore, était de 566 milligrammes avec 4 000 kilogrammes de nitrate de soude à l'hectare, de 1 100 milligrammes avec 700 kilogrammes de superphosphate et de 1 460 milli-

grammes avec les 400 kilogrammes de nitrate de soude et les 700 kilogrammes de superphosphate réunis. « Ne serait-il pas permis de penser, dit M. Brandin (1), que l'influence de l'acide phosphorique sur les récoltes s'exerce d'une manière éminemment capricieuse, ou mieux qu'elle est plus dépendante des conditions atmosphériques que celle des autres éléments fertilisants ».

La betterave a de grandes exigences en potasse et cependant l'emploi des engrais potassiques est généralement limité parce que les terres en sont généralement bien pourvues. Il y a cependant des tentatives à conseiller relativement à l'utilisation des sels de potasse dans certains sols. Nous donnons, dans le tableau de la p. 44, les résultats obtenus dans l'Oise par M. Tribondeau (2), en 1898, sur une terre de nature siliceuse renfermant 0,36 ‰ de potasse totale.

**Semilles.** — Deux règles sont à observer dans les semilles de betteraves :

1° La graine doit être placée à une profondeur régulière de 1 centimètre et demi à 2 centimètres pour obtenir une levée rapide et uniforme.

2° Les lignes seront écartées de manière qu'après le démariage, il reste de huit à dix bet-

(1) BRANDIN. — *Expériences sur la betterave de distillerie*. Journal d'agriculture pratique, 1890.

(2) TRIBONDEAU. — *Les betteraves de distillerie dans l'Oise*. Journal de l'agriculture, 1899.

## INFLUENCE DES ENGRAIS POTASSIQUES

Variétés	Sans potasse		Potasse à l'état de chlorure		Potasse à l'état de sulfate	
	Rendement à l'hectare	Densité	Rendement à l'hectare	Densité	Rendement à l'hectare	Densité
Betterave Denneleire . . . . .	kilog.	6,0	kilog.	5,7	kilog.	6,7
" Simon Legrand, blanche . . . . .	38 400	7,4	41 600	7,3	39 000	7,4
" " rose . . . . .	38 200	6,4	41 400	6,2	38 000	6,9
Vilmorin à collet rose . . . . .	40 600	6,1	47 600	6,5	40 500	6,8
" à collet vert . . . . .	36 600	6,7	44 200	6,5	38 800	6,0
Dransart . . . . .	33 000	6,3	44 500	6,0	40 600	6,6
Bosquelle . . . . .	35 800	7,3	46 200	7,5	40 800	7,9
Carlher . . . . .	36 000	7,0	38 200	7,7	36 000	7,2
Moyennes . . . . .	32 000	6,5	38 600	6,67	33 000	6,93
	36 325		42 875		38 337	

teraves par mètre carré. Ce résultat est obtenu avec des lignes espacées de 40 à 45 centimètres et des plants situés sur la ligne à une distance de 25 à 30 centimètres.

Il importe de ne pas économiser la semence, car si la levée est contrariée par le mauvais temps les graines sont plus exposées aux ravages des vers et des insectes. On emploie généralement de 25 à 30 kilogrammes de semence par hectare.

**Soins d'entretien.** — Si la pluie n'est pas à craindre après l'ensemencement, on fait passer un rouleau uni pour assurer un contact plus intime entre la graine et les particules terreuses et afin de faciliter la levée. Non seulement le roulage relie la terre, suivant l'expression des cultivateurs, mais il augmente en même temps les quantités d'eau que renferment les couches superficielles en diminuant la porosité du sol et en favorisant le mouvement ascensionnel de l'eau des profondeurs vers la surface où les graines ont été déposées <sup>(1)</sup>. Cependant le meilleur roulage ne vaut pas une bonne pluie.

Les binages doivent être exécutés le plus tôt possible dans le but de briser la croûte superficielle du sol, d'assurer l'aération et la destruction des mauvaises herbes. Pour ces travaux comme pour le placement et le démariage, on se

---

(1) DEHÉRAIN. — *Le travail du sol.*

conformera aux règles que nous avons indiquées à propos de la betterave à sucre.

**Ennemis et maladies.** — La betterave de distillerie n'est pas à l'abri des accidents et maladies parasitaires, les racines nématodées surtout semblent exercer une influence défavorable sur le travail de la distillerie ; à ce sujet, M. E. Kayser, professeur à l'Institut agronomique, a observé que les racines atteintes par le parasite sont beaucoup plus riches en acide oxalique que les racines saines ; l'auteur attribue à ce fait les mauvaises fermentations dont se plaignent, depuis quelques années, les distillateurs.

**Arrachage.** — La maturité des betteraves se reconnaît au léger jaunissement des feuilles, elle arrive plus ou moins tôt suivant la plus ou moins grande abondance des pluies vers la fin de la période de végétation. Généralement, l'arrachage commence en octobre et se continue régulièrement jusqu'en novembre. Le cultivateur distillateur a intérêt à commencer de bonne heure de façon à terminer la fabrication en décembre.

Les betteraves fraîchement récoltées sont amenées directement aux usines. L'excédent de l'arrachage sur la mise en travail est accumulé sous des hangars ou dans des silos.

La bonne conservation des racines est aussi importante pour la distillerie que pour la su-

crierie ; mal conservée, la betterave perd du sucre et, par suite, de l'alcool. Les racines ensilées sont recouvertes de paille ou de bâches imperméables si elles doivent être travaillées promptement, de terre battue, si elles doivent attendre. Les mêmes silos, libérés au fur et à mesure du travail, servent plus tard pour l'emmagasinage des pulpes.

Les betteraves gelées ne doivent pas être conservées, car elles pourrissent promptement, il faut les employer au plus vite car, après le dégel, elles perdent rapidement une partie de leur sucre cristallisable qui se transforme en incristallisable, pour subir ensuite les fermentations alcooliques et acides.

**Vente des betteraves.** — La vente des betteraves de distillerie se fait dans les mêmes conditions que celle des betteraves à sucre. A l'époque des semailles, le fabricant et le cultivateur fait un compromis par lequel ce dernier s'engage à livrer, à partir d'une certaine époque, les betteraves de tel ou tel champ d'une contenance déterminée à un prix convenu à l'avance. Le cultivateur est libre de diriger sa culture à son gré et d'employer les engrais qui lui conviennent, le fabricant fournit parfois la semence, de façon à être assuré de l'authenticité des variétés cultivées.

La vente se fait généralement à forfait, quel-

quefois à la densité, à un prix qui varie avec les cours de l'alcool de 14 à 16 et 18 francs les 1 000 kilogrammes suivant les années. La vente à la densité ou au degré saccharimétrique est la plus parfaite car elle permet au fabricant de payer les racines qu'on lui livre suivant le rendement présumé en sucre et en alcool.

L'analyse de la betterave, soit qu'on en prenne simplement la densité, soit qu'on y dose le sucre à l'aide du saccharimètre, se fait dans les conditions que nous avons indiquées à propos de la betterave à sucre.

Étant donnée la quantité de sucre contenu dans la betterave, en multipliant celle-ci par le coefficient théorique 0,60, on aura la quantité d'alcool correspondant, soit, pour une racine dosant 10,80 de sucre :  $10,80 \times 0,60 = 6,48$  ; on peut admettre 0,5 % de sucre de la betterave perdu dans les pulpes et en cours de fabrication, il reste donc à peu près un rendement probable de 6. On estime que le chiffre de la densité représente d'une façon approximative le rendement en alcool de la betterave, rendement calculé en volume. En un mot, une betterave marquant 6 rendra à peu près 60 litres d'alcool par 1 000 kilogrammes de racines en supposant, bien entendu, un travail normal.

## CHAPITRE IV

—

### PRIX DE REVIENT DE LA BETTÉRAVE ET DE L'ALCOOL

Dans l'état actuel de l'industrie de l'alcool, la culture de la betterave de distillerie est-elle avantageuse? Pour répondre à cette question dont l'importance pratique n'est pas discutable, il faut évidemment connaître les frais de culture par hectare des betteraves de distillerie et la valeur des produits obtenus, alcool et pulpe.

Les frais de culture sont assez difficiles à déterminer, car ils sont sous la dépendance de nombreux facteurs variables avec les régions. Nous ne saurions mieux faire que de reproduire (p. 50) le compte donné par Brandin, agriculteur-distillateur, à Galande (Seine-et-Marne); ce compte porte sur quatre années d'exercice.

Nous donnons d'autre part (p. 51), le résumé des résultats constatés par M. Brandin en distillerie pendant les quatre exercices de 1885 à 1888; les pulpes cotées invariablement chaque année à 7 francs les 1 000 kilogrammes viennent en déduction des frais de fabrication.

TABLEAU DE M. BRANDIN

Désignation des dépenses et produits	1885		1886		1887		1888	
	fr.		fr.		fr.		fr.	
<i>Dépenses</i>								
Labours, hersages, roulages, ensemencements, binages à la houe	125	125,72	120,51	120	120,51	120	120	
Transports aux silos et livraison à l'usine . . . . .	86,55	83,40	53,70	73,50	53,70	73,50	73,50	
Épandage des engrais . . . . .	2,17	4,33	1,93	3,40	1,93	3,40	3,40	
Binages . . . . .	47,26	49,93	47,24	51,84	47,24	51,84	51,84	
Arrachage, chargement, mise en silos . . . . .	60,65	63,49	58,55	69,88	58,55	69,88	69,88	
Couverture et décaissage des silos. . . . .	6,34	11,48	6,80	8,21	6,80	8,21	8,21	
Chargement des silos . . . . .	14,82	12,47	8,42	10,47	8,42	10,47	10,47	
Graine . . . . .	29,64	27,74	33,92	26,99	33,92	26,99	26,99	
Engrais chimiques . . . . .	95,44	145,05	101	112,54	101	112,54	112,54	
Fumier ( <sup>2</sup> / <sub>5</sub> de la valeur). . . . .	130	119,50	122	95,50	122	95,50	95,50	
Frais généraux (entretien des chemins, réparat. de l'outillage, etc.)	49,38	47,68	46,45	62,59	46,45	62,59	62,59	
Fermage et impôts . . . . .	123,35	113,40	113,10	114,74	113,10	114,74	114,74	
Intérêts à 5 % sur un capital d'exploitation de 700 fr.	35	35	35	35	35	35	35	
Total des frais par hectare . . . . .	807,60	839,19	748,62	781,63	748,62	781,63	781,63	
<i>Produits</i>								
Rendement par hectare . . . . .	43 300 <sup>kg</sup>	62 240 <sup>kg</sup>	41 720 <sup>kg</sup>	51 913 <sup>kg</sup>	41 720 <sup>kg</sup>	51 913 <sup>kg</sup>	51 913 <sup>kg</sup>	
Prix de revient de la tonne de betteraves. . . . .	8,60	13,48	17,91	15,11	17,91	15,11	15,11	
Rendement de la tonne (100 kg., en lit. d'alcool à 100° non rectifié).	38,94	47,37	53,27	56,50	53,27	56,50	56,50	
Récolte en alcool à l'hectare en litres . . . . .	1 687	2 947	2 222	2 930	2 222	2 930	2 930	

Années	Quantité de betteraves travaillées en kilog.	Frais de fabrication par tonne	Prix de revient de l'hectolitre d'alcool	Prix de vente
1885. . . .	2 135 700	8 <sup>fr</sup> ,56	58 <sup>fr</sup> ,96	50 <sup>fr</sup> ,00
1886. . . .	3 209 100	6, 86	34, 08	36, 48
1887. . . .	2 340 800	8, 13	41, 06	43, 22
1888. . . .	2 829 800	7, 11	31, 92	38, 71

Si l'on considère la campagne 1885 comme anormale, étant donnée la mauvaise qualité des racines, on trouve que, pour les campagnes 1886, 1887 et 1888, le prix de revient de l'hectolitre est de 35<sup>fr</sup>,68. Dans ces conditions, il faut bien peu de choses pour friser la perte. Il est vrai que, dans la plupart des cultures, le prix de revient des betteraves de distillerie n'est pas aussi élevé que chez M. Brandin qui dépense plus 700 francs par hectare; dans le nord de la France, il est même rare qu'il dépasse 650 francs. Pour voir s'il y a avantage à faire de la betterave de distillerie il faut que le prix d'achat des betteraves soit assez élevé et il dépend lui-même du prix de l'alcool sur le marché qui est soumis, comme on le sait, à de grandes variations; ce prix est même tombé très bas dans ces dernières années, ce qui a motivé des plaintes nombreuses de la part des distillateurs et a fait fermer la plupart des usines.

## CHAPITRE V

—

### DISTILLATION DES BETTERAVES

La transformation du sucre de la betterave en alcool comprend trois opérations :

- 1° L'extraction du sucre ;
- 2° La fermentation ;
- 3° La distillation.

**Extraction du jus.** — Les betteraves sont d'abord lavées avec le plus grand soin afin de les dépouiller de la terre qui y reste adhérente. Les appareils employés pour ce travail sont les mêmes que ceux dont on se sert dans les sucreries.

L'extraction du jus se fait par les presses continues, par macération ou par diffusion. La première méthode tend à disparaître de la distillerie comme elle a disparu de la sucrerie. Le jus qu'on obtient est forcément plus chargé de non-sucre que le jus de diffusion puisqu'il tend à se rapprocher du suc cellulaire originel et que les lavages de la pulpe à température assez élevée exerce sur le marc une action dissolvante bien

plus marquée que dans la diffusion. La macération et la diffusion permettent une extraction plus complète du sucre de la betterave. Dans les deux cas, l'épuisement du contenu des cossettes est basé sur les principes suivants :

Deux liquides inégalement chargés d'une matière soluble, séparés par une paroi inerte, tendent à prendre la même composition ; la matière soluble de la dissolution concentrée se diffuse au travers de la paroi et se répand dans la dissolution étendue jusqu'à ce que l'équilibre soit établi. Si l'on met les cossettes de betteraves en contact de l'eau, leur jus, par suite des phénomènes osmotiques qui se passent au travers des parois des cellules, se mélange avec l'eau, et alors il se produit une solution sucrée avec une teneur saccharine moyenne, aussi bien dans l'intérieur des cellules qu'en dehors de celles-ci.

Lorsqu'on verse, par exemple, 100 kilogrammes d'eau sur 100 kilogrammes de cossettes renfermant 12 % de sucre, l'eau, après un certain temps, se transforme en jus à 6 % de sucre et, dans les cossettes, la richesse du jus en sucre devient aussi égale à 6 % ;  $\frac{12 + 0}{2} = 6$ . Les 100 kilogrammes de liquide sucré, versés sur 100 kilogrammes de cossettes fraîches, donnent, au bout de quelque temps, une solution de sucre à 9 %, car  $\frac{6 + 12}{2} = 9$ . Le liquide à 9 %, dé-

canté à son tour et mis en contact avec 100 autres kilogrammes de cossettes fraîches, produit une solution à 10,5 % de sucre :  $\frac{9 + 12}{2} = 10,5$ . En faisant arriver successivement des liquides déjà chargés de sucre, empruntés à des cossettes de plus en plus riches, sur des cossettes neuves, on obtient des solutions dont la teneur en sucre se rapproche beaucoup de la richesse saccharine des jus de betteraves. D'autre part, en procédant à des lavages méthodiques avec de l'eau pure, les cossettes sont épuisées jusqu'à 0,75 % de leur teneur en sucre. L'épuisement est bien plus complet qu'avec les presses qui laissent dans la pulpe de 2,5 à 3 % de sucre.

Pour extraire le jus de betterave par macération ou diffusion, les racines sont découpées en lamelles minces ou cossettes à l'aide de coupe-racines analogues à ceux dont on se sert dans les sucreries. D'après le procédé par macération, les cossettes sont lessivées dans des cuves en bois ouvertes ou macérateurs, de telle façon que l'eau d'extraction ou la vinasse chaude pénètre dans le premier macérateur, s'y charge de jus sucré puis s'écoule par le faux fond perforé du récipient pour passer dans un deuxième vase et ainsi de suite jusqu'à ce que finalement le jus soit écoulé du dernier macérateur de la série. Les macérateurs sont au nombre de trois ou quatre dans les petites distilleries et de cinq à sept dans les grandes.

La diffusion est plus parfaite au point de vue technique que la macération ; au lieu de macérateurs ouverts, on emploie des macérateurs fermés dans lesquels l'épuisement des cossettes se fait d'une manière plus sûre, plus complète et plus rapide.

On se sert, pour l'extraction du jus par macération ou diffusion, d'eau chaude ou de la vinasse sortant des appareils distillatoires. L'emploi de la vinasse offre plusieurs avantages. D'abord on économise du combustible parce que la vinasse n'a pas besoin d'être chauffée comme l'eau. Ensuite elle conserve à la pulpe une valeur nutritive plus considérable ; les éléments nutritifs contenus dans les cossettes ne peuvent, en effet, se répandre au dehors que par diffusion à travers les parois des cellules et, comme ce phénomène ne peut se produire pour certaines substances lorsque les cellules baignent dans un liquide renfermant ces éléments dans les mêmes proportions, ce qui arrive précisément pour la vinasse qui est riche en matières minérales et azotées, les cossettes ne peuvent lui céder qu'une petite proportion d'éléments nutritifs. En outre, les vinasses chaudes en contact avec les betteraves coupées déterminent la coagulation du protoplasma des cellules qui devient insoluble et reste en partie fixé dans la masse. La petite quantité de cette matière azotée qui

est entraînée est ramenée par la vinasse sur de nouvelles cossettes pendant son passage dans les cuves de macération ou de diffusion. Enfin, l'emploi des vinasses diminue notablement la consommation d'acide.

Au moment du chargement des diffuseurs ou des macérateurs on fait couler sur les cossettes une certaine quantité d'acide sulfurique dilué, dans le but de métamorphoser le sucre de betterave en sucre fermentescible et de donner au milieu une réaction franchement acide qui réduit au minimum l'activité des microorganismes autres que la levure. M. Geschwind fait observer qu'en sucrerie, on a tout autant à craindre qu'en distillerie, la prolifération des microorganismes qui consomment du sucre et que cependant on parvient à s'en garder sans recourir à l'acidification.

Lorsque la macération a lieu à la vinasse celle-ci ne doit être additionnée, au moment de son emploi, que d'une petite quantité d'acide sulfurique parce qu'elle contient encore la presque totalité des acides du jus précédent. D'après cela, il suffit d'acidifier le liquide d'extraction de la première opération de la campagne lorsque, n'ayant pas encore de vinasse, on fait la macération à l'eau chaude, et de maintenir cette acidité à peu près constante par une addition calculée à chaque extraction. D'après Barbet

et Arachequesne, on emploie 1 kilogramme d'acide sulfurique à 53° pour 1 000 kilogrammes de cossettes, l'acide est dilué environ au  $\frac{1}{20}$ . Durin conseille de calculer la quantité d'acide de telle façon qu'on ait dans le jus à mettre en fermentation une acidité libre de 2<sup>cm<sup>3</sup></sup>,40 à 2<sup>cm<sup>3</sup></sup>,50 par litre en acide sulfurique monohydraté. Sidersky dit qu'on est dans les meilleures conditions lorsque la quantité d'acide sulfurique ajoutée à la macération, calculée en grammes par litre de jus soutiré, représente au moins les deux tiers de l'acidité moyenne de ce jus constatée par l'essai.

**Fermentation.** — Les liquides sortant des macérateurs ou des diffuseurs sont conduits après refroidissement aux cuves de fermentation où la glycose se transforme en alcool et en acide carbonique. Les moûts reçoivent au début des opérations de la levure de bière délayée dans l'eau. Cette levure provient des brasseries où elle se multiplie pendant la fermentation, toutefois son emploi est devenu assez important aujourd'hui pour que sa préparation soit l'objet d'une fabrication spéciale.

Examinée au microscope, la levure apparaît comme formée d'une multitude de cellules transparentes plates et arrondies, c'est un végétal qui se multiplie avec une excessive rapidité quand il trouve dans les liquides dans lesquels

il a été mis les aliments, la température qui lui conviennent et que la réaction de ces liquides s'oppose au développement d'autres ferments. Or les jus de betteraves renferment des aliments riches et facilement assimilables, et l'acide sulfurique déversé sur les cossettes, outre qu'il transforme le sucre de canne en glycose fermentescible, crée un milieu particulièrement défavorable aux ferments nuisibles.

Quand la levure de bière se développe à l'air libre, elle se multiplie vigoureusement en absorbant l'oxygène atmosphérique, mais travaille mal; quand, au contraire, la dissolution sucrée est recouverte d'acide carbonique et que l'oxygène aérien fait défaut, la levure emprunte l'oxygène au sucre qu'elle décompose et devient ferment. En observant certaines températures on a pu, jusqu'à un certain degré, faire agir séparément de l'autre l'une des propriétés de la levure; à de basses températures, jusqu'à 12°,50 environ, il n'y a qu'un faible dégagement d'acide carbonique et qu'une très lente élévation de température, c'est la période de multiplication de la levure; à des degrés de chaleur plus élevés, le pouvoir multiplicateur diminue de plus en plus et fait place au pouvoir fermentatif, c'est-à-dire à la transformation du sucre en alcool et en acide carbonique. On avait cru, jusque dans ces dernières années, que le processus de la fer-

mentation ne consistait pas en une décomposition chimique du sucre, mais dépendait intimement de l'organisme de la levure vivante sans lequel la fermentation ne pouvait avoir lieu. Les expériences effectuées ces derniers temps, dit Gauthier (1), ont montré qu'une substance formée dans la cellule vivante, la zymase, peut produire le dédoublement du sucre indépendamment des cellules.

En distillerie, on emploie la fermentation continue ou fermentation par coupage des cuves. On enlève d'une cuve en pleine marche, une partie de son contenu pour l'introduire dans une autre cuve où la fermentation continue; en remplissant ensuite ces deux cuves de jus frais, la fermentation s'y opère parallèlement sans qu'il soit nécessaire de les additionner de levure. Lorsque la fermentation a été normale, on ne doit trouver qu'une faible augmentation de l'acidité et la densité du liquide doit être voisine de 1,010 à 1,015.

**Distillation.** — Les moûts fermentés représentent un mélange de corps gazeiformes, liquides et solides. Au nombre des corps gazeiformes se trouve l'acide carbonique formé pendant la fermentation et dont la majeure partie passe dans l'air, la portion qui reste en dissolution dans le

---

(1) BUCHELER et GAUTHIER. — *Manuel de distillerie.*

moût se perd pendant la distillation. L'eau forme la plus grande partie des substances liquides, après elle, vient l'alcool qui existe en proportions variables selon la richesse de la betterave, le mode d'extraction de jus, le degré de concentration et de fermentation du moût.

On trouve, en outre, par suite des fermentations secondaires, des acides lactique, acétique et succinique, de la glycérine et des huiles odorantes. Parmi les corps solides, les uns sont dissous dans l'eau comme le sucre non transformé et les corps albuminoïdes, les autres sont en suspension dans le moût et représentent les éléments insolubles telles que les cellules de levure et les fibres végétales.

En chauffant les moûts fermentés, il se dégage d'abord de l'acide carbonique et ensuite des vapeurs d'alcool, d'eau, d'acide acétique et d'huiles odorantes.

Si on effectue le chauffage dans un appareil permettant la condensation de ces vapeurs, on sépare les éléments non volatils des moûts des éléments volatils que l'on recueille sous un faible volume. L'alcool, qui a le point d'ébullition le plus bas (78°), distille le premier, viennent ensuite l'eau (100°), l'acide acétique (118°) et les huiles odorantes (132°).

La distillation n'est donc rien autre chose que la transformation d'un liquide à l'état de vapeur

combinée avec la condensation simultanée par le refroidissement des vapeurs produites. Tout appareil de distillation se compose essentiellement de deux parties :

1° La chaudière dans laquelle les substances volatiles sont transformées en vapeurs ;

2° Le réfrigérant ou condenseur où les vapeurs sont condensées par refroidissement.

On a employé pendant longtemps et on se sert encore pour la préparation d'eaux-de-vie destinées à la boisson, de l'alambic à feu nu. Cet appareil, inutile de le dire, ne produit qu'un alcool très dilué et il serait nécessaire de recommencer la distillation plusieurs fois pour obtenir des alcools à haut degré. C'est pour remédier à cet inconvénient que les alambics ont été remplacés par des appareils plus compliqués permettant de produire de l'alcool concentré en une seule opération.

Les distilleries travaillent depuis plusieurs années avec des appareils continus dans lesquels les moûts sont introduits sans interruption et distillent d'une façon continue. L'appareil Savalle a été le prototype et le modèle sur lequel sont basés tous les autres systèmes quels qu'ils soient. Il est formé d'une série de petits alambics superposés en forme de colonne dans la partie supérieure de laquelle on introduit le moût fermenté ; celui-ci descend la colonne

en passant d'un compartiment à l'autre par des tuyaux de trop-plein, pendant que la vapeur, suivant une marche inverse, barbote à travers le liquide descendant. La vapeur introduite dans le compartiment inférieur de la colonne, où son admission est réglée au moyen d'un régulateur automatique, rencontre des moûts déjà presque entièrement dépouillés de leur alcool dans leur descente successive d'un plateau à l'autre, elle s'enrichit du peu d'alcool qu'ils renferment encore, passe dans le plateau supérieur où elle trouve déjà des moûts un peu plus riches, et monte ainsi vers le sommet de la colonne.

La vapeur dans son mouvement ascendant rencontre donc des moûts de plus en plus riches, tandis que le liquide va, au contraire, en s'appauvrissant dans son mouvement en sens inverse ; le contre-courant du moût et de la vapeur produit l'épuisement le plus complet des vinasses avec une dépense aussi faible que possible.

L'alcool résultant de la distillation renferme toujours une quantité plus ou moins grande d'impuretés désignées sous le nom collectif d'huiles odorantes, d'essences ou, comme en Allemagne, d'huile de fousel, qui lui communiquent une odeur et une saveur désagréables.

Pour obtenir de l'alcool comestible, on soumet les flegmes à une seconde distillation fractionnée

qui a reçue le nom de *rectification*. En Allemagne, ce travail est exécuté dans les raffineries d'alcool ; en France, on compte un assez grand nombre de distilleries qui rectifient leurs flegmes.

---

## CHAPITRE VI

—

### RÉSIDUS DE LA DISTILLATION

**Pulpes.** — Les résidus de la distillation des betteraves sont les pulpes et les vinasses.

Les *pulpes* ont une valeur alimentaire assez élevée et jouent un rôle important dans les distilleries agricoles. « Lorsque, dit M. Dehérain, le prix de vente de l'alcool est suffisant pour payer les frais de culture de la betterave et les dépenses de fabrication, l'opération est fructueuse, quand bien même la vente de l'alcool ne laisserait aucun bénéfice, celui-ci apparaît dans l'emploi des résidus des cuves de macération, dans l'emploi des pulpes qui constituent un excellent aliment pour le bétail ».

Les pulpes de distillerie sont plus riches en matières azotées que les pulpes de sucrerie et possèdent, par conséquent, une valeur nutritive plus élevée. M. Dehérain dit à ce sujet : « Au moment où la vinasse chaude employée à l'épuisement arrive sur les betteraves coupées, elle détermine la coagulation du protoplasma des

cellules ; il devient insoluble et, pour la plus grande partie, reste fixé dans la vinasse. La petite quantité de cette matière azotée d'abord entraînée est ramenée par la vinasse sur de nouvelles cossettes pendant leur passage dans les cuves de macération. La plus précieuse des matières alimentaires contenue dans les betteraves se retrouve donc dans les pulpes. Le sucre a disparu, il est vrai, mais la cellulose qui constitue comme le squelette de la racine, profondément modifiée par l'action des liquides chauds et acides, est devenue, partiellement au moins, assimilable par les animaux et remplace le sucre décomposé ». Voici la composition des pulpes de distillerie pressées et des pulpes de sucrerie, d'après Briem :

Designation	Pulpes de distillerie	Pulpes de sucrerie		
Eau . . . . .	84,68	86,30		
Substance sèche	{ Ligneux . . . . . 3,63 { Cendres . . . . . 0,81 { Matière grasse . . . . . 0,22 { Protéine brute . . . . . 1,71 { Extractifs non azotés . . . . . 8,98 ----- 100,00	{ 3,10 { 0,90 { 0,30 { 1,50 { 7,90 ----- 13,70 ----- 100,00		
			15,22	13,70
			1,71	1,50
			0,22	0,30
			0,81	0,90

La pulpe de distillerie renferme donc 15,22 % de matière sèche, et la pulpe de sucrerie, 13,70. Toutefois, la première a été débarrassée de

l'excès d'eau au moyen de presses. La substance sèche de la pulpe de distillerie contient 11,20 % de protéine brute, celle de la pulpe de sucrerie, 10,95 %.

Les pulpes provenant de la macération des cossettes à la vinasse sont bien supérieures à celles qui dérivent de la macération à l'eau chaude. Les analyses suivantes, effectuées par Siegel, ont mis ce fait en évidence avec une très grande netteté :

Désignation	Pulpes de macération à l'eau	Pulpes de macération à la vinasse
Eau . . . . .	93,4	92,62
Cendres . . . . .	0,55	0,84
Ligneux . . . . .	1,48	1,44
Sucre . . . . .	1,72	1,34
Hydrates de carbone . . . . .	2,93	2,99
Matières protéiques. . . . .	0,21	0,77
	100,00	100,00

Les pulpes de macération et les pulpes de diffusion diffèrent peu sous le rapport de la teneur en eau ; les premières, d'après les analyses de M. Sidersky, sont cependant plus riches en matières protéiques.

Voici la composition de différentes pulpes après 4 mois et demi d'ensilage :

*Composition de différentes pulpes*

Désignation	Macération		Diffusion	
	A	B	C	D
Humidité . . . . .	91,00	90,00	89,60	89,40
Cendres . . . . .	1,74	1,36	1,08	1,20
Matières protéiques . .	1,70	1,74	1,20	0,32
" grasses . . . . .	0,68	0,57	0,42	0,45
" hydrocarbonées . . .	1,71	2,28	2,90	3,03
Cellulose . . . . .	3,12	3,20	4,80	4,60
	100,00	100,00	100,00	100,00
Poids du litre de pulpe .	972 gr.	993 gr.	950 gr.	960 gr.

Comme on le voit, les pulpes de macération et de diffusion sont très aqueuses et sont inférieures aux pulpes de presses qui contiennent de 75 à 80 % d'eau. On peut les mélanger avec de la paille hachée ou des menues pailles dans le but de diminuer les pertes en silos.

Voici, d'après M. Sidersky, la composition des pulpes de diffusion ensilées avec 4,5 % de menue-paille :

Eau . . . . .	86,42
Cendres . . . . .	1,57
Matières protéiques . . . . .	1,78
" grasses . . . . .	0,60
" hydrocarbonées . . . . .	3,15
Cellulose . . . . .	6,48
	100,00

Après quelque temps d'ensilage la pulpe entre en fermentation lente, elle s'échauffe quelque peu et prend une odeur spéciale. Les pailles et menues-pailles s'imbibent des jus, se ramollissent et acquièrent une plus grande digestibilité.

Les pulpes ensilées conviennent très bien à l'alimentation du bétail, et particulièrement des bovidés et des moutons, mais pour qu'il en soit ainsi, la fermentation doit avoir évolué régulièrement sans être entravée par la fermentation putride. Les pulpes entrent avec avantage dans la ration des bœufs et des moutons à l'engrais à la condition qu'elles ne dépassent pas 40 à 45 kilogrammes par jour et par bœuf et 2 à 2<sup>kg</sup>,500 par mouton. Voici deux types de rations proposés par M. Cornevin (1).

Désignation	Ration du bœuf en kilog.	Désignation	Ration du mouton en kilog.
Pulpes de distillerie . . . . .	40	Pulpe . . . . .	2,400
Foin . . . . .	5	Foin . . . . .	1,400
Menues-pailles . . . . .	5	Tourteau de coton décortiqué . . . . .	0,300
Tourteau d'arachide . . . . .	3	Orge . . . . .	0,200

(1) CORNEVIN. — *Les résidus industriels dans l'alimentation du bétail.*

Les vaches laitières prennent également bien les pulpes de distillerie, mais leur ration ne doit pas en être exclusivement composée, les mélanges sont indispensables.

On s'est demandé si l'acide sulfurique employé pour l'acidification des cossettes rendait les pulpes de distillerie aussi inoffensives pour le bétail que le sont celles de sucrerie. D'après Cornevin, les pulpes de distillerie, distribuées en proportion trop élevée et exclusivement, donnent aux dents des bêtes une teinte jaunâtre, les organes internes, la graisse et la chair prennent la même coloration. Si l'on persiste trop longtemps, des troubles surviennent et, à l'abatage, la paroi du museau est comme tannée et plus noire qu'à l'ordinaire. Il est hors de doute qu'il ne faut pas donner exclusivement des pulpes de distillerie au bétail; les mélanges sont recommandés.

**Vinasses.** — Les vinasses de betteraves n'ont aucune valeur alimentaire et leur emploi dans l'alimentation du bétail serait dangereux. La meilleure manière d'en tirer parti, lorsque c'est possible sans trop de frais, c'est de les répandre dans les champs, on restitue ainsi au sol les sels qu'elles renferment et qui avaient été enlevés par les racines.



## DEUXIÈME PARTIE

---

### LA BETTERAVE FOURRAGÈRE

#### CHAPITRE VII

---

##### PRODUCTION DE LA BETTERAVE

**Historique.** — Pendant longtemps, la betterave ne fut connue que comme plante potagère. Dans les capitulaires de Charlemagne, on trouve la betterave au nombre des végétaux dont il ordonna la culture dans les jardins. Olivier de Serres, dans son *Théâtre d'agriculture*, publié en 1600, parle de la betterave comme d'une plante importée depuis peu d'Italie et dit que c'est une sorte de *pastenade* avec laquelle on peut fabriquer du sirop ; c'est de la betterave rouge grosse, en effet, qu'entendait parler Olivier de Serres ; c'était sans doute, avec la grosse blanche, la seule qu'on connût alors.

C'est Vilmorin qui introduisit d'Allemagne, à la fin du xviii<sup>e</sup> siècle, la betterave champêtre appelée alors *betterave disette*, parce qu'elle

devait suppléer à la pénurie de fourrages. Cette variété a précédé de quelques années seulement la betterave à sucre qu'on importa de Prusse au commencement du XIX<sup>e</sup> siècle et qui permit à Achard de créer, en 1790, la première fabrique de sucre indigène (1).

**Importance culturale.** — C'est surtout comme plante alimentaire que la betterave est cultivée en France. En effet, tandis que la betterave à sucre est surtout localisée dans la région du Nord, tous les départements, sauf le Gers et la Corse, sèment des betteraves fourragères.

Comme le dit M. Dehérain (2), on peut comparer le progrès agricole qu'entraîne l'introduction régulière de la betterave fourragère dans les assolements, à celui qu'a marqué au siècle dernier la propagation de la culture du trèfle et de la luzerne.

« Partout où la betterave est cultivée, le bétail augmente et, avec lui, la masse du fumier produite. A cet avantage s'en joint un autre : de toutes les plantes de grande culture, c'est la betterave qui profite le mieux des fumures qu'elle reçoit, son rendement à l'hectare croît avec les quantités d'engrais distribuées ; les cultivateurs disent : la betterave paye bien son engrais ; ils

(1) L. MALPEAUX. — *La Betterave à sucre.*

(2) DEHÉRAIN. — *Les plantes de grande culture.*

sont tellement persuadés que leurs avances seront largement remboursées, que non contents de prodiguer le fumier de ferme, ils n'hésitent pas à acquérir des engrais commerciaux qu'ils n'oseraient pas employer aussi copieusement sur du blé par crainte de la verse, ou sur des pommes de terre qui ne profiteraient que médiocrement de ces abondantes fumures. Les cultivateurs de betteraves sont de gros acheteurs de superphosphates, de tourteaux, de nitrate de soude, et ces fortes fumures souvent répétées amènent leurs terres à un haut degré de fertilité ».

La culture de la betterave fourragère n'a pas cessé d'augmenter en France depuis 30 ans.

La superficie cultivée est passée de 296 159 hectares en 1882 à 492 013 en 1901. Le graphique de la *fig. 6* montre l'état de cette culture depuis 1882.

En 1900, la production totale s'est élevée à 102 288 160 quintaux pour une valeur de 218 694 000 francs, ce qui met le prix moyen du quintal à 1<sup>fr</sup>,98. La crise de l'industrie sucrière aura certainement pour effet d'augmenter la superficie cultivée en betteraves fourragères, car nombre de cultivateurs ont dû réduire leurs emblavements en betteraves à sucre et pour parer à l'insuffisance des pulpes, ils augmentent la sole en racines alimentaires pour le bétail.

La culture de la betterave fourragère en France est très inégalement répartie ; c'est le département de la Dordogne qui vient en tête avec 28 500 hectares, puis Ille-et-Vilaine avec 24 220 hectares, les Deux-Sèvres avec 19 470 hectares, Seine-et-Marne avec 18 450 et, au cinquième rang, l'Yonne avec 17 100 hectares.

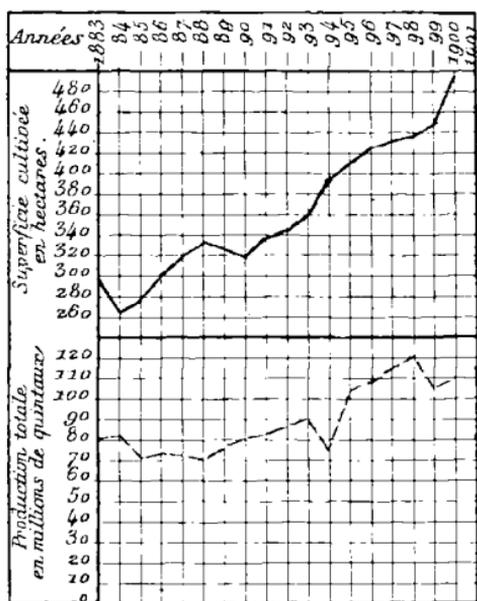


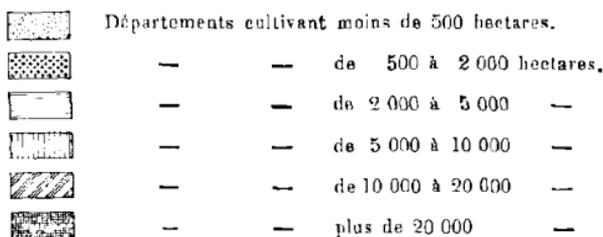
Fig. 6

Les départements qui en cultivent le moins sont les Alpes-Maritimes, avec 20 hectares, les Hautes-Pyrénées avec 34 hectares, l'Hérault avec 40 hectares et enfin la Lozère avec 80 hectares ; deux départements, la Corse et le Gers, ne

cultivent pas cette plante. La carte de la *fig. 7* montre la répartition de la betterave fourragère



Fig. 7



entre les différents départements pour l'année 1901.

Si nous comparons la culture de la betterave

fourragère à celle des autres pays, nous voyons qu'en ce qui concerne la surface absolue, c'est la France qui occupe le premier rang, puis viennent l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie et la Grande-Bretagne. Le tableau suivant indique l'étendue cultivée en betteraves dans les principaux pays producteurs :

Pays	Superficie cultivée	Production totale
	hectares	quintaux
France . . . . .	492 013	109 115 740
Allemagne . . . . .	465 523	106 443 490
Autriche-Hongrie . . . . .	305 470	60 550 830
Grande-Bretagne et Irlande . . . . .	195 703	98 044 731
Danemark . . . . .	67 889	22 780 000
Belgique . . . . .	40 562	17 383 656
Hollande . . . . .	27 194	12 026 254

La surface consacrée à la culture de la betterave fourragère en Europe est supérieure à celle qu'occupe la betterave à sucre ; mais c'est surtout en France que la première surpasse le plus la seconde.

## CHAPITRE VIII

—

### VARIÉTÉS

**Classification.** — Les travaux de Vilmorin montrent que la betterave est d'une remarquable malléabilité et qu'elle est notamment une des plantes les plus faciles à améliorer par sélection. Les variétés connues se distinguent entre elles par la forme, le volume et la couleur des racines, ainsi que par l'examen général, le développement et la coloration des feuilles. Vilmorin les a classées en quatre groupes <sup>(1)</sup>.

- 1° Les betteraves fourragères rouges ;
- 2° Les betteraves fourragères roses ;
- 3° Les betteraves fourragères blanches ;
- 4° Les betteraves fourragères jaunes.

Parmi les variétés à peau rouge, on distingue :

- 1° La *Betterave disette camuse*. — Cette race tout à fait primitive n'a qu'un intérêt historique

---

(1) Nous empruntons la plupart des renseignements concernant les variétés de betteraves fourragères à l'étude publiée par M. Henry de Vilmorin dans le *Journal d'Agriculture pratique*. Année 1897.

en qualité d'ancêtre de toutes les variétés fourragères. Personne ne la cultive plus à l'heure actuelle, mais on la rencontre encore dans les champs ensemencés avec des graines à bon marché provenant de l'Anjou. « Des semences semblables, dit M. Henry de Vilmorin, coûtent plus cher au cultivateur qui les emploie que les graines, quel qu'en soit le prix, des bonnes races élitées et améliorées ».

2° La *Betterave disette d'Allemagne* ou *Betterave champêtre*. — Cette variété est caractérisée par une racine longue fusiforme, obtuse au sommet, plus ou moins effilée à la base et sortant à moitié hors de terre ; la peau est rouge violacée sur la partie souterraine, rouge brun sur la partie qui s'élève au dessus du sol ; la chair est blanche veinée de rose. Il arrive souvent que la racine se courbe dans un sens ou dans l'autre.

La disette d'Allemagne a donné naissance à deux sous-variétés bien connues :

a) La *Betterave disette corne de bœuf*, ainsi appelée à cause de sa forme et qui mesure environ 60 centimètres de longueur. Elle est facile à arracher et à débiter en tranches à la serpe, mais elle est difficile à emmagasiner et de médiocre conservation.

b) La *Betterave disette mammoth* (fig. 8). — Cette race, qui a commencé à se répandre à partir de 1881, prend un grand développement dans les

terres sèches et fertiles. La racine ovoïde présente sa plus grande largeur au-dessous du collet; elle est enterrée tout au plus dans son tiers inférieur. La chair est blanche avec des cercles concentriques plus ou moins teintés de rouge; les feuilles nombreuses, sont relativement petites, d'un vert un peu blond, lustrées et sensiblement ondulées sur les bords, les pétioles sont fortement striés de rouge. La betterave Mammouth est susceptible de donner des rendements énormes, mais elle est plus aqueuse et moins nutritive que les autres variétés.



Fig. 8

3° La *Betterave disette rouge ovoïde* ou *Disette géante*. — Cette variété, qui se rapproche par sa forme de la jaune ovoïde des Barres, ne présente aucun mérite et est presque totalement abandonnée aujourd'hui.

4° La *Betterave rouge-globe* que son nom désigne suffisamment est moins estimée en France que la betterave jaune-globe, mais elle est très appréciée en Angleterre où elle produit des racines très développées dans les terres de bonne qualité. La racine est rarement bien sphérique ; elle se compose plutôt de deux parties coniques accolées l'une à l'autre. Il en existe une sous-variété allemande, la *Betterave rouge d'Oberndorf*, dont la partie en contact avec le sol est complètement aplatie à la façon des gros navets fourragers.

5° La *Betterave rouge grosse*, encore appelée *Disette nègresse*, *Betterave de Rilleux*. Cette variété se rapproche beaucoup des grosses betteraves rouges potagères. Elle présente, en effet, une peau rouge noire ou rouge violacé, une chair ferme, sucrée, rouge foncé, des feuilles très colorées à pétioles rouge sang. La betterave nègresse est riche en sucre et en matières nutritives, mais sa qualité ne compense pas sa très notable infériorité au point de vue du rendement.

Parmi les betteraves fourragères roses, on trouve deux variétés seulement qui méritent d'être signalées.

1° La *Disette d'Argent* qui correspond à la fois à la disette d'Allemagne et à la disette corne de bœuf. Elle est, en effet, très longue, gé-

néralement mince et fréquemment courbée ou contournée dans sa longueur. C'est une variété obtenue en Normandie où elle est connue sous le nom de betterave blanche à collet rose.

2° La *Betterave géante rose demi-sucrière* (fig. 9). — Cette race n'est qu'une édition agrandie de la betterave à sucre à collet gris, autrefois très estimée pour la distillerie et même pour la sucrerie avant la loi de 1884. Obtenue par Vilmorin, elle constitue aujourd'hui une betterave fourragère très recommandable, de forme régulière et très productive.



Fig. 9

Dans le groupe des betteraves fourragères blanches, on trouve :

1° La *Disette blanche à collet vert*. — Cette variété déjà ancienne est considérée comme très productive et de bonne conservation. La racine est volumineuse et mesure de 40 à 50 centimètres

de longueur totale, le collet est long à moitié hors de terre; la peau est verte sur la partie aérienne et blanche sur la partie enterrée, la chair est blanche. La betterave blanche à collet vert est très productive, mais un peu tardive.

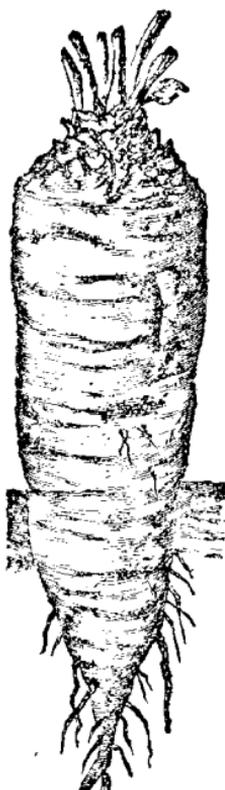


Fig. 10

2° La *Géante blanche demi-sucrière*. — Cette race a la même origine que la géante rose de Vilmorin, c'est comme elle une bonne variété pour l'alimentation du bétail.

3° La *Globe blanche*. — Cette variété, de forme sphérique plus ou moins aplatie à la partie inférieure ne présente aucun mérite cultural et doit être classée parmi les races d'intérêt tout à fait secondaire.

Les betteraves fourragères jaunes comprennent :

1° La *Betterave jaune d'Allemagne* ou *jaune à chair blanche* (fig. 10). — Cette

race, qui ne diffère pas essentiellement de la disette d'Allemagne, a été importée en France en 1830. La racine est jaune dans la partie

enterrée et souvent même hors de terre, la chair est blanche, les feuilles sont d'un vert très blond, à pétioles et nervures vert pâle.

2° La *Betterave jaune grosse*. — La racine est cylindrique à peau jaune légèrement orange à chair jaune pâle zonée de blanc et fortement sucrée ; elle passe pour être plus nutritive que la plupart des autres variétés fourragères. On ne la cultive guère qu'aux environs des grandes villes où elle est vendue aux nourrisseurs pour l'alimentation des vaches laitières.

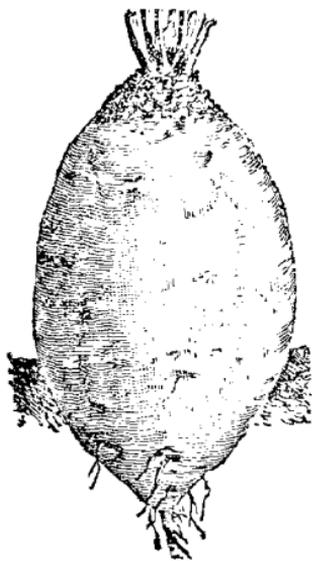


Fig. 11

3° La *Betterave jaune ovoïde des Barres* (fig. 11). — Cette race a été obtenue par Vilmorin de la betterave jaune d'Allemagne. La racine est ovoïde demi-longue, très régulière ; la peau est jaune très légèrement orange ; la chair est blanche, les pétioles des feuilles sont verts. La betterave jaune ovoïde des Barres participe des qualités de la globe jaune et de la jaune d'Allemagne, elle est supérieure en valeur nutritive à la di-

sette et se conserve bien. A l'époque où le prix de l'alcool était encore élevé, on la cultivait avec succès en vue de la distillerie ; aujourd'hui c'est une variété exclusivement fourragère.

4° La *Betterave jaune Géante de Vauriac* (fig. 12). — Cette variété, d'origine relativement

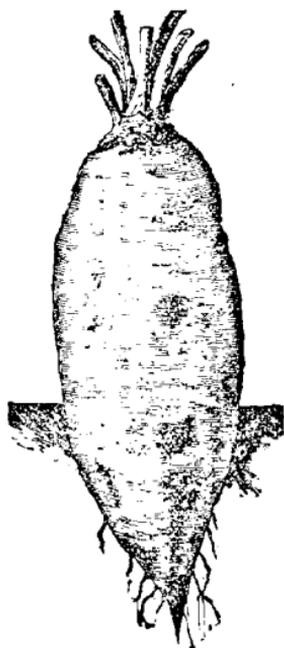


Fig. 12

récente, n'est qu'une modification de la précédente dans le sens du plus fort volume et du plus grand rendement s'adaptant aux conditions améliorées de la culture moderne. Elle a été obtenue au château de Vauriac dans la Dordogne ; on peut dire qu'elle constitue au point de vue du volume et du rendement le summum de ce qu'on peut demander, toutefois sa conservation laisse à désirer et sa valeur nutritive n'est pas beaucoup supérieure

à celle de la *Mammoth*.

5° La *Betterave jaune Tankard* (fig. 13). — C'est une variété d'origine anglaise, qui se caractérise par la forme cylindrique de sa racine et

par sa coloration d'un beau jaune cuivré. Cette race s'est passablement répandue dans les cultures, mais on lui reproche sa tendance à varier et la difficulté qu'on éprouve à la maintenir bien franche.

6° La *Betterave globe jaune*. — De toutes les races de forme sphérique, la jaune globe est la plus répandue et la plus appréciée. Elle est très rustique, facile à arracher et de bonne conservation.



Fig. 13

7° La *Betterave jaune globe à petites feuilles* (fig. 14), dérive de la précédente par sélection. Elle a été obtenue en Angleterre et se caractérise par sa racine lisse, plus régulièrement sphérique que la globe originale, par sa couleur plus pâle et par son développement foliacé moins considérable.



Fig. 14

8° *Betterave orange globe*. — Obtenue également en Angleterre. Cette variété, qui est à la globe

jaune, ce que la Tankard est à la jaune ovoïde des Barres, se distingue par sa coloration foncée, par ses pétioles teintés de jaune et par sa chair franchement jaune.

Indépendamment des variétés fourragères, on cultive depuis quelques années, pour l'alimentation du bétail, la *betterave à collet rose*, très répandue avant la loi de 1884 (1). Cette variété est employée par les distilleries, car contrairement à ce qui se passe en sucrerie, où la fabrication du sucre est taxée sur la matière première entrant à l'usine, l'impôt dans les distilleries porte sur l'alcool fabriqué, de telle sorte qu'il n'y a pas intérêt à employer des matières très chargées de principes alcoolisables.

**Choix des variétés.** — Les cultivateurs qui s'adonnent à la culture de la betterave à sucre sont arrivés, depuis la loi de 1884, à améliorer les racines d'une façon remarquable, car les fabricants les payent d'autant plus cher que leur teneur en sucre est plus élevée. Il semble que lorsque la betterave est destinée à l'alimentation du bétail le choix doit porter exclusivement sur les variétés qui fournissent les plus hauts rendements à l'hectare et que la meilleur mode de culture est celui qui assure une abondante production. Et, en effet, c'est guidé par ces seules considérations que, pendant longtemps et main-

---

(1) Voir la *Betterave à sucre*.

tenant encore, on sème des graines fournissant de très grosses racines qui assurent le maximum de rendement à l'hectare.

Cependant, si la valeur de la betterave sucrière est proportionnelle à sa richesse centésimale et à son rendement total en sucre à l'hectare, la valeur de la betterave fourragère doit être en raison de sa teneur en principes nutritifs et de son rendement en matières réellement alimentaires par unité de surface. Or l'expérience montre qu'il n'y a pas parallélisme entre le rendement brut par hectare, la grosseur des racines et leur valeur alimentaire.

Il y a déjà plusieurs années que M. Dehérain a fait la démonstration de la mauvaise qualité des grosses racines. Nous donnons, dans le tableau de la p. 88, les résultats qu'il a obtenus en 1891 avec deux variétés fourragères, la Mammoth et la Globe à petites feuilles, cultivées à deux écartements différents (1).

Comme on le voit, les grosses betteraves, à quelque variété qu'elles appartiennent, sont pauvres en matière sèche et en sucre et sont très chargées de salpêtre. Celui-ci exerce une action fâcheuse sur les vaches laitières et les animaux à l'engrais, et quand bien même il traverserait

---

(1) DEHÉRAIN. — *Les betteraves fourragères dans différentes régions de la France*. Annales agronomiques, 1902.

l'organisme animal sans y causer aucun désordre, il arrive au fumier où il est décomposé; la plus précieuse des matières fertilisantes est ainsi perdue.

Désignation	Mammoth		Globe à petites feuilles	
	écartem.	écartem.	écartem.	écartem.
	40 × 40	35 × 25	40 × 40	35 × 25
	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.
Rendement à l'hect.	84 400	81 000	87 000	84 800
Matière sèche. . .	11 394	13 365	10 979	12 720
Sucre. . . . .	6 161	8 991	7 883	9 412
Matière azotée . .	573,9	831	753	695
Nitrate de potasse .	219,4	64,8	193	33

Étant donné que la culture rapprochée des betteraves était la plus avantageuse, M. Dehérain s'est demandé si le changement dans la disposition des lignes ne devait pas en entraîner un autre et si les variétés cultivées jusqu'alors aux grands écartements convenaient encore pour les semis serrés. « Le doute était d'autant plus légitime que les espèces choisies habituellement pour l'alimentation du bétail ne l'ont été qu'à cause des énormes dimensions qu'elles sont susceptibles d'acquérir; or, aussitôt qu'en les maintenant serrées on les empêchait de grossir, les raisons qui avaient conduit à les choisir n'exis-

taient plus et il importait dès lors de chercher quelles variétés donneraient, dans ces nouvelles conditions de semis, les quantités maxima de principes utiles ».

Pour résoudre cette question, M. Dehérain a d'abord cherché parmi les betteraves fourragères les plus estimées : Mammouth, Jaune Ovoïde des Barres, Jaune Géante de Vauriac, Tankard et Globe à petites feuilles, celles qui se comportaient le mieux aux faibles espacements et il est arrivé à se convaincre qu'à Grignon, c'était la Globe à petites feuilles qui donnait les meilleurs résultats.

Toutefois il fallait aller plus loin et savoir s'il n'était pas avantageux de substituer aux variétés fourragères quelques-unes des variétés employées dans les sucreries avant que la loi de 1884 ait forcé les cultivateurs à porter toute leur attention sur la richesse saccharine des racines destinées aux usines. Il était donc utile de cultiver comparativement des betteraves fourragères et des betteraves demi-sucrières, de manière à savoir quelle quantité de matières alimentaires pouvaient fournir des surfaces égales ensemencées avec ces diverses variétés. Cette étude comparative a été entreprise par différents expérimentateurs, mais jusqu'aujourd'hui les classifications qu'on a essayé d'établir n'ont conduit à aucune conclusion précise.

Les recherches entreprises par M. Garola, avec le concours de M. Benoist, semblent indiquer que la betterave à collet rose est la plus avantageuse lorsqu'elle est cultivée pour l'alimentation du bétail. Cet expérimentateur a calculé pour différentes variétés le rendement à l'hectare en principes nutritifs : albuminoïdes, graisses, sucres, pentosanes. Les résultats qu'il a obtenus sont résumés dans le tableau de la p. 91.

C'est la betterave à collet rose qui s'est montrée la plus riche en principes alimentaires. Entre elle et l'ovoïde des Barres, il y a un écart en sa faveur de 227,8 %. Tout commentaire, dit M. Garola, ne pourrait qu'affaiblir une telle constatation (1).

Dans les recherches que nous avons effectuées à Berthonval, en collaboration avec M. Pagnoul, la betterave à collet rose a été supérieure également aux autres variétés fourragères. Pour faciliter la comparaison, nous réunissons, dans le tableau de la p. 92, les nombres obtenus avec 15 variétés cultivées dans des conditions identiques.

M. Dehérain a également mis en comparaison les variétés fourragères avec les racines naguère employées dans les sucreries et qui alimentent

---

(1) GAROLA. — *Amélioration de la culture des racines fourragères*. Annales de la science agronomique, 1898.

## RENDEMENT DES BETTERAVES EN SUBSTANCES NUTRITIVES

Variétés	à 0 <sup>m</sup> .90		à 0 <sup>m</sup> .45		Différences kilog.
	kilog.		kilog.		
Betterave à sucre Klein-Wanzleben . . . . .	3 730	4 279	5 678	1 948	1 873
"  à collet rose . . . . .	4 754	4 279	6 800	2 046	
"  à collet vert (Brabant) . . . . .	4 263	4 279	5 889	1 426	
Betterave blanche demi-sucrière . . . . .	2 404	2 408	4 684	2 280	1 479
"  disette Mammoth . . . . .	2 451	2 408	2 983	532	
"  jaune géante de Vauriac . . . . .	2 235	2 408	2 788	1 553	
"  globe à petites feuilles . . . . .	2 911	2 408	4 136	1 225	1 260
"  jaune ovoïde des Barres . . . . .	1 906	1 906	3 166	1 260	
"  disette corne-de-bœuf . . . . .	2 573	2 573	4 565	2 022	
Moyennes . . . . .	3 021		4 632	2 611	

Differences	Banette à sucre collet rose	Lisette blanche collet vert	Jaune d'Allemagne à chair blanche	Lisette d'Allemagne rose	Jaune globs petites feuilles	Jaune ovoïde des Barres	Dissette Mammouth	Globe jaune
Rendement à l'hectare . . . . .	550 qx 669 gr	685 qx 812 gr	685 qx 830 gr	736 qx 892 gr	696 qx 873 gr	774 qx 938 gr	1061 gr 1061 gr	1061 gr 77 gr
Poids moyen des racines . . . . .	107,20	108,10	105,60	107,70	105,30	104,80	104,70	105,80
Densité du jus ou poids du décilitre . . . . .	14,60	11,70	10,52	10,88	9,96	8,60	9,00	11,40
Sucre p. 0/0 de betterave . . . . .	20,26	16,47	15,72	15,67	14,12	13,51	13,32	15,96
Matière sèche p. 0/0 de betterave . . . . .	58,28	44,10	42,20	42,20	40,40	38,60	38,50	45,70
Pureté réelle . . . . .								

Differences	Dissette corme-de-bœuf	Jaune Tankard	Gante blanche demi sucrière	Dissette négresse	Globe rouge	Gante rose demi-arrière	Jaune géante de Vauriac	Sucrière Demaître
Rendement à l'hectare . . . . .	705 qx 851 gr	688 qx 837 gr	833 qx 1009 gr	570 qx 691 gr	598 qx 724 gr	673 qx 815 gr	728 qx 882 gr	710 qx 496 gr
Poids moyen des racines . . . . .	105,10	104,90	104,70	106,40	106,10	106,10	105,90	108,70
Densité du jus ou poids du décilitre . . . . .	12,06	8,96	11,48	12,32	11,48	11,56	10,32	17,68
Sucre p. 0/0 de betterave . . . . .	12,06	14,04	13,13	15,56	16,78	16,78	15,36	28,41
Matière sèche p. 0/0 de betterave . . . . .	78,40	84,10	81,40	88,50	85,00	87,50	81,30	90,20
Pureté réelle . . . . .								

actuellement les distilleries. Les recherches ont été entreprises à Grignon dès 1894 et continuées les années suivantes ; elles ont porté sur la collet rose et la globe à petites feuilles. Voici les résultats obtenus en 1894 :

Désignation	Récolte totale	Matière sèche	Sucre	Matière azotée	Nitrate de potasse
	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.
Globes à petites feuilles.	78 300	9 470	6 388	616,1	185,9
Collets roses. . . . .	50 000	8 624	6 047	591,6	91,8
Différ. en fav. des globes.	28 300	846	341	24,5	94,1

« Il semblerait au premier abord, dit M. Dehérain, que la supériorité des globes à petites feuilles est bien établie ; toutefois, si on pouvait évaluer les différences en argent, on trouverait que les 94 kilogrammes de nitrate de potasse enlevés en pure perte par la Globe compensent certainement le déficit qu'elle présente en sucre et en matière azotée ; si on remarque, en outre, que les 8 624 kilogrammes de matière sèche des collets roses sont contenus seulement dans 50 tonnes de racines, tandis que les 9 470 kilogrammes de matière sèche de la Globe sont renfermés dans 78 300 kilogrammes, c'est-à-dire que ces dernières exigeront des charrois d'un tiers supérieur et occuperont dans les silos un espace

d'un tiers plus étendu que celui qui suffira aux collets roses ; on est très indécis pour savoir de quel côté faire pencher la balance ».

Dès que les essais de M. Dehérain furent connus, les producteurs se mirent à l'œuvre et on offrit bientôt aux cultivateurs, pour remplacer les betteraves fourragères, des variétés demi-sucrières plus grosses que les betteraves à sucre et connues sous le nom de Géante rose et de Géante blanche. Ces deux races obtenues par Vilmorin furent expérimentées à Grignon à partir de 1898 et donnèrent de très bons résultats.

M. Dehérain entreprit alors de propager la culture des betteraves demi-sucrières. Il organisa, avec le concours du Syndicat central des agriculteurs de France, des essais dans différentes régions dans le but de montrer les avantages de la culture rapprochée des betteraves et de chercher la variété à semer. En ce qui concerne le premier point, les expériences ont été absolument concluantes ; en serrant les racines, on a obtenu plus de matière sèche et plus de sucre qu'en les laissant écartées. Mais pour ce qui est de la variété à semer, la question est restée indécise. Quelques expérimentateurs ont trouvé, qu'aux mêmes écartements, les fourragères ont eu un léger avantage sur les demi-sucrières. Les premières ont donné, comme moyenne de six cultures, 6 097 kilogrammes de matière sèche

contre 5 824 kilogrammes fournis par les secondes. Il semble, d'après ces derniers résultats, qu'il faut attacher moins d'importance au choix de l'espèce qu'au mode de culture, et cependant on préconise les betteraves de distillerie pour l'alimentation du bétail, parce qu'elles présentent une plus grande digestibilité que les betteraves fourragères. P. Gay a donné des preuves de cette supériorité dans les expériences qu'il a effectuées à Grignon sur le mouton.

Les résultats qu'il a obtenus ont été confirmés depuis par MM. Brétignières et Dupont. Ces expérimentateurs ont opéré sur trois variétés : la Tankard, variété fourragère, la collet rose riche et la collet rose intermédiaire ; la première fut semée en lignes écartées, suivant la méthode habituelle, les deux collets roses furent maintenues, au contraire, rapprochées. Voici les résultats constatés à la récolte :

Désignation	Rendement à l'hectare	Matière sèche à l'hectare
	kilog.	kilog.
Tankard . . . . .	45 830	7 196
Collet rose riche . . .	37 000	8 690
// intermédiaire . . .	44 000	8 250

Pour chaque variété, on introduisit, dans la ration des moutons, des quantités de racines cal-

culées d'après les rendements à l'hectare, afin de comparer les poids recueillis sur des surfaces égales. Pour mettre les résultats à l'abri de l'influence individuelle, les trois lots de moutons reçurent successivement les différentes rations pendant des périodes de 21 jours, les pesées faites régulièrement ont donné les résultats suivants :

Designation	Augmentation de poids vif	
	pendant les 21 jours d'expérience	par kilog. de matière sèche ingérée
Avec les betteraves Tankard.	7 <sup>kg</sup> ,900	37 <sup>gr</sup> ,9
"    à collet rose riches . . . . .	12, 000	47 9
Avec les betteraves à collet rose intermédiaires . .	17, 300	64 9

« Il est manifeste, dit M. Dehérain, que la ration dans laquelle est introduite la betterave intermédiaire est mieux utilisée par les animaux que celles qui renferment les deux autres et notamment la betterave Tankard cultivée à grands écartements, comme on le fait d'ordinaire ; ainsi tombe déjà un de ces arguments vagues, une de ces phrases toutes faites dont se servent bien souvent encore les cultivateurs qui ne se donnent pas la peine de soumettre leurs opinions au contrôle de l'expérience. L'animal qui reçoit un

poids de betteraves demi-sucrières plus faible que celui qu'on lui donnerait sous forme de betterave Tankard est bien moins lesté, suivant l'expression consacrée. L'expérience prouve cependant qu'il est mieux nourri ; on comprend qu'il en soit ainsi, car ce lest qu'on vante est en réalité formé de l'énorme masse d'eau que contient cette betterave fourragère ; c'est donc l'eau qui est nécessaire ?

« S'il en est ainsi, il n'est pas besoin de cultiver des betteraves pour en fournir, l'abreuvoir suffit » (1).

---

(1) DEHÉRAIN. — *Recherches sur l'emploi des betteraves dans l'alimentation du bétail*. Annales agronomiques, 1899.

## CHAPITRE IX

—

### EXIGENCES DE LA BETTERAVE FOURRAGÈRE

#### CLIMAT

**Influence du climat.** — La betterave aime un climat chaud et humide, ni trop sec, ni trop froid, une température moyenne peu variable. On rencontre ces conditions en Europe, entre le 47° et le 54° degré de latitude nord. Dans les climats froids, elle a de la peine à se développer et ne donne que des racines chétives ; dans les climats chauds, la sécheresse suspend fréquemment la marche de la végétation et les rendements sont faibles.

D'après les observations de M. de Gasparin, la graine entre en germination à 7° C., c'est-à-dire fin mars, commencement d'avril. Une température froide au printemps retarde la levée et, comme conséquence, les plantes ne se développent que tardivement. Les mauvaises herbes

qui s'accoutument de cette température ne manquent pas de les envahir si l'on n'y prend garde. Un été sec détermine une maturité hâtive et une perte sur le rendement en poids. Tous ces inconvénients disparaissent sous l'influence d'un climat chaud et régulier.

La betterave fourragère est cultivée en Angleterre, en Allemagne, en Belgique, en Russie, en Hollande, dans la presqu'île Scandinave; elle accompagne partout les céréales d'hiver. Il n'en est plus de même de la betterave à sucre dont la richesse saccharine varie avec la température de chaque pays; c'est ainsi que la Suède n'obtient que des résultats négatifs dans son industrie sucrière.

Les pluies exercent une influence marquée sur les rendements, surtout lorsqu'elles sont bien réparties; les pluies qui tombent en juin, juillet, c'est-à-dire au moment où, grâce à l'élévation de la température, les ferments nitriques sont en pleine activité, favorisent le développement des racines. L'influence des saisons sur l'abondance de la récolte a été bien mise en relief par M. Dehérain dans ses expériences de Grignon. Les résultats qu'il a obtenus sur différentes variétés en 1900 et en 1901, c'est-à-dire pendant une année sèche et pendant une année humide, sont indiqués dans le tableau suivant :

Désignation	1900		1901	
	Rendement brut	Matière sèche	Rendement brut	Matière sèche
	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.
Rose demi-sucrière . . .	39 160	8 275	83 020	12 764
Blanche demi-sucrière . . .	28 875	6 170	95 330	14 802
Globe à petites feuilles . . .	27 100	5 921	80 200	11 440

Ces chiffres montrent bien les grands besoins en eau de la betterave. Il résulte, du reste, des travaux de Petermann à la station agronomique de Gembloux, que la quantité de substance organique produite par la betterave est plus en rapport avec l'éclairement et la hauteur de pluie qu'avec la somme de chaleur livrée pendant la végétation.

#### SOL

**Nature du sol.** — La betterave est exigeante sous le rapport du sol. Plus le climat est sec, plus la terre doit être fraîche et pénétrable aux racines à une grande profondeur. Ce sont les terres profondes silico-argileuses ou argilo-siliceuses, ainsi que les sols calcaires riches en humus, en un mot, les bonnes terres à blé, qui lui sont les plus favorables. Par contre, les terres acides, les sables secs et pauvres, les sols neufs des landes, les terres crayeuses, les argiles com-

factes et humides, sont peu appropriés à la betterave.

Quelle que soit sa nature, la terre destinée à la culture de la betterave doit être profonde, car cette plante a un développement racinaire considérable, qui lui permet de puiser une partie des éléments nutritifs dans le sous-sol.

**Place dans la rotation.** — On place généralement la betterave en tête d'assolement avec une fumure convenable et on la fait suivre d'une céréale d'automne ou de printemps. Les inconvénients que nous avons signalés à propos de l'influence des fumures fraîches sur la betterave à sucre et qui ont fait adopter en Allemagne des assolements dans lesquels le blé occupe la première sole et reçoit le fumier, n'existent pas pour la betterave fourragère qui supporte parfaitement les fumures abondantes.

En ce qui concerne le retour plus ou moins fréquent de la betterave sur le même sol, le travail soigné des terres et l'usage d'engrais appropriés ont donné aux cultivateurs une indépendance autrefois méconnue. Cependant, dans la plupart des situations, la betterave ne revient dans la même terre que tous les trois ou quatre ans. Si on la répète à des délais plus courts, il faut lui accorder des engrais promptement absorbables ; mais on peut toujours craindre l'apparition de certains parasites nuisibles ou de

maladies cryptogamiques dont les spores se sont conservées dans le sol.

Nous avons cité, dans notre ouvrage sur la *Betterave à sucre*, quelques types d'assolements employés en France; ces assolements s'appliquent également à la betterave fourragère.

On fait venir la betterave après une céréale, blé ou avoine, après un trèfle ou une luzerne labourés à l'automne, plus rarement après le lin ou la pomme de terre. La racine qui vient sur défrichement de trèfle ou de luzerne est plus exposée aux ravages des insectes et sa maturité, par suite de l'accumulation de l'azote dans le sol, est souvent retardée. Après la pomme de terre, on récolte ordinairement de bonnes racines.

Les terres à betteraves sont généralement ensemencées en blés d'automne; ceux-ci, bien que ne levant souvent qu'après les gelées, donnent des rendements élevés, car le sol a conservé une partie des engrais donnés aux racines et en fait profiter le froment.

**Préparation du sol.** — La betterave exige un sol profond et ameubli; elle réclame tout à la fois des terres meubles, rassises et douces. Le labour principal doit être précédé et suivi de nombreuses façons superficielles. Lorsque la betterave succède à une céréale, et c'est le cas le plus fréquent, on donne un labour de déchau-

mage après la récolte. Ce déchaumage a deux utilités : d'abord, de débarrasser le sol des mauvaises herbes, puis de permettre aux premières pluies d'automne de pénétrer dans le sol et de le rendre assez souple pour que les travaux d'ameublement soient possibles, enfin de commencer l'approvisionnement d'eau.

M. Dehérain <sup>(1)</sup> a particulièrement insisté sur la facile pénétration de l'eau dans une terre ameublie à la surface par le déchaumage. Celui-ci permet à l'eau de s'infiltrer, au lieu de glisser à la surface, et de former dans les profondeurs du sol une réserve précieuse pour les plantes à longues racines comme la betterave.

Le labour se donne autant que possible avant ou pendant l'hiver, afin d'exposer le plus possible le sol à l'influence bienfaisante des gelées. Les cultivateurs disent couramment que les gelées mûrissent les labours et, en effet, elles séparent les particules terreuses entre lesquelles l'eau est interposée et pulvérisent le sol infiniment mieux qu'on ne pourrait le faire avec les meilleurs instruments.

Au printemps, lorsque la terre est bien resuyée, on procède aux façons superficielles, à l'aide du scarificateur, de la herse et du rouleau, de manière à obtenir un sol bien homogène,

---

(1) DEHÉRAIN. — *Le Travail du sol.*

avec une surface meuble sur un fond rassis. Lorsque, par suite d'un hiver humide, la terre est durcie, on donne un nouveau labour suivi de hersages et de roulages.

En général, la préparation du sol est bien exécutée, l'expérience ayant enseigné aux cultivateurs qu'on n'obtient de bonnes récoltes que sur des terres bien travaillées et meubles.

### ENGRAIS

La betterave fourragère exige un sol bien pourvu d'éléments nutritifs. M. Dehérain a montré à Grignon combien elle était plus sensible à la richesse du sol que toutes les autres plantes de grande culture. Alors qu'en effet, le blé donne encore une récolte passable dans les parcelles du champ d'expériences laissées sans engrais depuis 1875, la betterave végète misérablement et donne des rendements très faibles. On peut s'en rendre compte par l'examen du tableau suivant qui indique les résultats obtenus à Grignon en 1901 avec la betterave rose demi-sucrière (1).

---

(1) DEHÉRAIN. — *Culture des betteraves fourragères au champ d'expériences de Grignon*. Annales agronomiques, 1902.

*Résultats obtenus à Grignon en 1901*

Désignation	Parcelle sans engrais	Parcelle fumée
	kilog.	kilog.
Rendement à l'hectare. . . .	40 000	89 300
Matière sèche à l'hectare. . .	6 600	13 038
Sucre à l'hectare . . . . .	4 032	7 769

Quoique donnant des rendements plus élevés que la betterave à sucre, la racine fourragère est aussi plus épuisante, comme l'indiquent les chiffres suivants empruntés à MM. Muntz et Girard, qui donnent les principes fertilisants enlevés à un hectare de terre par une récolte de 40 000 kilogrammes de racines et 20 000 kilogrammes de feuilles :

Désignation	Betteraves à sucre			Betteraves fourragères		
	Racines 30 000kg	Feuilles 12 000kg	Total	Racines 40 000kg	Feuilles 20 000kg	Total
	kilog.	kilog.	kilog.	kg.	kg.	kg.
Azote . . . . .	48,0	36,0	84,0	62	60	132
Acide phosphorique . . . . .	33,0	12,0	45,0	32	16	48
Potasse . . . . .	120,0	48,0	168,0	172	86	258
Chaux . . . . .	15,0	43,2	58,2	16	33	50
Magnésie . . . . .	51,0	39,6	60,6	16	28	44

Ces chiffres n'ont aucune valeur absolue, car les prélèvements des betteraves varient non seulement avec les rendements à l'hectare, mais aussi selon les variétés cultivées qui sont loin d'avoir les mêmes exigences. C'est ce qui ressort de nombreuses expériences et notamment de celles que nous avons effectuées au champ d'expériences de Berthonval en 1899. Le tableau de la page suivante résume les résultats obtenus.

Lorsqu'on rapporte à 1 000 kilogrammes de racines, comme nous l'avons fait, les matières minérales enlevées au sol, on voit que les betteraves les plus volumineuses sont les moins épuisantes, tandis que les racines petites ou moyennes le sont beaucoup plus. Ainsi la Mammoth et la Géante de Vauriac, qui ont accusé des rendements supérieurs, ne contiennent que 0<sup>kg</sup>,460 et 0<sup>kg</sup>,580 d'acide phosphorique par 1 000 kilogrammes de racines, alors que la blanche à collet rose en renferme 1<sup>kg</sup>,190, l'écart varie du simple au double. Par contre, les racines les plus grosses sont aussi les plus chargées de salpêtre, soit qu'elles appartiennent à des variétés donnant naturellement des betteraves volumineuses, soient qu'elles proviennent d'une culture à grand écartement. C'est un point qui a été démontré par les nombreuses recherches de M. Déhérain. Voici les résultats obtenus à Grignon

## ÉLÉMENTS ENLEVÉS AU SOL PAR LES BETTERAVES FOURRAGÈRES

Désignation	Azote		Acide pho-phorique		Potasse	
	0/00	Par hectare	0/100	Par hectare	0/100	Par hectare
Blanche à collet rose . . . . .	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.
Blanche à collet vert . . . . .	1,71	94,0	1,19	65	2,55	140
Jaune d'Allemagne . . . . .	1,35	94,0	0,74	51	2,28	158
Disette . . . . .	1,70	117,0	0,89	61	2,47	169
Jaune globe . . . . .	1,67	123,0	0,92	68	2,90	213
Globe à petite feuilles . . . . .	1,84	140,0	0,98	79	2,47	199
Jaune des Barres . . . . .	1,95	136,0	1,21	84	3,24	225
Mammoth . . . . .	1,84	140,0	0,72	56	2,87	222
Corne de bœuf . . . . .	2,06	265,0	0,16	59	2,92	377
Tankard . . . . .	1,94	137,0	0,59	41	1,84	130
Rose demi-sucrière . . . . .	1,69	116,0	0,76	52	2,41	166
Blanche demi-sucrière . . . . .	1,70	114,0	0,98	68	3,12	210
Géante de Vauriac . . . . .	1,35	112,0	0,70	58	2,41	201
Globe rouge . . . . .	1,96	143,0	0,88	64	4,00	291
	1,76	105,0	0,98	59	3,09	185

par ce savant expérimentateur sur trois variétés récoltées en 1897 :

Désignation	Rendement à l'hectare	Mat. séché à l'hectare	Sucre à l'hectare	Nitrate de potasse enlevé à l'hectare
	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.
Collet rose. . . . .	53 900	9 960	6 338	57,4
Globe à pet. feuilles.	68 800	10 939	6 609	169,9
Tankard . . . . .	60 900	8 399	5 244	237,9

Si l'on admet que le salpêtre passe dans la ration sans causer de préjudice aux animaux qui la reçoivent, il n'en est pas moins vrai que ce salpêtre, arrivant au fumier, y sera réduit et perdu. Sans qu'il s'en doute, le cultivateur enlève à ses champs, avec les grosses betteraves, une quantité de nitrate de potasse égale ou supérieure à celle qu'il distribue comme engrais au printemps sous forme de nitrate de soude. Si on estime le salpêtre à 45 francs les 100 kilogrammes, on peut dire que, dans les expériences de M. Dehéraïn, les récoltes de betteraves renferment une valeur de :

Collets roses . . . . .	25 fr.
Globes à petites feuilles . . . . .	73
Tankards. . . . .	106

La perte que subit le cultivateur de ce chef

est donc notable et les variétés les moins chargées de salpêtre sont les plus recommandables.

**Choix et appropriation des engrais.** —

Pour rechercher la quantité de matières fertilisantes qu'il faut fournir à la betterave en vue d'obtenir des récoltes déterminées, il est nécessaire de tenir compte de la racine qui fait le principal objet de la culture et des feuilles qui restent sur le sol après l'arrachage. Voici, d'après les analyses de MM. Muntz et Girard, la composition centésimale moyenne des racines et des feuilles dans la betterave fourragère :

Désignation	Racines	Feuilles
Azote . . . . .	0,18	0,30
Acide phosphorique. . . . .	0,08	0,08
Potasse . . . . .	0,43	0,43
Chaux . . . . .	0,04	0,17
Magnésie . . . . .	0,04	0,14

Si nous admettons un rendement de 50 000 kilogrammes de racines par hectare, et si nous supposons que le rapport des feuilles aux racines est de 300 <sup>0</sup>/<sub>100</sub>, nous aurons, pour la betterave fourragère, un épuisement moyen indiqué dans le tableau de la page suivante.

De l'examen de ces chiffres, il résulte aussitôt la conséquence que la présence d'une quantité importante de matières fertilisantes est indispen-

sable au succès de la culture de la betterave fourragère. Ce serait une erreur cependant que de considérer les matières fertilisantes absorbées comme entièrement perdues pour l'exploitation. En réalité, une partie des éléments contenus dans la betterave retournent au sol directement par les feuilles que l'on enfouit et indirectement par les racines et par les feuilles qui sont consommées par le bétail et se retrouvent en certaines proportions dans le fumier.

Désignation	Racines	Feuilles	Total
	50 000 kg	15 000 kg	
	kilog.	kilog.	kilog.
Azote . . . . .	90	45	135
Acide phosphorique. . . . .	40	12	52
Potasse . . . . .	215	64,5	275,5
Chaux . . . . .	20	25,5	45,5
Magnésie. . . . .	20	21,0	41,0

Les prélèvements de la betterave montrent qu'il est nécessaire de restituer au sol, par les engrais, les éléments fondamentaux de la production dans un rapport convenable. Le fumier de ferme forme la base de la fumure ; avec une dose de 50 000 kilogrammes par hectare, on fournirait au sol d'après l'analyse :

Azote. . . . .	250 kilog.
Acide phosphorique . . . . .	125
Potasse . . . . .	350

Si l'on compare ces chiffres aux quantités moyennes de matières fertilisantes absorbées par la betterave fourragère, on reconnaît que tous les éléments sont en excès, l'acide phosphorique surtout. Toutefois il faut reconnaître qu'on ne dispose pas toujours avant l'hiver d'une masse suffisante de fumier pour que chacune des terres destinées à la betterave ait la dose utile et, qu'en outre, la majeure partie de l'azote du fumier se trouve sous la forme organique et ne nitrifie qu'en partie. Les expériences de Lawes et Gilbert en Angleterre, de Garola en France, montrent bien que pour obtenir des récoltes maxima, le fumier doit être additionné d'engrais minéraux et azotés. Voici les résultats constatés à Rothamsted de 1871 à 1874 :

Désignation	Rendements moyens à l'hectare	
	Racines	Feuilles
	kilog.	kilog.
Sans engrais . . . . .	14 436	3 564
Fumier de ferme (35 000 kilog.) . . .	40 925	10 837
Fumier et nitrate de soude (616 kilog.) .	59 717	21 215
Fumier et sulfate d'ammoniaque (448 kilog.) . . . . .	55 947	20 253
Fumier et superphosphate . . . . .	38 620	9 591
Fumier, superphosphate et nitrate de soude . . . . .	57 412	21 382
Fumier, superphosphate et sulfate d'ammoniaque . . . . .	52 648	17 198

Voici, d'autre part, les excédents obtenus par rapport à la parcelle sans engrais dans les expériences exécutées par M. Garola à Cloches en 1886 et 1887 :

Désignation	Excédents moyens		
	Racines	Feuilles	Totaux
	quint.	quint.	quint.
Fumure ordinaire . . . . .	106	18	124
Double fumure . . . . .	95	13	108
Engrais complet phosphate . . . . .	77	27	104
Engrais complet superphosphate . . . . .	145	16	161
Engrais sans potasse . . . . .	106	15	121
Engrais sans acide phosphorique . . . . .	82	16	98
Engrais sans azote . . . . .	90	8	98

En général, dans beaucoup d'exploitations où la betterave fourragère est cultivée sur une certaine étendue, on n'incorpore, à l'automne ou pendant l'hiver, que 30 à 35 000 kilogrammes de fumier et on donne au printemps un complément de fumure minérale.

**Engrais azotés.** — Il faut associer les éléments des engrais de façon à offrir à la betterave une alimentation normale et comme l'azote n'est pas fourni régulièrement et en quantité suffisante par les sources naturelles et par le fumier, il doit intervenir pour assurer l'utilisa-

tion régulière et constante de l'acide phosphorique et de la potasse.

On emploie, comme engrais azotés, le nitrate de soude, le sulfate d'ammoniaque, et certains engrais organiques : sang desséché, tourteaux, etc.

Le nitrate de soude est fréquemment utilisé pour la fumure de la betterave fourragère, il a une action bien marquée sur les rendements. Dans les expériences de Lawes et Gilbert, le nitrate de soude associé au fumier a fourni environ 60 000 kilogrammes de racines, alors que le fumier seul n'a donné dans les mêmes conditions que 41 000 kilogrammes. L'influence du nitrate s'est surtout fait sentir sur la matière sèche des racines qui s'est élevée de 2 760 kilogrammes à 7 891 kilogrammes par hectare. Voici les augmentations de produits en racines obtenues pour 100 d'azote provenant de différents engrais et associé à la potasse et à l'acide phosphorique :

Désignation	3 années 1871-1873	5 années 1871-1875
Nitrate de soude . . . . .	61,3	66,9
Sels ammoniacaux. . . . .	42,9	49,0
Tourteaux . . . . .	45,0	52,7
Sels ammon. et tourteaux .	49,6	57,4

Les feuilles faisant retour au sol, comme engrais vert, les racines sont seules à récupérer cet azote et les meilleurs résultats sont fournis par le nitrate de soude.

Dans les expériences de M. Garola, l'addition de 200 kilogrammes de nitrate de soude à la fumure générale de 40 000 kilogrammes de très bon fumier et 400 kilogrammes de superphosphate, a eu une action sensible sur les rendements. Le tableau suivant met ce fait en évidence :

Désignation	Sans nitrate	Avec nitrate	Excédent
	quintaux	quintaux	quintaux
Blanche à collet rose . . . . .	368	442	74
"    à collet vert . . . . .	323	362	39
Géante blanche demi-sucrière . . . . .	440	492	52
Mammoth . . . . .	382	464	82
Géante de Vauriac . . . . .	428	530	2
Globe à petites feuilles . . . . .	440	446	6
Jaune ovoïde des Barres . . . . .	478	490	12
Corne-de-bœuf . . . . .	390	412	22
Moyenne . . . . .	406	455	47

La valeur de la fumure additionnelle étant de 46 francs, le quintal obtenu en excédent revient à 0<sup>fr</sup>,97. L'addition du nitrate de soude à la fumure n'a pas eu pour effet d'augmenter très sensiblement le taux de nitrate de potasse con-

tenu dans les racines, la proportion moyenne a passé de 34,5 à 37,8 sous l'influence de l'engrais azoté.

En raison du prix élevé du nitrate de soude dans certaines années, on recommande de donner l'azote sous forme ammoniacale ou sous forme organique rapidement assimilable.

Le sulfate d'ammoniaque paraît moins avantageux pour la betterave fourragère que le nitrate de soude. C'est ainsi qu'à Rothamsted, la comparaison des deux engrais pendant une période de 17 ans, de 1876 à 1894, a donné les résultats suivants :

Désignation	Accroissement de récolte sous l'influence	
	du nitrate	des sels ammoniacaux
Engrais azotés seuls. . . . .	100	24
Engrais azotés et superphosphate . . . . .	100	32
Engrais azotés, superphosphate et sels alcalins. . . . .	100	75

L'infériorité du sulfate d'ammoniaque paraît tenir aux exigences de la betterave en alcalis, car l'addition de sels alcalins permet à cet engrais de se montrer peu inférieur au nitrate.

Les tourteaux sont employés dans la région du

Nord pour la fertilisation des terres destinées à la betterave, mais il est bien rare qu'ils fournissent à eux seuls le complément de la fumure azotée. On distribue, avant les semailles, de 400 à 500 kilogrammes de tourteaux à décomposition rapide comme le pavot ou le ricin et on répand en couverture de 150 à 200 kilogrammes de nitrate de soude. L'action des tourteaux varie avec les conditions climatiques; l'emploi tardif n'est généralement pas avantageux. Sous un climat modérément pluvieux et sur un sol retenant bien l'eau, on en obtient de bons résultats.

Le sang desséché, les engrais azotés organiques rapidement assimilables produisent de bons effets lorsqu'ils sont enfouis un certain temps avant les semailles; les jeunes plantes trouvent ainsi les nitrates répandus dans le sol prêts à être absorbés et assimilés.

Le purin distribué en arrosage entre les lignes et dilué dans l'eau donne de bons résultats, mais il est essentiel que l'épandage ait lieu de bonne heure, car autrement l'engrais causerait un développement foliacé exagéré qui nuirait à la valeur nutritive des racines. Les expériences indiquées dans le tableau de la page suivante, faites à Berthonval sur la betterave Mammoth, mettent ce fait en évidence.

L'azote nitrique, trouvé dans la betterave Mammoth, ayant reçu une dose exagérée de purin,

correspond à 562 grammes de nitrate de potasse. Pour toute la récolte d'un hectare, ce nombre représenterait environ 720 kilogrammes de nitrate de potasse qui se trouverait ainsi enlevé au sol.

Désignation	Mammoth	
	Fumure ordinaire	Avec dose exagérée de purin
	kilog.	kilog.
Poids des racines à l'hectare.	89 000	129 000
Matière sèche p. $\frac{0}{100}$ . . . . .	13,32	9,81
"    l'hectare. . . . .	11 854	12 642
Sucre p. $\frac{0}{100}$ . . . . .	9,00	5,96
"    à l'hectare . . . . .	8 010	7 688
Azote nitrique p. $\frac{0}{100}$ . . . . .	11	78

Les engrais verts obtenus en culture dérobée permettent de remédier à l'insuffisance du fumier de ferme et sont très recommandables. M. Dehérain a insisté depuis longtemps sur les avantages qu'ils présentent au point de vue du maintien des nitrates dans le sol et sur l'influence qu'ils exercent sur les cultures ultérieures. La vesce, semée après la moisson sur la terre débarassée de sa récolte et ayant reçu un labour de déchaumage, se développe rapidement s'il survient quelques pluies et peut fournir, au moment de

son enfouissement, de 8 à 10 et même 15 tonnes de fourrage vert à l'hectare, présentant une teneur en azote analogue à celle du fumier de ferme.

Les engrais verts contribuent à augmenter la fertilité du sol par l'apport de matières organiques; or on admet aujourd'hui la possibilité de l'absorption par les plantes de certaines matières humiques. M. Dehérain a fait, à ce sujet, des essais avec deux betteraves dont l'une provenait d'un sol riche en matière organique et l'autre, d'un sol pauvre sous ce rapport, mais bien pourvu de principes minéraux et de nitrates. Voici les différences présentées à la récolte :

Désignation	Terre riche en matières organiques	Terre pauvre en matières organiques mais riche en matières minérales
	grammes	grammes
Poids de toute la plante . . . . .	730	165
Poids des racines. . . . .	410	92
Sucre dans 100 de jus . . . . .	15,04	11,11
"  dans toute la plante . . . . .	61,60	10,12

La betterave venue dans le sol pauvre en matière organique avait donc, malgré une forte provision d'eau et de principes nutritifs, fourni une récolte moindre que celle qui provenait d'un sol riche en matière organique. M. Dehérain

conclut de là que la différence constatée dans les récoltes ne pouvait tenir qu'à la différence dans le taux de matière organique des deux sols et que la betterave doit sans doute trouver, pour son développement normal, outre les principes minéraux et les nitrates, des matières organiques solubles dialysables.

**Engrais phosphatés.** — Malgré la faible proportion d'acide phosphorique contenue dans les betteraves, sa restitution s'impose au même titre que celle de l'azote et des éléments alcalins.

Il ne faut pas perdre de vue, en effet, qu'un engrais azoté ne peut produire tout son effet que si le sol est suffisamment pourvu en substances minérales; son application ne sera réellement avantageuse que si elle a été précédée d'une fumure phosphatée et, si cela est nécessaire, potassique et calcaire. L'emploi exclusif et répété de fumures azotées seules, en détruisant l'équilibre dans la composition du sol, aboutit forcément à une diminution dans les récoltes.

D'après les observations de M. Garola, l'acide phosphorique hâte d'une manière très nette le premier développement des racines. C'est là une considération très importante en faveur de l'emploi des engrais phosphatés, attendu qu'une mauvaise levée, en créant des vides, est la principale cause des mauvais rendements et de la médiocre qualité des racines.

La betterave est plus sensible que le blé à l'action des engrais phosphatés. M. Dehérain a remarqué, au champ d'expériences de Grignon, que certaines terres assez riches en acide phosphorique pour ne pas bénéficier de son apport quand elles sont cultivées en céréales, donnent au contraire des récoltes plus abondantes en betteraves quand elles ont reçu des phosphates.

M. Garola a constaté, dans ses expériences sur la betterave fourragère, que les superphosphates élèvent le rendement final en racines sans avoir d'action notable sur le poids des feuilles.

Tandis que, dans les parcelles ayant reçu des superphosphates, le rendement a dépassé de 144 quintaux le produit du sol sans engrais, la parcelle où l'acide phosphorique a fait défaut, n'a donné que 82 quintaux d'excédents. L'acide phosphorique soluble à lui seul a donc élevé la récolte de 62 quintaux. Le rendement en feuilles est resté le même dans les deux cas.

Devant de pareilles différences, dit M. Garola nous sommes autorisés à conclure que, dans un sol qui ne dose pas plus de 0<sup>kg</sup>,5 d'acide phosphorique par kilogramme de terre, le superphosphate est d'un emploi indispensable et avantageux dans la culture de la betterave.

Les engrais phosphatés sont à si bas prix que les cultivateurs n'hésitent généralement pas pour en répandre sur les champs destinés aux

betteraves, leur excès ne peut nuire et ils constituent une réserve utilisable pour l'avenir. Ce n'est que lorsque des essais multiples ont montré qu'ils n'augmentaient pas les récoltes qu'on peut renoncer à leur emploi.

On demandera l'acide phosphorique aux superphosphates ou aux scories de déphosphoration. Le phosphate des scories étant directement utilisable par la végétation, son efficacité est assurée dans la plupart des terres qui ont besoin d'acide phosphorique. Il y a cependant des sols où l'action des scories est plus manifeste que dans d'autres, ce sont les sols siliceux et les terres argileuses pauvres en calcaires. Les scories, outre la combinaison phosphatée qui en fait la valeur dans tous les sols, renferment d'importantes quantités de chaux dont une partie à l'état libre. Il s'ensuit que, dans les terres presque dépourvues de chaux, on a intérêt à employer les scories comme engrais phosphatés.

**Engrais potassiques.** — La betterave est une plante très avide de potasse et elle en absorbe, sans profit, des quantités énormes, lorsqu'on en met beaucoup à sa disposition par la fumure ou lorsque le sol en contient naturellement de grandes quantités. Une récolte de 50 000 kilogrammes de racines enlève en moyenne par hectare 215 kilogrammes de potasse ; les 30 000 kilogrammes de fumier que nous sup-

posons toujours employés en fournissent de 180 à 200 kilogrammes, il est donc bon d'en apporter. On se base généralement sur la teneur assez élevée des terres en potasse pour négliger l'emploi des engrais potassiques. M. Risler a établi qu'une terre contient assez de potasse pour suffire aux exigences du blé quand l'analyse y décèle 1 gramme de potasse soluble à l'acide azotique par kilogramme de terre. Mais le chiffre de 1 ‰ ne s'applique qu'au blé et de nombreuses expériences ont montré qu'une telle richesse était insuffisante pour beaucoup d'autres cultures et notamment pour les plantes racines.

Les sols sableux, les terres calcaires bénéficient généralement de l'apport des engrais potassiques, il en est de même des sols tourbeux. Mais quel que soit la nature du sol, il y a des tentatives à conseiller relativement à l'emploi des sels potassiques sans se laisser arrêter d'avance, soit par la constitution géologique du sol, soit même par une analyse qui révélerait une quantité notable de potasse.

L'analyse chimique des terres a rendu à la culture d'incalculables services, mais elle constitue pour la potasse un renseignement douteux et insuffisant. Il faut absolument la compléter par des essais.

Le chlorure de potassium et le sulfate de potasse sont les sels qui se prêtent le mieux à

être employés comme engrais pour la betterave fourragère.

Le Dr Vœlker s'est particulièrement occupé de l'influence des divers engrais sur le rendement des betteraves fourragères. Nous ne pouvons mentionner ici les nombreuses expériences auxquelles il s'est livré; cependant nous devons résumer, en raison de leur importance, les résultats obtenus par ce savant expérimentateur en 1865 à Henfelds et desquels il résulte :

1° Que les sels de potasse employés seuls ont fourni un excédent de 4395 kilogrammes par rapport à la parcelle laissée sans engrais ;

2° Que le sel marin employé seul a été plus efficace que celui de Stassfurth ;

3° Que le mélange de superphosphate et de sels de potasse a produit un excédent de plus de 4500 kilogrammes ;

4° Que le mélange de superphosphate et de sel marin, sans produire la même augmentation, n'en a pas moins été efficace (1).

Il est à remarquer que les essais comparatifs ont été faits dans une terre argileuse rouge et froide ; cette remarque peut avoir son importance étant donnés les résultats obtenus avec le sel marin, qui n'est jamais employé comme engrais dans la culture de la betterave. On a bien émis

---

(1) *Travaux et expériences du Dr Vœlker. Annales de la science agronomique, 1886.*

l'hypothèse, autrefois, que la soude pouvait remplacer la potasse mais si, comme les recherches, de M. Pagnoul semblent l'indiquer, elle peut se substituer à elle dans une certaine mesure, la potasse joue toujours un rôle prépondérant. D'une manière générale, il n'y a pas lieu de se préoccuper de la restitution de la soude, malgré la grande teneur des cendres de betteraves en cet alcali; l'emploi du nitrate de soude dans les cultures maintiendra un stock suffisant de cette base.

**Doses d'engrais à employer.** — Les quantités d'engrais à employer dans une culture dépendent de deux données :

1<sup>o</sup> La fertilité du sol résultant de sa richesse naturelle en éléments nutritifs ou des fumures antérieures;

2<sup>o</sup> Les exigences de la plante que l'on veut cultiver. C'est au cultivateur qui a étudié son sol qui en connaît la fertilité approchée, à approprier aux cas spéciaux que présente son exploitation, les règles générales que l'on soumet à ses vérifications. En ce qui concerne la betterave, on peut considérer comme bonne fumure moyenne les quantités suivantes :

Fumier de ferme. . . .	30 à 35 000 kilog.
Nitrate de soude. . . .	300 à 400
Superphosphate de chaux. . . .	400 à 500
Chlorure de potassium. . . .	150 à 200

Le *Bulletin de la Société des Agriculteurs de France* recommande les formules que résume le tableau de la page suivante.

Les indications précédentes s'appliquent bien entendu aux conditions ordinaires de la culture.

Dans les cas exceptionnels, elles seront modifiées suivant les situations particulières dans lesquelles on se trouve placé. Si l'analyse du sol montre que ce dernier est suffisamment riche en l'un ou l'autre élément, on peut en restreindre l'emploi dans des proportions notables et réaliser ainsi une économie sérieuse tout en obtenant de forts rendements.

**Époque et mode d'emploi des engrais.** — Il est avantageux de fumer à l'automne ou pendant l'hiver, les terres destinées à la culture de la betterave. Il arrive malheureusement qu'on ne dispose pas toujours à cette époque d'une masse suffisante de fumier pour que chacune des pièces ait la dose utile; on remédie à ce défaut par l'emploi au printemps de fumiers à demi-décomposés et courts. La betterave fourragère supporte d'ailleurs beaucoup mieux les fumures fraîches que la betterave à sucre.

L'époque d'emploi des engrais complémentaires est surtout déterminée par leur degré de solubilité et leur pouvoir de fixation dans le sol. On répand les engrais phosphatés et potassiques

## FORMULES D'ENGRAIS

Époque de l'épandage	Nature des engrais	Terres légères		Terres fortes	
		Terre granitique	Terre calcaire	Terre argileuse	Terre argilo-calcaire
	Fumier . . . . .	kilog. 35 à 40 000			
Automne	Scories . . . . .	400	//	400	//
	Superphosphate . . . . .	//	200	//	200
	Nitrate de soude . . . . .	300	300	300	300
Printemps	Plâtre . . . . .	300	200	300	200

au printemps de façon à les enterrer au dernier labour.

L'emploi du nitrate de soude et particulièrement sa distribution en couverture a soulevé de nombreuses discussions et, à l'heure actuelle, la question est loin d'être résolue. Les uns estiment que l'épandage du nitrate de soude, en une fois, avant les semailles, est à recommander, d'autres préfèrent fractionner les doses de façon à employer l'engrais, partie avant les semailles et partie en couverture après le démariage. M. Kiel a fait en Allemagne des expériences nombreuses qui ont porté surtout sur la betterave à sucre et desquelles il ressort que l'emploi du nitrate de soude en couverture donne des résultats d'autant plus avantageux qu'il est accompagné d'une diminution très sensible dans la consommation de l'engrais. Limité à l'époque où la betterave n'a encore que 2, 4 ou 6 feuilles au plus, l'emploi du nitrate, d'après les constatations de M. Kiel, n'exerce aucune action fâcheuse sur la maturation et la richesse saccharine des racines (1). Maerker a obtenu des résultats analogues.

Nous avons fait, à l'École d'agriculture de Berthonval, en 1902, des essais pour déterminer l'influence du nitrate de soude et du nitrate de potasse en couverture sur la betterave fourragère

---

(1) *Journal d'agriculture pratique*, 1901.

Mammoth. Les résultats ont été les suivants :

Désignation	Nitrate de soude		Nitrate de potasse	
	En une fois	En deux fois	En une fois	En deux fois
	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.
Poids des racines . . .	51 000	52 100	46 600	48 800
"  des feuilles . . .	11 000	11 800	10 200	12 000
Matière sèche p. 0/0	10,5	15,4	11,9	11,5
Sucre p. 0/0 . . .	4	5,32	5,2	5,5

Ces résultats montrent que l'emploi des nitrates en couverture est avantageux dans la culture des betteraves fourragères. Toutefois, la question est encore trop controversée pour qu'on puisse se prononcer après une année d'expériences. C'est aux cultivateurs qu'il appartient de tenter des essais méthodiques en vue de déterminer la meilleure pratique à adopter.

Les engrais sont généralement répandus à la volée et enterrés à la herse ou au scarificateur, mais, dans les terres pauvres où on ne dispose que d'une quantité insuffisante de matières fertilisantes dont on veut tirer le maximum de profit, il peut-être avantageux de localiser les fumures au voisinage des racines. Différentes expériences ont été faites en vue de déterminer les avantages de l'agglomération des engrais.

Nous donnons, à la page suivante, les résultats obtenus par M. Berthault, à Grignon, en 1901, sur un sol qui avait reçu préalablement 39550 kilogrammes de fumier à l'hectare.

L'agglomération des engrais peut donc conduire à une notable économie de matières fertilisantes en assurant leur utilisation plus rapide et plus complète, mais elle ne peut être réalisée économiquement que dans la petite culture. Pour que la grande culture puisse en tirer profit, il faut qu'elle ait à sa disposition des semoirs mixtes que les constructeurs n'ont pas établis encore dans des conditions qui assurent la répartition uniforme des engrais et des semences.

## INFLUENCE DU MODE D'EMPLOI DES ENGRAIS

Désignation	Nitrate de soude et sulfate de potasse		Nitrate de soude, sulfate de potasse et superphosphate		Excédents dus à l'agglomération	
	A		B		A	B
	A la volée	Sous les lignes	A la volée	Sous les lignes	kilog.	kilog.
Poids brut . . . . .	65 790	68 420	68 800	79 320	2 630	10 520
Matière sèche p. 0/0 . . . . .	14,13	14,60	14	14,20	0,30	0,20
Matière sèche à l'hectare . . . . .	9 408	9 989	9 632	11 203	581	1 631
Valeur des excédents (à 15 fr. les 1000 kg.)	"	"	"	"	39,45	157,80

## CHAPITRE X

—

### SEMAILLES

**Choix des semences.** — La production des semences est moins difficile et moins coûteuse pour la betterave fourragère que pour la betterave sucrière. En ce qui concerne cette dernière, le choix de la graine joue un rôle capital, car de lui dépend le rendement en sucre par hectare. On s'attache surtout à obtenir une graine d'élite provenant de mères sélectionnées et soumises à un contrôle rigoureux qui ne peut être obtenu que dans les sucreries ou dans les grandes fermes installées d'une façon spéciale. Il n'en est plus de même pour la production des semences de betteraves fourragères ; bien que quelques grandes maisons offrent beaucoup de sécurité à l'acheteur, celui-ci ne doit pas oublier qu'il a intérêt à faire les graines dont il a besoin car, même pour les bonnes variétés, leur acclimatation, c'est-à-dire leur appropriation aux conditions de milieu, exerce une influence des plus marquées sur les rendements.

Les porte-graines doivent être choisis sur le champ au moment de l'arrachage, décollés avec soin et mis dans des silos distincts. On les prend parmi les racines qui réunissent le mieux les caractères de la variété que l'on veut propager, de grosseur moyenne, saines et sans racines secondaires. Les betteraves fourchues doivent être rejetées, car elles sont d'un arrachage et d'un nettoyage difficiles. Les racines sont conservées en silos aussi petits que possible et, au moment de la mise en place, on procède à un nouveau triage pour enlever les betteraves défectueuses ou mal conservées.

La mise en place des porte-graines a lieu en mars ou avril dans une terre bien préparée et riche ; la terre la mieux appropriée à la culture de la betterave est aussi la plus convenable pour la production de la graine. On recherche de préférence un sol bien fumé. M. Garola a expérimenté l'influence des engrais sur la production de la graine de la betterave Tankard améliorée et il a cru pouvoir tirer de ses essais les conclusions suivantes :

« 1° L'emploi du fumier, même à haute dose, donne des résultats nettement inférieurs à ceux qu'on obtient d'une fumure modérée additionnée d'engrais de commerce nitro-phosphatés. Cette fumure mixte est, d'un autre côté, celle qui donne les plus beaux rendements ;

« 2° La suppression de l'azote dans la fumure diminue sensiblement l'excédent de production. Cette diminution a été, en moyenne, de 200 kilogrammes. Nous croyons donc que l'emploi du nitrate de soude est à recommander pour assurer le succès de cette culture ;

« 3° L'engrais minéral seul est d'une efficacité aléatoire. Pour qu'il marque son effet dans un sol déjà riche en azote, il faut que les circonstances climatériques favorisent grandement la nitrification, et c'est là une conjecture sur laquelle on aurait tort de fonder de trop vastes espoirs ;

« 4° L'acide phosphorique, d'autre part, est de tous les éléments nécessaires à la nutrition de la plante, celui dont l'addition au sol paraît le plus indispensable. La suppression du superphosphate fait disparaître presque entièrement tout excédent de récolte ;

« 5° La potasse, au contraire, nous semble avoir été inutile, puisque sa suppression est sans influence sensible sur le rendement ;

« 6° Le plâtre nous paraît également avoir été sans aucune utilité ».

Pour obtenir le maximum de rendement en graines, sinon à l'hectare, du moins au nombre de pieds, la plantation des porte-graines se fait en quinconces ou en carré, les racines étant écartées de 0<sup>m</sup>,80 à 1 mètre en tous sens. Huit à

dix jours plus tard, on exécute un premier binage à la main ; on donne un deuxième binage à la houe à cheval, dès que les lignes commencent à se dessiner par l'apparition des premières pousses. Le travail est renouvelé de façon à maintenir le sol meuble et exempt de mauvaises herbes. Les pieds prennent, dans ces conditions, un développement exceptionnel, aussi, lorsque la betterave n'est pas trop grande, a-t-on avantage à attacher les tiges à des échelas pour que le vent ne les renverse pas sur le sol.

Lorsqu'on doit récolter des semences de plusieurs variétés, il est nécessaire de planter les porte-graines dans des parcelles de terre situées à une certaine distance, de manière à éviter les hybridations toujours possibles. Si les pucerons font leur apparition, on s'en débarrasse assez facilement par la pulvérisation d'une solution de tabac ou d'une émulsion de pétrole et de savon noir.

On récolte dès que la grande moitié des fruits est mûre ; à ce moment, ils ont une teinte jaune brun et montrent un intérieur blanc et farineux. On coupe les tiges pour les réunir en bottelettes que l'on dresse sur le sol afin d'attendre la dessiccation. On rentre dans un grenier bien aéré ou sous un hangar, l'égrenage se fait pendant l'hiver, à la main ou à l'aide d'appareils spéciaux.

Lorsque, malgré toutes les précautions prises, on constate que la variété cultivée a une tendance à dégénérer, il ne faut pas hésiter à acheter de nouvelles graines.

Les rendements varient selon les terrains et les circonstances météorologiques, on obtient en moyenne de 200 à 250 grammes par pied.

Ainsi que nous l'avons dit, le cultivateur a intérêt à produire lui-même la semence dont il a besoin ; mais qu'il s'agisse de graine récoltée à la ferme ou achetée au dehors avec toutes les précautions voulues <sup>(1)</sup>, on ne saurait lui accorder trop d'attention.

« Une sélection soutenue, dit Damseaux <sup>(2)</sup>, ne peut qu'être favorable à l'amélioration de la plante comme outil de reproduction, c'est-à-dire la rendre plus apte à utiliser les forces naturelles. Toutefois, quelque améliorée ou quelque parfaite que soit la semence, on se trompe souvent au sujet de sa puissance. Pour qu'une graine choisie ou sélectionnée puisse répondre aux espérances, il est nécessaire qu'elle puisse fonctionner dans toute la plénitude de sa force. A cette fin, il lui

---

(1) Les cultivateurs peuvent s'associer pour l'achat des semences et exiger des garanties d'origine de pureté et de propriété germinative ; ces conditions sont d'ailleurs entrées dans les habitudes commerciales de quelques maisons de commerce et de syndicats.

(2) DAMSEAUX. — *Manuel général des plantes de grande culture.*

faut un sol bien ameubli, bien nettoyé, bien assaini et qui contienne en abondance les matières indispensables à la fabrication des tissus vivants et des produits qu'on en attend; plus les rendements d'une plante ont été élevés et plus elle a épuisé le sol. Ce n'est qu'en tenant compte de ces faits que le germe amélioré manifestera la puissance productive dont il est doué ».

D'après Marek (1), jusqu'à l'âge de cinq ans, les glomérules de semences de betteraves ne présentent, en général, que peu de différence sous le rapport de la faculté germinative. Ce n'est qu'après six ou sept ans que celle-ci diminue dans la proportion de 3 à 5 %<sub>0</sub>. Dans la huitième année, la peste s'élève à 25 %<sub>0</sub>; dans la dixième à 40 %<sub>0</sub>. Quoiqu'il en soit, il est toujours prudent de n'employer que les semences de la dernière récolte ou celles de deux ans au plus.

On s'est souvent demandé s'il fallait faire une distinction entre les gros et les petits glomérules pour les semailles. Nous avons vu à propos des betteraves à sucre qu'on attachait à cette distinction une importance exagérée. Le seul avantage des grosses graines, dit M. Vivien, est leur pouvoir germinatif plus élevé, celui-ci semble-

---

(1) VIVIEN et SELLIER. — *Sur l'analyse de la graine de betterave.*

rait indiquer qu'on devrait les préférer pour les ensemencements, mais il ne faut pas oublier le point de vue économique. En effet, plus grosse est la semence et plus il faudra en employer par hectare, car, malgré qu'une grosse graine fournisse trois, quatre ou même cinq plantules, une seule subsiste lors du démariage. Il serait donc de beaucoup préférable d'employer une graine de grosseur moyenne qui aurait à peu près les mêmes qualités germinatives que les grosses, tout en possédant un plus grand nombre de glomérules germables par kilogramme.

**Époque des semailles.** — L'époque des semailles est toujours difficile à choisir, elle dépend avant tout de la température. La betterave lève mal quand la température est inférieure à 8° et elle devient facilement la proie des insectes, principalement des vers.

Dans le midi, on commence les semailles vers la fin de février pour les terminer avant le mois d'avril. Dans le nord, on plante du 10 avril au 10 mai. Certes, il ne faut pas y procéder trop tôt, car on s'expose à recommencer les semis si une gelée tardive fait périr les jeunes plantes, mais on se hâte dans le but de faciliter le réensemencement en céréales d'automne et d'assurer à la betterave le bénéfice de la fraîcheur existant dans le sol. Les betteraves plantées de bonne heure acquièrent, à l'arrivée des chaleurs, une vigueur

suffisante pour résister efficacement au manque de pluie.

Dans la région du nord où la betterave occupe de grandes surfaces, on échelonne volontiers les semis de racines sucrières et fourragères. De cette façon, les levées sont successives et les travaux d'entretien sont mieux répartis.

**Préparation des semences.** — Pour les semences tardives, dans le but de hâter la levée, on fait parfois tremper la graine dans de l'eau à une température modérée ou dans du purin dilué, elle prend ainsi l'eau nécessaire à la germination qu'elle ne se procurerait qu'assez lentement dans le sol. Toutefois le trempage ne doit pas être trop prolongé, il peut nuire en favorisant l'évolution du germe et en l'exposant à se dessécher s'il survient un temps sec après les semences, surtout dans les terres légères.

Quelques observateurs ont conseillé le trempage des semences dans des solutions nutritives afin de mettre, à la disposition des plantules, les éléments indispensables à leur développement, aussitôt qu'elles auront épuisé leurs réserves, c'est-à-dire dès que commencera la période d'assimilation.

M. Gaillot, qui a fait des expériences comparatives avec différentes matières fertilisantes employées en dissolution à 10 %, a constaté que, dans ces proportions, le nitrate de soude et le

superphosphate exercent une action nuisible sur la germination des graines de betteraves ; le sulfate d'ammoniaque et les sels de potasse, même le nitrate, n'ont aucune action défavorable.

Vivien a fait des essais avec le nitrate de potasse et l'acide azotique, il a trouvé que le nitrate retarde un peu la germination et que l'acide azotique en solution à 1 % diminue dans une certaine mesure le pouvoir germinatif et la faculté germinative.

D'une façon générale, le pralinage des semences paraît sans grande utilité. Comme le fait remarquer avec juste raison M. Damseaux (1), la graine a reçu, dans la cuirasse alimentaire qui avoisine l'embryon, tous les éléments nécessaires à l'évolution de celui-ci et c'est une erreur de croire que les enveloppes séminales puissent absorber les éléments formateurs d'un surcroît quelconque de rendement et, à plus forte raison, d'une abondante récolte.

**Modes de semis.** — Les semailles de la betterave ont généralement lieu en lignes continues, rarement en poquets (2). Dans certaines situations et notamment en terres fraîches et riches ou qui

---

(1) DAMSEAUX. — *Manuel d'agriculture générale.*

(2) Nous avons apprécié ailleurs (*La Betterave à sucre*) les semis en poquets, nous ne croyons pas devoir nous en occuper ici.

se durcissent facilement sous l'action des premières chaleurs, on repique parfois la betterave fourragère. Les plants semés en pépinière, en mars ou avril, sont transplantés en mai ou en juin dans des terres que l'on a eu le temps de bien préparer si elles étaient libres. Les repiquages sont peu applicables en grande culture car ils coûtent cher ; ils s'adressent plus particulièrement à des situations spéciales sur lesquelles nous aurons à revenir en parlant de la culture de la betterave par transplantation.

Pour les semailles en lignes, l'emploi du semoir mécanique est aujourd'hui général dans la plupart des exploitations de la région du nord. La petite culture seule se sert encore des semoirs à main ; mais, grâce aux progrès réalisés dans la construction des instruments perfectionnés, à leur adaptation aux conditions de la petite et de la moyenne culture, l'usage des semoirs mécaniques se généralise de plus en plus.

On répand de 20 à 25 kilogrammes de graines par hectare ; ces chiffres pourront paraître exagérés, étant donné que certains auteurs ont conseillé d'en employer 8 à 10 kilogrammes seulement ; mais il ne faut pas oublier qu'une bonne levée est un point capital et qu'on ne doit pas la compromettre en semant trop peu de graines.

Il convient cependant de ne pas retarder le démariage parce que tout retard, dans ces con-

ditions, serait très préjudiciable au développement des racines.

**Espacement des plants.** — Nous avons déjà fait voir, en parlant du choix des variétés, que les grosses racines obtenues par la culture en lignes écartées renferment une énorme masse d'eau tenant en dissolution des quantités importantes de salpêtre. Il y a déjà plusieurs années que M. Dehérain a essayé de décider les praticiens à changer le mode de culture suivi pour les betteraves fourragères. Les nombreux travaux qu'il a exécutés sur ce sujet ont été vérifiés par MM. Garola, Andouard, Pagnoul et d'autres expérimentateurs. Malgré ces travaux, concluant tous dans le même sens, à savoir qu'il faut semer en lignes serrées comme on le fait pour la betterave à sucre, la plupart des cultivateurs persistent à vouloir obtenir à l'hectare le maximum de rendements et ne tiennent pas compte de la qualité des racines récoltées. « Recherchant seulement les grosses betteraves, dit M. Dehérain (1), ils ont poussé les producteurs de graines de betteraves à les leur fournir ; cette tendance a été marquée par le nom même donné à celle des variétés la plus employée, on l'appelle la Mammoth ».

M. Dehérain a donné comme exemple du changement qui survient dans la composition des

---

(1) DEHÉRAIN. — *Loc. cit.*

racines, suivant qu'elles sont de plus ou moins forte dimension, les résultats obtenus avec la Mammouth :

Poids	8300 grammes	722 grammes
Matière sèche p. $\%$ . . . . .	8,5	16,5
Sucre p. $\%$ . . . . .	6,2	11,1
Matière azotée . . . . .	1,7	1,03
Nitrate de potasse . . . . .	0,17	0,08

Cet exemple n'est pas isolé, M. Garola, dans les expériences qu'il a exécutées à Cloches, en collaboration avec O. Benoît, a observé des faits analogues. Les betteraves serrées (744 à l'are) ont donné un rendement brut de 804 quintaux à l'hectare, tandis que les betteraves à grands espacements (220 à l'are) ont produit 829 quintaux. Le poids moyen des premières était de 1 065 grammes et celui des secondes de 2 768 grammes. Or, malgré la légère infériorité du rendement brut, les betteraves serrées ont donné à l'hectare un excédent de matières nutritives de 1 240 kilogrammes sur les grosses racines, soit une augmentation de 60  $\%$  en faveur des petites racines. M. Garola a, en outre, constaté que ces dernières renfermaient trois fois moins de salpêtre. Mais cet expérimentateur ne s'est pas borné à des recherches culturales et à des

analyses, il a voulu compléter ses investigations par des essais d'alimentation poursuivis à Cloches sur l'engraissement du mouton. Il composa des rations dans lesquelles entrèrent des poids égaux de grosses et de petites racines appartenant à la variété jaune ovoïde des Barres. Voici les résultats obtenus :

Désignation	Ration avec	
	grosses betteraves	petites betteraves
	kilog.	kilog.
Poids initial . . . . .	161,5	161,5
Poids final . . . . .	221,0	235,5
Viande nette à l'abattage. . . . .	114,0	124,0
Rendement p. $\frac{0}{0}$ . . . . .	51,6	52,6
Gain total du poids vif. . . . .	59,5	74,0
Gain de viande nette . . . . .	33,0	43,0
Valeur, à 1 <sup>fr</sup> ,90 le kilog. . . . .	114,0	124,0

En calculant le prix auquel l'augmentation de poids des moutons paie la tonne de betteraves, on arrive à 17<sup>fr</sup>,07 pour les petites racines contre 10<sup>fr</sup>,05 pour les grosses.

Ces résultats sont très nets, ils montrent que les petites racines sont infiniment plus nutritives que les grosses; on comprend, par suite, l'énorme avantage qu'il y a de *produire des racines de petites dimensions par le rapprochement des*

*lignes et des pieds sur la ligne.* Les praticiens qui s'obstinent à conserver les grands espacements pour la betterave fourragère prétendent que la culture en lignes serrées est plus coûteuse et grève la récolte sans aucune compensation. Nous convenons sans peine que le rapprochement des racines entraîne une augmentation de dépense, mais avant de conclure que les frais de culture étant plus élevés dans un cas que dans l'autre, il ne faut rien changer aux vieux errements, il est utile de chiffrer cet excès de dépenses et de les comparer aux bénéfices qu'on peut tirer des nouvelles méthodes, c'est ce que n'ont pas manqué de faire MM. Berthault et Brétignières à Grignon. Nous donnons, à la page suivante, les résultats qu'ils ont obtenus en 1899 sur différentes variétés.

Ces résultats sont absolument probants et il n'y a plus aucune raison pour continuer à cultiver de grosses racines bourrées d'eau et de nitrate de potasse, qui, non seulement ont une valeur alimentaire des plus médiocres, mais encore se conservent mal et exigent des frais de transport plus considérables.

Quel doit être l'espacement à adopter ?

Nous ne pouvons songer à fixer des règles absolues à cet égard, car l'écartement dépend du sol, du climat et de la variété cultivée; il doit être laissé dans une certaine mesure à l'appré-

ESPACEMENT DES BETTERAVES FOURRAGÈRES

Désignation	Ovoïde des Barres			Blanche demi-sucrière		
	52 X 40	40 X 35	40 X 30	52 X 40	40 X 35	40 X 25
Rendement à l'hectare . . . . .	36812kg	3843kg	33051kg	46878kg	42143kg	42143kg
Sucre à l'hectare . . . . .	3493	4026	3562	3544	4103	4039
Matière sèche à l'hectare . . . . .	5595	6255	5885	6785	6561	6211
Dépenses culturales spéciales . . . . .	108fr,40	150fr,60	173fr,15	117fr,45	160fr,00	172fr,50
Valeur de la récolte à 10fr le quintal de matière sèche . . . . .	559, 50	625, 60	588, 50	678, 90	656, 10	621, 10
Excédents nets, dépenses culturales spéciales déduites . . . . .	151, 10	474, 90	387, 35	469, 45	485, 05	432, 40
Classement général d'après les excédents nets . . . . .	9	7	11	8	2	6
						10
Désignation	Brabant à collier vert					
	52 X 40	40 X 40	40 X 35			
Rendement à l'hectare . . . . .	30507kg	32232kg	33314kg			
Sucre à l'hectare . . . . .	3840	4192	3391			
Matière sèche à l'hectare . . . . .	6019	4519	6904			
Dépenses culturales spéciales . . . . .	113fr,10	156fr,35	164fr,75			
Valeur de la récolte à 10fr le quintal de matière sèche . . . . .	601, 90	651, 90	690, 40			
Excédents nets, dépenses culturales spéciales déduites . . . . .	488, 80	505, 55	525, 65			
Classement général d'après les excédents nets . . . . .	5	3	1			
			4			

cialiation des cultivateurs. MM. Berthault et Bréti-gnières ont fait, dans ces dernières années, une série d'essais intéressants pour déterminer cet espacement.

Les résultats qu'ils ont obtenus, en 1900, sont consignés dans le tableau de la page suivante.

« Les cultures serrées, dit M. Berthault (1) telles que 40 sur 30, impliquant huit betteraves au mètre carré, sont rarement avantageuses, les grands écartements tels que 40 sur 50 se sont toujours montrés inférieurs aux écartements moyens tels que 40 sur 40 ou 40 sur 35, le premier apparaissant, pour la situation dans laquelle nous opérons, comme le meilleur dans la plupart des cas. On devrait ainsi réaliser un peuplement de six à six betteraves et demie au mètre carré (soixante à soixante-cinq mille betteraves à l'hectare) ».

Comment réaliser ce peuplement ?

C'est ce qu'ont cherché les mêmes expérimentateurs en 1901. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau de la p. 148.

Comme on le voit, la distribution des plants doit varier avec les variétés cultivées. D'une manière générale, les variétés riches et pivotantes se comportent mieux sur des lignes espacées bien que plus rapprochées sur les lignes

---

(1) BERTHAULT. — *Observations sur la culture des betteraves*. Annales agronomiques, 1902.

INFLUENCE DE L'ESPACEMENT SUR LES RENDEMENTS

Distance entre les lignes 40 centimètres	Distance sur les lignes		Rendement à l'hectare		Poids moyen d'une racine		Sucre à l'hectare		Matière sèche p. 100		Matière à l'hectare		Classement par variété		Classement d'ensemble	
	cent.	cent.	kilog.	kilog.	gram.	kilog.	kilog.	p. 100	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.		
Ovoïde des Barres	50	40	29,812	2,915	670	2,915	15,950	4,753	4	17						
			35,377	3,545	564	3,545	16,037	5,673	1	12						
			34,265	3,389	493	3,389	15,875	5,639	3	15						
			34,451	3,542	442	3,542	16,462	5,671	2	13						
Géante blanche demi-sucrière	50	40	33,075	2,436	711	2,436	15,942	6,266	4	16						
			35,377	3,633	592	3,633	16,225	5,740	3	11						
			35,658	3,823	525	3,823	16,550	5,901	3	7						
			38,814	4,433	483	4,433	17,587	6,826	1	2						
Desprez intermédiaire de 10 0/0 de sucre	50	40	21,671	3,541	780	3,541	18,125	5,740	2	11						
			31,783	3,735	550	3,735	18,562	5,900	1	8						
			29,481	4,139	631	4,139	21,815	6,440	4	5						
			31,267	4,684	490	4,684	22,770	7,119	1	1						
Desprez intermédiaire de 15 0/0 de sucre	35	30	29,433	4,377	425	4,377	22,300	6,563	3	4						
			29,762	4,443	383	4,443	22,835	6,796	2	3						
			28,218	3,570	589	3,570	20,900	5,868	2	9						
			27,055	6,761	443	6,761	22,085	5,975	1	6						
Brabant à collet vert	35	30	26,920	3,518	386	3,518	21,520	5,793	3	10						
			25,472	3,393	345	3,393	22,035	5,613	4	14						

que les variétés pauvres et peu pivotantes. Il convient donc d'expérimenter à la fois les écartements et les variétés dans chaque localité, pour être fixé définitivement sur la méthode qui donnera les meilleurs résultats.

Désignation	Espacements	Récolte à l'hectare	Matière sèche p. 100	Matière sèche à l'hect.
	cent.	kilog.		kilog.
Géante blanche demi-sucrière . . . . .	(37,5/33 50/25	100 044 88 828	12,40 12,45	12 405 11 638
Desprez intermédiaire à 10 % de sucre . . . . .	(37,5/33 50/25	77 193 69 912	15,35 15,50	11 849 10 830
Desprez intermédiaire à 15 % de sucre . . . . .	(37,5/33 50/25	58 246 61 886	18,37 18,75	10 700 11 604
Brabant à collet vert.	(37,5/33 20/25	59 474 62 404	17,50 18,05	10 170 11 083

Pour faciliter les binages à la houe à cheval, on préconise parfois les semis en bandes qui sont appliqués avec un certain succès dans la culture des céréales. Cette méthode consiste à disposer les lignes avec des écartements alternatifs de 0<sup>m</sup>,28 et de 0<sup>m</sup>,52 comme ci-dessous :

0,28	0,52	0,28	0,52	0,28
B	A	B	A	B

Un écartement de 0<sup>m</sup>,28 et un autre de 0<sup>m</sup>,52 équivalent à un écartement de 0<sup>m</sup>,80, soit à deux écartements égaux de 0<sup>m</sup>,40, ils comportent donc le même nombre de plants par mètre carré. Ils présentent cet avantage que l'écartement de 0<sup>m</sup>,52 permet à un cheval de passer facilement entre les lignes et sans causer de dégâts. On peut, avec une houe de 1<sup>m</sup>,60 de largeur, travailler à la fois trois intervalles dont un de 0<sup>m</sup>,52 et deux de 0<sup>m</sup>,28 et la moitié de deux autres de 0<sup>m</sup>,52.

Le semis en bandes nous a donné, à l'École d'agriculture du Pas-de-Calais, des résultats inférieurs à ceux obtenus avec les semis ordinaires. Il y a lieu toutefois de l'expérimenter, car il est pratiqué dans certaines régions, notamment dans l'Oise par M. Rommertin.

**Profondeur des semis.** — La betterave ne demandant pas à être beaucoup couverte, l'ensemencement ne doit pas se faire à plus de 2 ou 3 centimètres de profondeur. Dans les années sèches, on a intérêt à enterrer la graine davantage, sinon la levée est irrégulière. On roule souvent après le semis, de façon à ce que les semences soient bien en contact avec les particules terreuses et trouvent dans le sol l'humidité nécessaire au développement de l'embryon. Toutefois, si le temps fait présager la pluie à bref délai, il est nécessaire de retarder le rou-

lage, de façon à éviter la formation à la surface du sol d'une croûte dure et imperméable qui peut compromettre la levée des racines.

**Culture de la betterave fourragère par transplantation.** — La betterave fourragère est toujours semée en place dans la région du nord, mais, dans le centre et l'ouest, la culture par transplantation est assez répandue. Elle se pratique surtout dans les terres fortes qui se battent aux pluies de printemps, durcissent sous l'action des premières chaleurs, et forment à la surface une croûte qui rend la réussite des semis à demeure très aléatoire. « C'est en vain, dit M. Heuzé (<sup>1</sup>), qu'on a voulu renoncer aux semis en pépinière pour adopter les semis en place ».

La pépinière doit être établie en terre meuble, riche, bien fumée et parfaitement ameublie. On sème en mars en lignes distantes de 0<sup>m</sup>,12 à 0<sup>m</sup>,16 et à une profondeur de 0<sup>m</sup>,03 à 0<sup>m</sup>,04. Les betteraves très pivotantes comme la collet rose ou la betterave à sucre ne supportent pas le repiquage, mais la plupart des betteraves disettes autorisent ce procédé. Les graines sont enterrées à l'aide d'un râteau et, pour empêcher les pluies de battre le sol, on recouvre la pépinière de fumier ou de débris de paille. On sarcle et on éclaircit les plants selon les besoins,

---

(<sup>1</sup>) HEUZÉ. — *Les Plantes fourragères.*

car les betteraves trop serrées filent et grossissent ensuite très difficilement.

La transplantation se fait du 15 mai au 15 juin lorsque les racines ont atteint, dans leur partie moyenne, la grosseur d'un tuyau de plume d'oie et celle du petit doigt à leur collet. La terre doit être parfaitement préparée et rayonnée à la distance voulue ; les écartements de 0<sup>m</sup>,50 à 0<sup>m</sup>,65 sont fréquemment adoptés. Nous n'avons pas besoin de faire remarquer que ces espacements sont trop considérables et peu appropriés aux conditions de la culture rationnelle de la betterave alimentaire, ils donnent de grosses racines très aqueuses et peu nutritives.

On choisit, pour le repiquage des plants, un temps pluvieux, car la sécheresse nuit beaucoup à la reprise des jeunes racines. Les plants sont enlevés de la pépinière au fur et à mesure de la transplantation, l'arrachage se fait à la main ou à l'aide d'une petite bêche, on le rend facile en opérant la veille au soir un bon arrosage. Les plants enlevés de la pépinière sont habillés ; on retranche avec un couteau une partie du pivot trop long et on rogne les feuilles à 0<sup>m</sup>,06 ou 0<sup>m</sup>,08 du collet. Souvent pour favoriser la reprise, on trempe les racines dans une bouillie composée d'eau, de purin, de bouse de vache, etc., les engrais excitent très heureusement la vitalité des racines. La transplantation

se fait au plantoir simple ou double, en ayant soin de ne pas replier les racines, de ne pas enterrer le collet et de comprimer légèrement la terre avec l'instrument autour des plants. Le repiquage à la charrue est très peu répandu.

D'après M. Heuzé, un ouvrier arrache et plante de 1 800 à 2 000 plants par jour. On paye, pour cette opération, 1 franc par 1 000 plants. Si on a, par exemple, 60 000 plants par hectare, la plantation entraîne une dépense de 60 francs.

Les repiquages ne sont jamais pratiqués pour la betterave à sucre et, dans la région du Nord, on les condamne même dans la culture de la betterave fourragère, parce que, dans les conditions où on les opère exceptionnellement pour remplir des vides, ils ne donnent souvent que des racines petites et bifurquées.

---

## CHAPITRE XI

—

### TRAVAUX D'ENTRETIEN

La betterave germe ordinairement entre le 10<sup>e</sup> et le 12<sup>e</sup> jour ; mais il n'est pas rare de voir les graines rester en terre plus longtemps s'il survient un temps froid et humide après les semailles.

Sous l'influence de pluies orageuses, il se forme une croûte que les cotylédons traversent difficilement. Dans ces conditions, un roulage est très efficace, car il brise la croûte tout en permettant la sortie des jeunes plantes. Si les graines ne sont pas encore germées et qu'elles se trouvent à une profondeur de 2 à 3 centimètres, la herse doit marcher de pair avec le rouleau. Lorsque la terre est très meuble, on roule parfois les betteraves levées, afin de donner plus de prises aux houes et d'éviter le recouvrement des jeunes plantes.

**Binages.** — Les binages constituent sans contredit les travaux d'entretien les plus importants. Ils doivent ameublir la terre, détruire les

mauvaises herbes, activer la levée et le développement des jeunes betteraves sous tous les rapports. La terre ameublie superficiellement par le passage de la houe se laisse pénétrer plus facilement par les eaux de pluie que la terre durcie par le soleil et en perd beaucoup moins par évaporation. Dans ses expériences sur les travaux du sol, M. Dehérain a montré que sur 100 d'eau tombée, il en restait 21,9 dans la terre ameublie et seulement 10,2 dans celle qui avait été tassée ; dans cette dernière, l'évaporation s'est élevée à 80,1 %, tandis qu'elle n'a été que 13,7 % dans la terre ameublie.

Ce n'est pas seulement pour favoriser l'infiltration des eaux qu'il faut procéder aux binages, c'est surtout pour empêcher l'évaporation des eaux souterraines. Les mauvaises herbes, en effet, partagent avec les plantes semées, l'eau que le sol renferme, elles s'enfoncent dans la terre et vont chercher les réserves d'humidité qu'elle contient ; et c'est parce qu'en binant, on détruit ces hôtes avides, qu'on a pu dire avec juste raison : deux binages valent un arrosage.

Le premier binage se donne généralement à la houe à cheval, il a lieu dès que la levée de la betterave est complète et même plus tôt, quand une croûte sérieuse se forme, pour faciliter l'entrée de l'air. La végétation souffre visible-

ment d'un binage effectué trop tard, et il faut nécessairement éviter cette négligence. Quelques cultivateurs, désireux de voir les lignes se dessiner plus vite et de commencer plus tôt leurs premiers binages, sèment quelques graines d'avoine avec les semences de betteraves. Lorsque le premier binage a été suivi d'une pluie, il faut ordinairement y revenir peu de temps après, parce que beaucoup de plantes nuisibles n'ont été arrêtées que momentanément dans leur végétation et reprennent facilement dans un sol humide. Mais le travail de la houe est exécuté si promptement et avec si peu de dépenses que l'on ne doit jamais négliger de répéter cette opération lorsque le besoin s'en fait sentir.

Le premier binage se fait superficiellement, le deuxième doit être exécuté immédiatement après le démariage et à une profondeur un peu plus grande. Comme la houe à cheval ne peut pas passer partout, il y a lieu d'employer la houe à main pour détruire les mauvaises herbes qui croissent le long des lignes et près des racines.

Il convient presque toujours de donner trois ou quatre binages dans le cours de la végétation et jusqu'à ce que les plantes soient assez grandes pour ne plus permettre le passage de la houe.

**Démariage.** — Le placement et le démariage s'exécutent dans les mêmes conditions que

pour la betterave à sucre. Les deux opérations se font généralement en même temps. On supprime d'abord à la houe les plantes inutiles en réservant, à des distances convenables, les touffes parmi lesquelles on choisit les sujets à conserver. Ce n'est pas sans précaution qu'il faut procéder à ce travail, surtout quand les plantes ont atteint déjà un certain développement, car elles sont plus enracinées et souffrent davantage. Le démariage a lieu quand les racines ont trois ou quatre feuilles et qu'elles atteignent la grosseur d'un tuyau de plume de pigeon; le plus beau pied doit rester en place et il faut prendre bien soin de ne pas l'ébranler en enlevant les autres. Un temps frais est désirable au moment du démariage, les plantes conservées souffrent moins de leur isolement. Aussitôt le travail terminé, on donne un binage pour que les betteraves reçoivent de la nouvelle terre et se développent vigoureusement.

Une bonne surveillance est nécessaire au moment des démariages, car il est souvent bien difficile d'obtenir des ouvriers qu'ils laissent les plantes à des distances convenables. Les peuplements de 6 à 7 betteraves au mètre carré pour les terres superficielles et pierreuses, de 8 betteraves pour les terres profondes et fraîches sont ceux qui donnent les meilleurs résultats. On l'obtient pour des cultures où les lignes sont

écartées de 0<sup>m</sup>,40, en laissant les racines à 30 ou 35 centimètres de distance.

On prétend que le démariage des racines qu'on laisse très rapprochées est plus lent et plus coûteux et qu'on rencontre difficilement des ouvriers pour l'exécuter. « Les fabricants de sucre, dit M. Dehérain, ont déjà employé cet argument en 1884, au moment où l'impôt passant du sucre achevé à la betterave entrant à l'usine, il s'agissait d'obtenir du parlement que l'impôt frappant la betterave fut très faible, car disait-on, nous ne savions pas produire des betteraves riches.

« Une fois l'impôt voté, on s'est ingénié à obtenir de hautes densités et, du premier coup, on a réussi. Aussitôt qu'il y a eu intérêt à faire des betteraves riches, on les a produites et, tout de suite, les ouvriers agricoles ont fait ce qu'on prétendait qu'ils ne sauraient jamais faire ».

En réalité, on rencontrera peut-être quelques difficultés pour obtenir des ouvriers qu'ils ne laissent pas moins de 7 ou 8 betteraves au mètre carré ; mais si on veut bien les payer un peu plus cher, si même on les encourage, on parvient à vaincre facilement leur résistance. C'est une augmentation de dépenses de quelques francs par hectare, mais devant laquelle un bon praticien ne doit pas hésiter, étant donnés les avantages qu'il peut retirer de l'emploi de bette-

raves plus nutritives et plus digestibles, dans l'alimentation du bétail.

**Effeuilage.** — Dans plusieurs régions de la France, on effeuille encore la betterave, pendant le mois d'août et de septembre, dans le but de se procurer des ressources fourragères pour l'alimentation du bétail. Cet effeuillage n'est pas pratiqué dans les exploitations bien dirigées parce qu'on le regarde comme pernicieux pour les racines dont il entrave l'accroissement.

Les feuilles constituent, en effet, des organes qui jouent un rôle multiple dans la végétation ; elles servent à la transpiration, à la respiration et à l'assimilation chlorophyllienne et leur enlèvement ralentit ces différentes fonctions. Le résultat général est facile à prévoir : il y a moindre accroissement de la racine et conséquemment récolte plus faible en betteraves.

M. F. Chassant a fait, il y a quelques années, dans l'arrondissement de Bressuire, une démonstration bien nette de l'influence de l'effeuillage sur le rendement des racines. Quatre planches de 4 ares chacune, contenant le même nombre de pieds de betteraves, furent choisies sur un terrain bien homogène. La première fut effeuillée une fois ; le 15 août, la deuxième fut effeuillée deux fois, le 15 août et le 15 septembre ; la troisième trois fois, le 15 août, le 15 septembre et le 10 octobre ; enfin, la quatrième, destinée à ser-

vir de témoin ne fut pas effeuillée du tout. L'effeuillage n'était pas effectué sans mesure, il se bornait aux feuilles vertes du dessous. Voici le poids des racines récoltées dans les différentes parcelles :

1 <sup>re</sup> parcelle. Racines effeuillées une fois.	44 420 kilog.
2 <sup>e</sup> " " deux fois.	41 380
3 <sup>e</sup> " " trois fois.	39 500
4 <sup>e</sup> parcelle, non effeuillée. . . . .	48 380

L'effeuillage pratiqué une fois a diminué la récolte de 8,2 %; pratiqué deux fois, de 14,5 %; pratiqué trois fois, de 18,5 %.

Les expériences que nous venons de rapporter suffisent à faire voir les graves inconvénients qui résultent de l'effeuillage des betteraves. Les feuilles ont d'ailleurs une valeur nutritive très faible qui est loin de compenser le tort que leur soustraction cause aux racines.

**Accidents, ennemis et maladies.** — Comme la betterave à sucre, la betterave fourragère, pendant sa végétation, est la proie de plusieurs ennemis et maladies qui diminuent parfois son produit dans une large mesure et même peuvent compromettre la récolte. Parmi les ennemis, il faut mentionner le ver blanc qui attaque les racelles et le pivot, la larve du sylvphe, celle du taupin, le ver gris, les nématodes, etc. Les maladies les plus communes sont

la rouille, le *peronospora Schachtii*, la pourriture du cœur ou pénétration brune, la tachure des feuilles, la jaunisse, etc.

La pourriture du cœur est particulièrement fréquente, elle s'est montrée avec quelque intensité en Belgique, en 1883, en France, en 1890 et en 1901, et il ne se passe pour ainsi dire pas d'années où, çà et là, on ne la constate dans les emblavures. Elle est provoquée par un champignon, le *phoma betae*, dont les spores se conservent dans le sol et vivent en saprophytes, sous la forme mycélienne, dans les matières végétales en décomposition. Lorsque la maladie prend de grandes proportions, il faut se prémunir contre son extension en recueillant les collets atteints dont on prépare des composts. D'autre part, il ne peut être qu'avantageux de laisser s'écouler quelques années avant de faire revenir la betterave sur le même sol (1).

De nombreux procédés de destruction ont été proposés pour combattre les ennemis et les maladies de la betterave, mais ce sont, le plus souvent, moins des moyens directs de les tuer que des remèdes préventifs opposés à la propagation d'une maladie ou d'une invasion d'ennemis ap-

---

(1) Nous avons étudié ailleurs les ennemis et les maladies de la betterave (*La Betterave à sucre*) et nous ne croyons pas nécessaire de nous répéter ici.

partenant au règne animal ou au règne végétal. Comme le fait remarquer M. Briem, « aucun cultivateur ne doit espérer en tirer les avantages qu'ils peuvent valoir, s'il se fie exclusivement sur leur efficacité et s'il néglige de respecter les principes de la culture rationnelle de la betterave. C'est précisément à l'inobservation de ces lois fondamentales que, trop souvent, on doit l'apparition et le développement des maladies. Pour ces cas-là, il est vraiment difficile de fournir des secours contre des ennemis qui se développent spontanément, il faut avant tout que les assolements et les soins culturaux soient rationnels. Ce n'est que dans ces conditions que le secours est possible.

« Comment combattre les nématodes si l'on fait revenir la betterave à de trop courts intervalles sur le même champ ! Comment combattre les vers blancs si l'on néglige la destruction des hannetons ! Comment espérer une grande force de résistance à l'envahissement des maladies cryptogamiques si la betterave végète misérablement faute d'engrais ! Il n'y a donc que le cultivateur soigneux qui puisse tirer un parti avantageux de l'emploi des procédés indiqués pour lutter contre les nombreux ennemis de la betterave. Une plante saine et vigoureuse peut supporter bien des attaques d'insectes parasites ou de champignons nuisibles, tandis qu'une

plante affaiblie succombe au premier assaut » (1).

La *montée en graines* est rare chez la betterave fourragère, il semble qu'elle est d'autant plus à craindre que la variété est plus riche en sucre et que l'on sème plus tôt. Les résultats suivants, obtenus par M. Cserchali en Hongrie, confirment cette opinion depuis longtemps connue :

N <sup>o</sup> des parcelles de 28 ares 1/2	Époque des semailles	Nombre de betteraves montées par parcelle		
		Graines normales de betteraves à sucre	Graines de betteraves à sucre obt <sup>es</sup> la 1 <sup>re</sup> année	Graines de betteraves fourragères
1	11 Mars	15	39	1
2	28 Mars	6	25	0
3	16 Avril	0	5	0
4	29 Avril	0	4	0
5	14 Mai	0	0	0
6	2 Juin	0	0	0

La betterave fourragère, même semée le 11 mars, résiste presque complètement à la montée.

(1) BRIEM. — *Moyens les plus employés pour combattre les parasites de la betterave.* Agriculture rationnelle.

D'une façon générale, les semailles trop hâtives favorisent la montée en graines ; mais le temps qu'il fait après les semailles joue un rôle important : plus l'état atmosphérique entrave la végétation de la jeune plante, plus la montée en graines sera intense, surtout si l'espèce est prédisposée à la montée ou si la graine contient des semences de mères annuelles.

---

## CHAPITRE XII

—

### RÉCOLTE ET CONSERVATION

**Époque de la récolte.** — A la maturité, les feuilles de la betterave sont tombantes, flasques ou appliquées contre le sol, seules les feuilles centrales sont droites. L'aspect général du champ est jaune vert. Dans beaucoup de cas, les racines continuent de végéter et de grossir jusqu'au commencement de l'hiver et on pourrait obtenir une augmentation de récolte en attendant le plus tard possible pour exécuter l'arrachage ; mais on comprend les inconvénients et les dangers des récoltes tardives. Les pluies qui surviennent à l'arrière-saison rendent l'arrachage et les charrois difficiles, les gelées peuvent surprendre les racines et elles sont d'autant plus préjudiciables que les variétés sont moins enterrées. Ces inconvénients varient, du reste, selon la nature du sol, le climat et la main-d'œuvre dont on dispose. On peut retarder davantage la récolte dans les terres sablonneuses,

surtout lorsqu'on peut employer à la fois un grand nombre d'ouvriers.

En général, on ne commence pas la récolte avant le mois d'octobre ; la mi-octobre est considérée comme l'époque la plus favorable. Toutefois, dans la région du nord, on prolonge l'arrachage jusqu'en novembre, par suite de la nécessité dans laquelle on se trouve de récolter en même temps les betteraves destinées aux sucreries ou aux distilleries ; au surplus, cette époque est fréquemment déterminée par la nécessité d'ensemencer les terres en céréales d'automne. Dans la grande culture du nord, les labours de semailles occupent souvent une partie des attelages, en même temps que les autres effectuent le débardage des racines sur le même champ.

**Arrachage.** — On arrache à la main les variétés qui, sortant beaucoup de terre comme la disette, tiennent peu dans le sol et donnent une prise facile. La récolte s'exécute à l'aide d'une petite bêche ou d'une petite fourche à manche court. Les arracheurs sont plus spécialement employés pour les betteraves à sucre. Les ouvriers soulèvent les racines sans les rompre ni les blesser, les secouent et les déposent en trains alignés que suivent les personnes chargées du décolletage. Cette opération doit être faite avec soin à l'aide d'un instrument bien tranchant, détachant le col-

let perpendiculairement à l'axe de la racine, afin que la section de coupe soit un minimum. Contrairement à une opinion encore assez répandue, le décolletage n'est jamais une cause d'altération pouvant amener la pourriture des racines, lorsque la section est nette, régulière, peu étendue, et qu'elle a eu le temps de se cicatriser avant l'ensilage.

Dans quelques localités, on emploie la bêche pour enlever les collets ; mais ce procédé est bien imparfait, quoique expéditif. Généralement on se sert de coupe-collets ou de serpes : l'ouvrier tient l'instrument de la main droite et maintient la racine de la main gauche, de façon à faire une section bien nette.

Les racines décolletées sont accumulées en tas que l'on protège contre le froid et la dessiccation au moyen de quelques brassées de feuilles. Dans la petite culture, on couvre les tas avec des capuchons en attendant l'emmagasinage. Il n'est jamais avantageux de laisser les racines abandonnées à elles-mêmes sur le champ après le décolletage ; elles se dessèchent, se rident et se conservent mal.

Le prix de revient de l'arrachage est moins élevé pour les betteraves fourragères que pour la betterave à sucre. Dans la région du nord, on paye ordinairement 30 à 35 francs par hectare pour arracher, décolleter et charger les racines

sur les voitures de transport. La récolte de la betterave à sucre se paye de 40 à 45 francs par hectare.

**Conservation.** — Les betteraves fourragères constituent une précieuse ressource pour la nourriture verte des animaux pendant la mauvaise saison ; aussi est-il nécessaire de les protéger contre toutes pertes ou avaries et de les conserver de manière à ce que leur enlèvement ultérieur et leur utilisation aient lieu avec le moins de frais possibles.

Selon les variétés, cette conservation se poursuit pendant plus ou moins longtemps et réussit plus ou moins bien. Toutes choses égales, les grosses racines très chargées d'eau s'altèrent plus facilement que les racines de grosseur moyenne ; la betterave Mammoth se conserve moins bien que l'ovoïde des Barres, et cette dernière que la collet rose. On utilisera donc, en premier lieu, celles de ces variétés qui se détériorent le plus vite, tandis qu'on conservera jusqu'à l'arrière-saison celles qui peuvent aller jusque-là sans perdre sensiblement de leur qualité.

Les racines sont entassées de façon à n'avoir à souffrir, ni de la gelée qui les gâte promptement, ni d'une trop forte élévation de température qui favorise leur germination et le développement de fermentations putrides. L'illustre

Pasteur a parfaitement établi, dans le cours de ses travaux sur les fermentations, que les betteraves placées dans une atmosphère d'acide carbonique et d'azote sont rapidement détruites par les fermentations lactiques et visqueuses qui consomment une partie du sucre contenu dans les racines. Si l'on examine au microscope le jus altéré, on y trouve des levures organisées, lactique et visqueuse, souvent aussi des vibrions de la putréfaction et de la fermentation butyrique.

Il convient donc d'établir, au sein des racines emmagasinées, un courant d'air, de façon à chasser l'acide carbonique formé et de maintenir dans la masse une température constante se rapprochant de zéro, ce degré favorisant beaucoup la conservation. Ce résultat est facilement obtenu dans les hivers froids, mais il n'en est plus de même dans les hivers doux ; il devient difficile, en pareil cas, d'éviter l'échauffement, aussi doit-on éviter d'accumuler les racines en trop grandes masses. Les betteraves gâtées ou blessées doivent être éloignées, car elles contribuent à la mauvaise conservation.

Les betteraves sont placées en caves ou en silos, généralement on utilise les deux modes de conservation. Les caves doivent être saines et présenter à leur partie supérieure des soupiraux que l'on bouche hermétiquement au moment

des grands froids. Ces ouvertures sont destinées à établir à l'intérieur une ventilation convenable et à empêcher que la température y devienne trop élevée. Quand les tas sont volumineux, il est bon de ménager dans la masse des cheminées d'aération au moyen de planches et de fagots, et d'ouvrir les soupiraux pendant les beaux jours ; il faudrait pouvoir maintenir la température entre 6 ou 8°.

On peut calculer approximativement la quantité de racines nécessaires pour occuper une cave d'un volume déterminé, étant donné qu'un mètre cube de betteraves pèse environ 600 kilogrammes.

Les silos conviennent mieux que les caves pour la conservation des racines, mais à la condition d'être exécutés avec beaucoup de soins. Les betteraves ensilées sont celles qu'on donne au bétail à la fin de la saison. Les silos sont de deux sortes : 1° les silos à demeure ; 2° les silos temporaires.

Les premiers ressemblent beaucoup à une cave et présentent les mêmes conditions, sauf qu'ils sont recouverts par un toit de chaume. Les silos de M. Dailly à Trappes peuvent être considérés comme un modèle du genre.

Les silos temporaires (*fig. 15*) sont les plus répandus. Dans les grandes exploitations où il s'agit de mettre à couvert un volume considé-

nable de récoltes, on ouvre une fosse de 0<sup>m</sup>,50 de profondeur et de 1<sup>m</sup>,50 à 1<sup>m</sup>,60 de largeur, la longueur étant en rapport avec la quantité de racines dont on dispose, dans un champ voisin de la ferme, sur une partie un peu élevée et

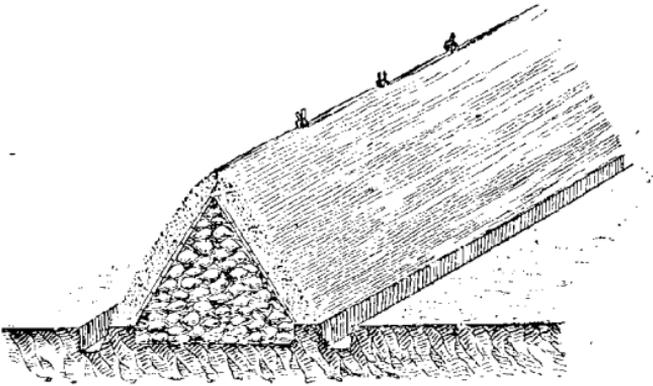


Fig. 15

sèche ; on entasse dedans les racines jusqu'à 0<sup>m</sup>,80 ou 1 mètre au dessus du sol, en inclinant les parois à 45° à partir du bord de la fosse, de manière à obtenir la forme d'un toit. Tous les 3 ou 4 mètres, on conserve une cheminée d'appel en plaçant, par exemple, une botte de paille ou un fagot verticalement dans le tas.

La construction étant achevée, on la recouvre d'un peu de paille, puis de la terre extraite de la fouille ; comme la couche protectrice ainsi appliquée est insuffisante pour empêcher la pénétration du froid, on la renforce avec de la

terre provenant d'un fossé creusé tout autour du silo pour faciliter l'écoulement des eaux pluviales ; on atteint ainsi une épaisseur de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,35 toujours suffisante pour préserver des gelées intenses. Au surplus, pendant les grands froids, on peut apporter du fumier sur la partie du silo exposée aux vents du nord.

Lorsque le temps est beau, il est bon d'attendre quelques jours avant de couvrir le sommet du tas ; on permet ainsi l'échappement des vapeurs produites par la première fermentation, circonstance favorable à la conservation. Les talus inclinés sont fortement battus à la pelle pour faciliter le glissement de l'eau dans les fossés ; on a soin de réparer les crevasses qui peuvent se produire, on ouvre ou on bouche les cheminées selon la température.

Dans la petite culture, où l'on n'a qu'une petite quantité de racines à loger, on peut faire des silos coniques de 1<sup>m</sup>,50 à 2 mètres de diamètre à la base. Mais pour emmagasiner des récoltes considérables, les silos longs sont plus commodes et plus économiques.

Les silos réclament quelque surveillance pendant les mois qui suivent leur construction ; c'est ainsi qu'il faut boucher toutes les crevasses qui se forment dans la couverture et relever la terre qui descend. Dès que les fortes gelées sont passées, on enlève une partie de la couverture

afin d'éviter l'échauffement. Si un affaissement décele la fermentation, il faut démolir immédiatement au point où il se produit ; il est prudent également d'examiner les silos à l'intérieur pour s'assurer de l'état de la masse.

Quels que soient les soins apportés à la construction des silos, il est nécessaire que les racines réunissent certaines conditions pour qu'on puisse compter sur une bonne conservation.

1° La betterave doit être mûre, sinon elle pousse vigoureusement en silo ;

2° Elle doit être exempte de blessures, car toutes les parties atteintes par le fer au moment de l'arrachage pourrissent rapidement, parce qu'elles constituent autant de portes ouvertes à l'invasion des ferments ;

3° Le décolletage ne doit pas être exagéré, car alors, il suscite une plaie très large qui peut devenir à brève échéance le siège d'une putréfaction se communiquant aux parties saines ;

4° La betterave doit être ensilée fraîche. Si, en effet, elle séjourne à l'air libre trop longtemps après l'arrachage, elle perd une partie de son humidité, se ride et s'altère ensuite très vite en silo.

**Ensilage des betteraves hachées.** — On peut se demander l'intérêt qu'il y a à hacher et à ensiler la betterave fourragère qui se conserve entière pendant l'hiver et peut être divisée au

fur et à mesure des besoins de l'alimentation du bétail. Mais, dans les grandes exploitations, quelques éleveurs ont pensé qu'il serait avantageux de hacher par de puissants coupe-racines et d'ensiler toute la récolte.

M. de Lapparent, inspecteur général de l'Agriculture, a pratiqué cet ensilage pendant plusieurs années et s'en est très bien trouvé. M. E. Mir, sénateur de l'Aude, président de la Société de l'alimentation rationnelle du bétail, l'a essayé également en mélangeant la betterave dépulpée avec de la menue-paille. Ses premiers essais remontent à 1897 ; l'ensilage s'est très bien comporté, mais comme la menue-paille n'avait pas été employée en quantité suffisante, par crainte d'une fermentation anormale, le silo a coulé donnant plusieurs hectolitres de jus par jour. L'expérience fut reprise en 1899 avec des betteraves qui avaient fermenté, par suite de leur accumulation sous des hangars voûtés et peu aérés. La quantité de menue-paille fut considérablement augmentée et l'écoulement n'a duré que quelques jours, l'ensilage a donné des résultats excellents. M. Mir est porté à croire que la betterave hachée et ensilée a une plus grande valeur alimentaire, soit qu'elle l'emprunte à elle-même et à la transformation qu'elle a subie, soit qu'elle l'emprunte aux matières étrangères auxquelles on l'incorpore, comme la

menuc-paille, les mauvais foins qui, ayant fermenté, deviennent plus assimilables.

Cette méthode d'ensilage s'applique également aux racines gelées. Les cossettes de betteraves mélangées à des menues-pailles, des résidus de fenils, de la paille ou du foin hachés sont entassées dans des silos étanches pourvus d'une pente suffisante pour l'écoulement des eaux.

La masse fortement tassée, surtout sur les bords, et recouverte de quelques centimètres de menues pailles, puis d'une couche de 0,25 à 0<sup>m</sup>,30 de terre, se réduit par la fermentation et laisse écouler une certaine quantité de jus. D'après les observations qui ont été faites, en 1899, à l'École d'agriculture de St-Bon, 51 500 kilogrammes de betteraves se sont réduits à 22 000 kilogrammes, par suite de la perte d'une grande quantité d'eau et de la destruction d'une partie de la matière sèche pendant la fermentation (1). A l'analyse, la substance ensilée présentait la composition suivante :

Eau . . . . .	82,00 %/0
Protéine . . . . .	2,79
Matière grasse . . . . .	0,25
Cellulose . . . . .	3,90
Hydrates de carbone . . . . .	9,27
Cendres. . . . .	1,79

(1) Dans des essais analogues exécutés à l'École d'agriculture du Pas-de-Calais, en 1902, 35 200 kilogrammes de betteraves gelées et ensilées, se sont réduits à 28 070 kilogrammes, soit une perte de 20 %/0.

En comparant ces chiffres à ceux qui représentent la composition moyenne de la betterave fourragère, on trouve que les pertes dues à la fermentation ont été les suivantes :

Désignation	Composition des betteraves		Différences
	Fraîches	Ensilées	
	kilog.	kilog.	kilog.
Eau. . . . .	44 085	18 104	26 984
Protéine . . . . .	617	613	4
Graisses . . . . .	72	54	18
Cellulose. . . . .	950	845	105
Cendres . . . . .	515	393	122
Hydrates de carbone. .	5 130	2 037	3 093
Matière sèche totale. .	7 284	2 942	3 342

La moitié de la matière sèche a disparu, mais il est à remarquer que les pertes ont porté principalement sur la cellulose et les hydrates de carbone, tandis que la matière azotée est restée à peu près intacte. Les racines ensilées ont gagné en qualité par suite des modifications qu'elles ont subi sous l'influence de la fermentation et leur digestibilité a été augmentée; la relation nutritive a passé de  $\frac{1}{9}$  à  $\frac{1}{10}$  dans la betterave à  $\frac{1}{5,5}$  dans la substance fermentée.

Comme on le voit, l'ensilage des betteraves

hachées constitue une pratique très avantageuse et il y a lieu de l'employer dès qu'une récolte est compromise par les gelées. L'ensilage est, du reste, le seul moyen de conservation auquel on puisse avoir recours dans ces conditions, car les racines atteintes par la gelée pourrissent en totalité dans les silos, et déterminent l'altération des betteraves saines.

---

## CHAPITRE XIII

### RENDEMENTS

Les produits en racines dépendent essentiellement de la nature et de la fertilité du sol, des circonstances climatiques, des variétés employées et du mode de culture. Toutes choses égales, les rendements sont d'autant plus élevés que le sol est plus fertile et nitrifié plus abondamment sous l'influence des pluies qui tombent dans les premiers mois de la végétation. L'influence de la saison sur l'abondance de la récolte a été bien mise en relief dans les expériences exécutées par M. Dehérain à Grignon. Les arrosages sont également très favorables à la production des racines. En ce qui concerne l'influence de la variété cultivée sur le rendement, elle est manifeste lorsqu'on compare les anciennes betteraves fourragères et les variétés demi-sucrières ou de distillerie. Pendant longtemps, les cultivateurs se sont surtout préoccupés du rendement brut, et leur choix s'est porté sur les variétés reconnues comme fournissant les rendements à l'hectare les plus considérables. Les résultats obtenus par M. Dehérain à Grignon et qui ont été confirmés

par MM. Garola, Berthault et beaucoup d'autres expérimentateurs, ont mis en lumière ce fait que *les grosses betteraves obtenues à l'aide d'abondantes fumures, en maintenant les racines écartées, constituent des récoltes coûteuses prélevant dans le sol d'énormes quantités de nitrate de potasse et ne fournissant, pour un poids brut souvent considérable, qu'une quantité de matière sèche relativement faible.* M. Dehérain s'est élevé très justement contre l'attribution de récompenses aux racines monstrueuses qui figurent chaque année dans la plupart des concours généraux et spéciaux. « Qu'un désœuvré, dit-il, ignorant des questions agricoles, s'arrête devant ces spécimens monstrueux et dise d'une betterave qu'elle est belle, tout simplement parce qu'elle est grosse, on le conçoit, mais on ne comprend pas que les agronomes instruits qui jugent les produits, ne réagissent pas vigoureusement et ne considèrent pas comme une mauvaise note l'introduction dans une exposition de ces betteraves détestables ».

Les essais poursuivis dans ces dernières années ont fait voir que les variétés de betteraves dites de distillerie peuvent donner, avec une récolte d'un poids brut inférieur à celui obtenu, des variétés fourragères, un poids de matières nutritives sensiblement supérieur. Les expériences d'alimentation de M. Garola à Cloches, de M. Gay

à Grignon, celles plus récentes de MM. Bréti-gnières et Dupont ont montré de plus qu'à poids égal, la matière sèche des betteraves de distillerie possède un coefficient de digestibilité supérieur à celui de la matière sèche des betteraves fourra-gères.

Dans ces conditions, il n'est pas douteux que les indications relatives au rendement brut à l'hectare ne présentent qu'un faible intérêt; ce qu'il faut envisager c'est le rendement en matières réellement alimentaires. Voici quelques chiffres qui montrent bien l'influence de la variété et du mode de culture sur le rendement en matière sèche; ils se rapportent aux expériences exécutées en 1900 et en 1901 sous la direction de M. Dehérain et sous les auspices du Syndicat Central des agriculteurs de France :

Désignation	Expériences de 1900		Expériences de 1901	
	Betteraves four- ragères cultivées aux grands écartements	Betteraves demi- sucrières rap- cultivées rap- prochées	Betteraves four- ragères cultivées aux grands écartements	Betteraves demi- sucrières rap- cultivées rap- prochées
	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.
Rendement à l'hect.	39 500	45 300	53 600	47 200
Matière sèche . . .	4 900	6 800	6 800	6 300
Sucre . . . . .	3 400	5 400	3 200	4 000

Quelques expérimentateurs se sont demandés si on ne pourrait pas tirer un parti très avantageux des betteraves fourragères en les cultivant à des faibles écartements. Les essais de M. Dehérain ont toujours été nettement favorables aux betteraves demi-sucrières, mais, par contre, il résulte des expériences organisées par le Syndicat Central en 1901, qu'aux mêmes écartements, les fourragères ont eu un léger avantage sur les demi-sucrières.

Il est visible qu'en adoptant la culture en lignes rapprochées, l'influence de la variété sur le rendement en matière sèche devient moins important et il n'y aurait pas lieu de recommander les betteraves demi-sucrières ou de distillerie si, comme nous l'avons fait voir, elles ne présentaient pas pour l'alimentation du bétail une valeur beaucoup plus grande que les racines fourragères.

Les variétés fourragères comme la Mammouth, l'ovoïde des Barres peuvent donner, sous l'influence de fumures copieuses et grâce aux anciennes méthodes de culture, des rendements de 80 000 et même 100 000 kilogrammes à l'hectare. M. Dehérain a obtenu, à Grignon, grâce aux conditions météorologiques exceptionnellement favorables de 1901, des rendements bruts de 95 000 kilogrammes correspondant à 14 802 kilogrammes de matière sèche par hec-

tare avec la betterave blanche demi-sucrière.

D'une manière générale, 50 000 à 60 000 kilogrammes par hectare constituent une bonne récolte.

En France, le rendement moyen, pour 1900, a été de 22 415 kilogrammes. C'est le département du Nord qui vient en tête avec une production moyenne de 48 000 kilogrammes par hectare ; puis vient le Pas-de-Calais avec 38 200 kilogrammes ; les départements de la Lozère et des Landes n'obtiennent que 40 à 50 quintaux par hectare.

---

## CHAPITRE XIV

—

### EMPLOI DE LA BETTERAVE DANS L'ALIMENTATION DU BÉTAIL

**Valeur alimentaire.** — La betterave forme la base de l'alimentation du bétail pendant l'hiver dans un grand nombre de fermes et en particulier dans les exploitations de la Région du Nord. Les rendements élevés qu'elle peut fournir à l'hectare, sa conservation facile en silos justifient la réputation dont elle jouit auprès des agriculteurs placés dans des conditions favorables à sa culture, malgré les soins et les frais qu'elle nécessite pour donner des produits satisfaisants.

La betterave contient une faible proportion d'eau et ne doit former qu'une partie de la ration des animaux auxquels on la distribue. La teneur en eau varie dans des limites assez grandes, suivant la variété et le mode de culture. M. Debérain a trouvé, dans un champ où les manques étaient nombreux, une betterave Mam-mouth du poids de 8<sup>kg</sup>,300 qui renfermait 91,50

d'humidité, c'était une véritable éponge. Les grosses betteraves sont infiniment plus aqueuses que les petites et leur emploi dans l'alimentation du bétail n'est pas recommandable.

D'une manière générale, les variétés fourragères renferment plus d'eau que les betteraves dites de distillerie. Voici quelques chiffres qui se rapportent aux analyses faites, en 1899, à Berthonval, sur différentes variétés :

Désignation	Eau p. 0/0	Matière sèche p. 0/0
Betterave à collet rose . . . .	79,64	20,36
"  à collet vert . . . .	82,62	17,38
"  blanche demi-sucrière.	86,87	13,13
"  rose demi-sucrière . . .	83,22	16,78
"  globe jaune . . . .	84,04	15,90
"  globe à petites feuilles.	86,68	14,32
"  globe rouge . . . .	83,22	16,78
"  corne de bœuf . . . .	87,94	12,06
"  mammoth . . . .	90,19	9,81
"  jaune d'Allemagne. . .	84,28	15,72
"  Tankard . . . .	85,96	14,04
"  ovoïde des Barres . . .	86,49	13,51
"  géante de Vauriac . . .	84,64	15,36

Comme on le voit, l'écart est considérable entre certaines variétés ; la betterave à collet rose renferme le double de matières nutritives que la mammoth. Si nous admettons que la valeur alimentaire soit proportionnelle à la

quantité de matière sèche, nous déduirons des données ci-dessus que la valeur nutritive de la collet rose est bien supérieure à celle de la mammoth ou de la corne de bœuf.

La recherche de la densité du jus contenu dans les betteraves suffit pour juger rapidement et avec une précision satisfaisante de la valeur alimentaire des racines fourragères. Il existe, en effet, un rapport assez étroit entre la teneur en matière sèche et la densité du jus. D'après les expériences de M. Paturel (1), la relation  $\frac{\text{Matière sèche}}{\text{Densité}}$  varie de 2,61 à 2,98, la moyenne générale étant 2,85.

Il résulte de là que le cultivateur peut établir très facilement, au moyen de la densité, la valeur de ses racines ; il suffit, pour cela, de multiplier le chiffre qui représente la densité par le coefficient 2,8 ; le produit obtenu représente la teneur en matière sèche p. % des racines.

La matière azotée et le sucre constituent les deux principes alimentaires les plus importants des racines ; les quantités de ces éléments contenus dans la récolte d'un hectare suivent, en général, le même ordre que la matière sèche. Mais, en ce qui concerne les matières azotées, il convient de distinguer dans l'ensemble, d'abord

---

(1) PATUREL. — *Recherches sur la Betterave fourragère*. Annales agronomiques, 1898.

le nitrate de potasse qui s'accumule dans les racines en quantités parfois considérables et qui, non seulement n'est pas alimentaire, mais encore est purgatif à faible dose. Il faut également séparer les albuminoïdes, qui sont réellement alimentaires, des amides qui ne peuvent servir à la constitution des tissus. D'après les recherches de M. Garola, les races sucrières sont beaucoup plus riches que les races fourragères en matières organiques et en sucre; elles renferment aussi un peu plus de matières albuminoïdes et de pentosanes. On en jugera par le tableau suivant où sont inscrites les moyennes de chaque groupe :

Désignation	Betteraves	
	Sucrières	Fourragères
Matières organiques. . . . .	15,98	8,64
Substances albuminoïdes . . . . .	0,75	0,62
Amides, etc . . . . .	0,69	0,54
Matières azotées totales . . . . .	1,44	1,16
Graisse . . . . .	0,03	0,015
Sucre . . . . .	11,40	4,73
Pentosanes . . . . .	1,71	0,92
Cellulose. . . . .	0,94	0,72

La quantité d'azote prélevée dans le sol à l'état de nitrate de potasse est assez variable; mais, en général, les betteraves sont d'autant

plus chargées de salpêtre qu'elles sont moins riches en matière sèche et plus grosses.

Si les betteraves sont très aqueuses et relativement peu riches en substances nutritives, elles sont, par contre, très digestibles et à quantité de matière sèche égale, leur valeur est bien supérieure aux foins et aux farineux. D'après les recherches de M. Garola, les grosses betteraves sont moins faciles à digérer que les petites racines obtenues dans la culture en ordre serré.

P. Gay, ancien répétiteur de zootechnie à Grignon, a mis en comparaison, dans l'alimentation du mouton, la betterave fourragère, la betterave de distillerie et la betterave à sucre ; il a déterminé, en outre, les coefficients de digestibilité donnés à la ration par les différents types de racines.

La betterave de distillerie se place en première ligne en donnant, à la ration, un coefficient de digestibilité de 76,68 %, après elle, vient la betterave à sucre, dans laquelle le coefficient de digestibilité obtenu est de 73,56 % ; enfin, en dernière ligne, la betterave fourragère avec un coefficient de 72,94 %.

De ces recherches, l'auteur a tiré les conclusions suivantes qui méritent de fixer sérieusement l'attention des agriculteurs :

« 1° A quantité de matière sèche égale, les trois variétés de betteraves ne possèdent pas les

mêmes qualités nutritives, leurs coefficients de digestibilité étant différents ;

« 2° La betterave de distillerie ayant donné, à la ration dans laquelle elle entrait, le coefficient le plus élevé, se montre, sous ce rapport, supérieure aux deux autres variétés : après elle, viennent la betterave à sucre et, enfin, la betterave fourragère ».

Ces résultats ont été confirmés par les recherches plus récentes de MM. Brétignières et Dupont à Grignon (1).

Il est manifeste que, dans ces conditions, on doit donner la préférence aux variétés de distillerie pour l'alimentation du bétail.

Dans ces dernières années, en présence du bas prix des betteraves sucrières, plusieurs agriculteurs se sont demandés s'il n'y aurait pas avantage à distribuer ces racines au bétail plutôt que de les livrer aux usines. Étant donnés, d'une part, le profit qu'on peut retirer des spéculations animales et, d'autre part, la composition chimique des betteraves à sucre, cette question avait son importance ; mais si l'on songe aux faibles rendements qu'elles donnent, il ne paraît pas possible d'en obtenir, malgré leur richesse en matière sèche et en sucre, autant de subs-

---

(1) BRÉTIGNIÈRES ET DUPONT. — *Recherches sur l'emploi des betteraves dans l'alimentation du bétail.* Annales agronomiques, 1899.

tances alimentaires qu'avec les variétés fourragères et demi-sucrières (1).

La betterave, même consommée en forte quantité et d'une façon soutenue, est moins débilante pour l'appareil digestif que la pomme de terre, mais il faut l'associer dans la ration à des aliments plus concentrés, comme le foin, les farineux, le son et les tourteaux. Outre les bêtes à cornes, le mouton, le porc et, plus rarement, le cheval, consomment volontiers de petites quantités de betteraves.

La betterave convient particulièrement à l'alimentation des vaches laitières, elle favorise la production du lait et donne un beurre de bonne qualité. Nous l'avons employé comparativement avec la carotte et la pulpe de sucrerie à l'École d'agriculture du Pas-de-Calais. De nos expériences, il résulte :

---

(1) Non seulement on a essayé la betterave sucrière, mais encore le sucre. Il résulte des expériences poursuivies par M. Grandeau, du mois de juin 1898 au mois d'avril 1899, sur les chevaux de la Compagnie générale des petites voitures : 1° que, chez le cheval comme chez l'homme, l'alimentation sucrée favorise au plus haut point la production d'énergie musculaire; 2° qu'aux doses les plus élevées, le sucre est intégralement digéré par l'organisme sans qu'aucun trouble digestif ou autre soit la conséquence de son ingestion et que le prix de cet aliment de premier ordre s'oppose seul jusqu'ici à son introduction dans le régime alimentaire du bétail.

1° Que la carotte est supérieure à la betterave ; mais l'augmentation de richesse beurrière obtenue ne suffit pas pour compenser le prix élevé de la ration.

2° Que la pulpe ensilée peut être distribuée sans inconvénients aux vaches laitières, à la condition, toutefois, de l'employer à doses convenables et parfaitement conservée. Elle est supérieure à la betterave au point de vue de la sécrétion du lait, inférieure en ce qui concerne la qualité et la richesse en matière grasse. Son emploi, au voisinage des sucreries est plus économique que celui de la betterave, car il réduit les frais de manipulations au minimum.

La betterave associée à des éléments concentrés peut servir à l'engraissement des bovins et des moutons. P. Gay l'a employée comparativement avec la pulpe dans l'alimentation du mouton. Ses recherches ont été faites sur la betterave Tankard et la pulpe ensilée et, pour que les résultats puissent être comparables, il a distribué les deux aliments de façon à apporter la même quantité de matière sèche dans la ration. Gay a tiré de ses expériences les conclusions suivantes <sup>(1)</sup> :

1° Le prix de revient de la matière sèche de la pulpe ensilée est plus élevé, même en faisant

---

(1) P. GAY. — *Digestibilité comparée de la pulpe et de la betterave fourragère*. Annales agronomiques, 1897.

abstraction des frais de transport, que celui de la matière sèche des betteraves fourragères de la variété Tankard ;

2° La pulpe ensilée, à poids de matière sèche égal, est plus nutritive que la betterave, cette supériorité ayant été constatée par une augmentation plus grande du poids des animaux sur lesquels a porté l'expérience ;

3° Cette supériorité compense largement l'excédent de dépenses que nécessite son emploi.

Cet aliment est donc plus économique que la betterave fourragère et l'utilisation doit en être conseillée chaque fois qu'il y aura possibilité de le faire.

La valeur nutritive plus élevée de la pulpe est due, à n'en pas douter, à la fermentation qu'elle subit en silo ; cette fermentation accompagnée d'une élévation considérable de la température, produit sur les cossettes une sorte de cuisson dont l'action sur la digestibilité des aliments est connue depuis longtemps.

On ne doit donner la betterave qu'en faible quantité aux bêtes d'élevage et aux bœufs de travail, afin de ne pas leur faire ingérer trop d'eau qui augmenterait les sécrétions et les dépenses. Distribuée aux chevaux, elle augmente leur embonpoint, mais elle les rend mous et paresseux.

Les porcs consomment la betterave cuite avec

succès, mais la pomme de terre est bien préférable.

**Préparation des racines.** — La betterave est toujours donnée crue aux bovidés et aux moutons. On a proposé de la faire cuire, mais en raison de son coefficient de digestibilité, elle ne gagne guère à cette préparation, surtout lorsqu'on considère le point de vue économique. Dans certaines exploitations, on emploie les betteraves entières lavées ou nettoyées, mais il paraît bien préférable de les diviser en cossettes, malgré les frais supplémentaires qui en résultent. Les cossettes de betteraves mélangées avec des menues-pailles, des foins hâchés, etc., constituent de très bons aliments; préparées vingt-quatre heures à l'avance, elles subissent une sorte de fermentation qui est très favorable à leur utilisation par les animaux.

**Emploi des feuilles.** — Les feuilles de betteraves constituent, au moment de l'arrachage des racines, un fourrage important que tous les cultivateurs utilisent dans l'alimentation du bétail. Malheureusement, comme on dispose d'un fort poids de feuilles, on en donne à profusion et, en raison des nitrates et de l'acide oxalique qu'elles renferment, le bétail en souffre.

En tous cas, cette façon de faire ne permet d'utiliser qu'une faible partie de la masse disponible, le reste sert à protéger les tas de racines

contre la gelée ou la pluie et est enterré plus ou moins régulièrement au labour suivant. Les feuilles ainsi employées constituent un engrais qui n'est pas à dédaigner, mais si on ne prend pas la précaution de les répartir uniformément sur le champ avec la fourche, elles rendent la fumure inégale, tiennent le sol soulevé et peuvent compromettre les cultures ultérieures. On pourrait tirer un parti avantageux des feuilles, en ayant recours à l'ensilage pour les conserver et les distribuer au bétail pendant l'hiver. Cette méthode d'utilisation n'est pas encore entrée dans la pratique courante; elle rendrait cependant des services incontestables aux cultivateurs dans les années de pénurie fourragère.

Un ensilage pratique et économique à la fois consiste à mélanger les feuilles de betteraves aux pulpes; mais il est bon de découper les collets de façon à empêcher la formation de vides et à obtenir un tassement parfait.

On peut établir des silos spéciaux de 1<sup>m</sup>,50 à 2 mètres de profondeur sur une largeur de 1<sup>m</sup>,50; on y place les feuilles fraîches et bien nettoyées, par couches de 0<sup>m</sup>,30 que l'on tasse fortement, dans les coins principalement, de manière à éviter les vides dans lesquels l'air en s'accumulant provoque la moisissure et la pourriture. On peut faire alterner les feuilles avec des menues-pailles qui absorbent l'humidité et

augmentent la facilité de conservation. Le sel peut également être employé.

L'emplissage doit être terminé en deux ou trois jours pour que la fermentation soit régulière dans toute la masse. Quand le silo est arrivé à un mètre environ au-dessus du sol, on recouvre les feuilles d'une couche de quelques centimètres de paille, puis d'une épaisseur de 0<sup>m</sup>,50 à 0<sup>m</sup>,60 de terre de façon à obtenir un tassement énergique qui assure la bonne conservation.

La masse ne tarde pas à entrer en fermentation et diminue sensiblement de volume, il est nécessaire, après quelques jours, de boucher les crevasses qui se produisent dans la couverture et favorisent l'accès de l'air. Le silo peut être entamé après six ou huit semaines ; on ouvre une surface relativement peu étendue pour permettre de prendre chaque jour une tranche verticale que l'on protège avec des planches. Les feuilles qui se sont débarrassées pendant la fermentation d'une partie de leurs acides et sels organiques, prennent une saveur aigrelette, une odeur de choucroute désagréable à l'homme, mais qui ne déplaît pas aux animaux. Ceux-ci les mangent avec avidité et peuvent en consommer 15 à 20 kilogrammes par jour.

Les feuilles ensilées sont plus nutritives que les feuilles fraîches ; elles renferment moins

d'acide oxalique dont l'action est très nuisible. Voici, d'après M le Dr Lehman, la composition des feuilles ensilées et des betteraves fourragères :

Désignation	Feuilles	Betteraves
Substance organique . . .	11,12 0/0	9,82
Graisse . . . . .	0,24	0,05
Albumine . . . . .	0,17	0,15
Hydrates de carbone . . .	9,69	8,32

Les feuilles ensilées conviennent aussi bien à l'engraissement qu'à la production du lait, mais il ne faut en user que modérément et compléter la ration avec des fourrages secs, des tourteaux ou des grains. Elles peuvent rendre pendant l'hiver, surtout dans les années où les fourrages sont rares, des services inappréciables.

# TABLE DES MATIÈRES

—

## PREMIÈRE PARTIE

### LA BETTERAVE DE DISTILLERIE

	Pages
CHAP. 1 <sup>er</sup> . <i>Production de la betterave et de l'alcool . . . . .</i>	5
CHAP. II. <i>Betteraves de distillerie . . . . .</i>	27
CHAP. III. <i>Culture . . . . .</i>	39
CHAP. IV. <i>Prix de revient de la betterave et de l'alcool . . . . .</i>	49
CHAP. V. <i>Distillation de la betterave . . . . .</i>	52
CHAP. VI. <i>Résidus de la distillation . . . . .</i>	64

## DEUXIÈME PARTIE

### LA BETTERAVE FOURRAGÈRE

CHAP. VII. <i>Production de la betterave . . . . .</i>	71
CHAP. VIII. <i>Variétés . . . . .</i>	77
CHAP. IX. <i>Exigences de la betterave fourragère . . . . .</i>	98
CHAP. X. <i>Semilles . . . . .</i>	131
CHAP. XI. <i>Travaux d'entretien . . . . .</i>	153
CHAP. XII. <i>Récolte et conservation . . . . .</i>	164
CHAP. XIII. <i>Rendements . . . . .</i>	177
CHAP. XIV. <i>Emploi de la betterave dans l'alimentation du bétail. . . . .</i>	182

---

SAINT-AMAND, CHER. — IMPRIMERIE BUSSIÈRE

---

**LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS**  
55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, A PARIS (5<sup>e</sup>).

Envoi franco contre mandat-poste ou valeur sur Paris.

# TRAITÉ DE MÉCANIQUE RATIONNELLE

Par **Paul APPELL**,

Membre de l'Institut.

- TOME I. — *Statique. Dynamique du point*, avec 178 figures; 2<sup>e</sup> édition entièrement refondue: 1902..... 18 fr.  
TOME II. — *Dynamique des systèmes. Mécanique analytique*, avec figures. (Sous presse.)  
TOME III. — *Équilibre et mouvement des milieux continus*, avec 70 figures; 1903..... 17 fr.

## LEÇONS

DE

# MÉCANIQUE ÉLÉMENTAIRE

A L'USAGE DES ÉLÈVES DES CLASSES DE PREMIÈRE

(LATIN-SCIENCES OU SCIENCES-LANGUES VIVANTES)

Conformément aux programmes du 31 m<sup>ai</sup> 1902.

PAR

**P. APPELL**,

Membre de l'Institut,  
Professeur à la Faculté des Sciences.

**J. CHAPPUIS**,

Docteur ès Sciences,  
Professeur à l'École Centrale.

Volume in-18 Jésus avec figures; 1902..... 2 fr. 75 c.

# COURS DE MÉCANIQUE

A L'USAGE DES CANDIDATS

A L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES,

Par **P. APPELL**,

Membre de l'Institut, Professeur à l'École Centrale,  
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Un volume in-8 de 272 pages, avec 143 figures; 1902.. 7 fr. 50 c.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

# LEÇONS SUR L'ÉLECTRICITÉ

PROFESSÉES A L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE MONTEFIORE  
annexé à l'Université de Liège,

Par **Eric GÉRARD**,

Directeur de cet Institut.

6<sup>e</sup> ÉDITION, DEUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT.

TOME I : *Théorie de l'Électricité et du Magnétisme. Électrométrie. Théorie et construction des générateurs et des transformateurs électriques*; avec 388 figures; 1900..... 12 fr.

TOME II : *Canalisation et distribution de l'énergie électrique. Applications de l'Électricité à la téléphonie, à la télégraphie, à la production et à la transmission de la puissance motrice, à la traction, à l'éclairage, à la métallurgie et à la chimie industrielle*; avec 387 figures; 1900..... 12 fr.

## TRACTION ÉLECTRIQUE,

Par **Eric GÉRARD**.

(Extrait des *Leçons sur l'Électricité* du même Auteur.)

Volume grand in-8 de vi-136 pages, avec 92 figures; 1900..... 3 fr. 50 c.

## MESURES ÉLECTRIQUES,

Par **Eric GÉRARD**.

2<sup>e</sup> édition, gr. in-8 de 532 p., avec 217 fig.; 1901. Cartonné toile anglaise.... 12 fr.

## LE FROMENT ET SA MOUTURE

TRAITÉ DE MEUNERIE D'APRÈS UN MANUSCRIT INACHEVÉ

De **Aimé GIRARD**,

Membre de l'Institut,

Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'Institut national agronomique,

Par **L. LINDET**,

Docteur ès Sciences, Professeur à l'Institut national agronomique.

Un beau volume grand in-8, avec 85 figures et 3 planches; 1903..... 12 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

# COURS D'ANALYSE

PROFESSÉ A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Par **G. HUMBERT**,

Membre de l'Institut, Professeur à l'École Polytechnique.

TOME I : *Calcul différentiel. Principes du calcul intégral. Applications géométriques.* Avec 111 figures; 1903. .... 16 fr.  
TOME II..... (Sous presse.)

# COURS D'ANALYSE INFINITÉSIMALE

Par **Ch.-J. de la VALLÉE-POUSSIN**,

Professeur à l'Université de Louvain.

Un volume grand in-8 de xiv-372 pages; 1903..... 12 fr.

## LEÇONS

# SUR LA THÉORIE DES FONCTIONS

Par **Émile BOREL**,

Maître de Conférences à l'École Normale supérieure.

*Exposé de la théorie des ensembles et applications*; 1898..... 3 fr. 50 c.  
*Leçons sur les fonctions entières*; 1900..... 3 fr. 50 c.  
*Leçons sur les séries divergentes*; 1901..... 4 fr. 50 c.  
*Leçons sur les séries à termes positifs*; 1902..... 3 fr. 50 c.  
*Leçons sur les fonctions méromorphes*; 1903..... 3 fr. 50 c.  
*Leçons sur les séries de polynômes*..... (Sous presse.)

# COURS D'ANALYSE MATHÉMATIQUE

Par **E. GOURSAT**,

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

TOME I : *Dérivées et différentielles. Intégrales définies. Développements en séries. Applications géométriques.* Grand in-8; 1902..... 20 fr.  
TOME II : ..... (Sous presse.)

**LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS**

## ÉLÉMENTS DE LA THÉORIE

DES

# FONCTIONS ELLIPTIQUES

PAR

**Jules TANNERY et Jules MOLK.**

TOME I : Introduction. Calcul différentiel (I <sup>re</sup> Partie); 1893.....	7 fr. 50 c.
TOME II : Calcul différentiel (II <sup>e</sup> Partie); 1896.....	9 fr. »
TOME III : Calcul intégral (I <sup>re</sup> Partie); 1898.....	8 fr. 50 c.
TOME IV : Calcul intégral (II <sup>e</sup> Partie) et Applications; 1902.....	9 fr. »

## LEÇONS SUR LA THÉORIE DES GAZ

Par **L. BOLTZMANN,**

Professeur à l'Université de Leipzig,

TRADUITES PAR **A. GALLOTTI**, ancien Élève de l'École Normale;

AVEC UNE *Introduction* ET DES *Notes*

PAR **M. BRILLOUIN**, Professeur au Collège de France.

1<sup>re</sup> PARTIE. GRAND IN-8 DE XIX-204 PAGES AVEC FIGURES; 1902. **8 fr.**

## NOTIONS FONDAMENTALES

DE

# CHIMIE ORGANIQUE,

Par **Ch. MOUREU,**

Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris.

UN VOLUME IN-8 DE VI-292 PAGES; 1902.

BROCHÉ ..... **7 FR. 50 C.** | CARTONNÉ ..... **8 FR. 50 C.**

# LA TRACTION ÉLECTRIQUE

PAR CONTACTS SUPERFICIELS DU SYSTÈME DIATTO,

Par **Ch. JULIUS**, Ingénieur.

GRAND IN-8 DE 66 P., AVEC 12 FIG. OU PLANCHES; 1902. **2 FR. 75 C.**

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

TRAVAUX  
DU  
CONGRÈS DE PHYSIQUE

RÉUNI A PARIS EN 1900, SOUS LES AUSPICES DE LA SOCIÉTÉ  
FRANÇAISE DE PHYSIQUE,

Rassemblés et publiés par

Ch.-Éd. GUILLAUME et L. POINCARÉ,

Secrétaires généraux du Congrès.

QUATRE VOLUMES GRAND IN-8, AVEC FIGURES.

TOMES I, II et III. *Rapports présentés au Congrès*. 3 volumes se vendant  
ensemble ..... 50 fr.

On vend séparément :

TOME I : *Questions générales. Métrologie. Physique mécanique. Phy-  
sique moléculaire* ..... 18 fr.

TOME II : *Optique. Électricité. Magnétisme* ..... 18 fr.

TOME III : *Electro-optique et ionisation. Applications. Physique cos-  
mique. Physique biologique* ..... 18 fr.

TOME IV : *Procès-verbaux. Annexes. Liste des membres; 1901* ..... 6 fr.

ABRÉGÉ

DES

INSTRUCTIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Par Alfred ANGOT,

Météorologiste titulaire au Bureau central météorologique,  
Professeur à l'Institut national agronomique.

Brochure in-8 de VIII-44 pages avec figures; 1902.... 1 fr. 50 c.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

DE

MÉTÉOROLOGIE

Par Alfred ANGOT,

Météorologiste titulaire au Bureau Central météorologique,  
Professeur à l'Institut national agronomique et à l'École supérieure  
de Marine.

UN VOLUME GRAND IN-8, AVEC 103 FIG. ET 4 PL.; 1899. 12 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

# LEÇONS SUR LA THÉORIE DES FORMES

ET LA GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE SUPÉRIEURE,

à l'usage des Étudiants des Facultés des Sciences,

Par **H. ANDOYER**,

Maître de Conférences à l'École Normale supérieure.

DEUX BEAUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

TOME I : Volume de vi-508 pages; 1900..... 15 fr.  
TOME II..... (En préparation.)

# COURS D'ÉLECTRICITÉ

Par **H. PELLAT**,

Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

3 volumes grand in-8, se vendant séparément :

TOME I : *Électrostatique. Loi d'Ohm. Thermo-électricité*, avec 145 figures; 1901..... 10 fr.

TOME II : (*Sous presse.*) — TOME III : (*En préparation.*)

# ESSAI SUR LES FONDEMENTS DE LA GÉOMÉTRIE

Par **B.-A.-W. RUSSELL**,

Traduction par **G. CADENAT**, revue et annotée par l'Auteur  
et par **Louis COUTURAT**.

Grand in-8, avec 11 figures; 1901..... 9 fr.

## GUIDE PRATIQUE

POUR LES

# CALCULS DE RÉSISTANCE

DES

## CHAUDIÈRES A VAPEUR ET L'ESSAI DES MATÉRIAUX EMPLOYÉS,

Publié par l'Union Internationale des Associations de surveillance d'Appareils à vapeur,

TRADUIT SUR LA 7<sup>e</sup> ÉDITION ALLEMANDE,

Par **G. HUIN**, Ancien Élève de l'École Polytechnique, Capitaine d'Artillerie.

**E. MAIRE**, Ingénieur E. C. P., Directeur de l'Association des  
Propriétaires d'appareils à vapeur du Nord-Est,

Avec la collaboration de **H. WALTHER MEUNIER**, Ingénieur E. C. P.,  
Ingénieur en chef de l'Association alsacienne des Propriétaires d'appareils à vapeur.

Un volume in-12 raisin avec 10 figures; 1901..... 2 fr. 75 c.

**LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS**

COURS DE PHYSIQUE MATHÉMATIQUE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES.

**THÉORIE ANALYTIQUE DE LA CHALEUR**  
MISE EN HARMONIE AVEC LA THERMODYNAMIQUE  
ET AVEC LA THÉORIE MÉCANIQUE DE LA LUMIÈRE.

Par **J. BOUSSINESQ**,

Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

Deux volumes grand in-8 se vendant séparément :

TOME I : *Problèmes généraux*. Vol. de xxvii-333 p.; av. 14 fig.; 1901. **10 fr.**

TOME II : *Échauffement par contact et échauffement par rayonnement. Conductibilité des aiguilles, lames et masses cristallines. Courants de convection. Théorie mécanique de la lumière*..... (Sous presse.)

**LES CARBURES D'HYDROGÈNE (1851-1901)**  
RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

Par **M. BERTHELOT**,

Sénateur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

3 volumes grand in-8, se vendant ensemble....., **45 fr.**

TOME I : *L'Acétylène : synthèse totale des carbures d'hydrogène*. Volume de x-414 pages. — TOME II : *Les Carbures pyrogénés. Séries diverses*. Volume de iv-358 pages. — TOME III : *Combinaison des carbures d'hydrogène avec l'hydrogène, l'oxygène, les éléments de l'eau*. Vol. de iv-459 pages.

COMPTE RENDU DU

**Deuxième Congrès international des Mathématiciens**

TENU A PARIS DU 6 AU 12 AOUT 1900.

PROCÈS-VERBAUX ET COMMUNICATIONS

PUBLIÉS PAR

**E. DUPORCQ**,

Ingénieur des Télégraphes, Secrétaire général du Congrès.

UN BEAU VOLUME GRAND IN-8 DE 436 P., AVEC FIGURES; 1902. **16 FR.**

**L'ANNÉE TECHNIQUE (1901-1902)**

TRAMWAYS. CYCLES. TRAVAUX PUBLICS. CONSTRUCTIONS MARITIMES  
ET NAVALES. ARMEMENTS. NAVIGATION AÉRIENNE.

Par **A. DA CUNHA**, Ingénieur des Arts et Manufactures;

Avec Préface de **M. Émile Trélat**, Directeur de l'École spéciale d'Architecture.

UN BEAU VOL. GR. IN-8 DE VIII-271 P. AVEC 114 FIG.; 1902. **3 FR. 50 C.**

*L'année 1901-1902 est en vente au même prix.*

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

# COURS DE PHYSIQUE

DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Par J. JAMIN et E. BOUTY.

Quatre tomes in-8, de plus de 4000 pages, avec 1587 figures et 14 planches; 1885-1891. (OUVRAGE COMPLET)..... 72 fr.

TOME I. — 9 fr.

1<sup>er</sup> fascicule. — *Instruments de mesure. Hydrostatique*; avec 150 figures et 1 planche..... 5 fr.

2<sup>e</sup> fascicule. — *Physique moléculaire*; avec 93 figures..... 4 fr.

TOME II. — CHALEUR. — 15 fr.

1<sup>er</sup> fascicule. — *Thermométrie, Dilatations*; avec 98 figures. 5 fr.

2<sup>e</sup> fascicule. — *Calorimétrie*; avec 48 fig. et 2 planches..... 5 fr.

3<sup>e</sup> fascicule. — *Thermodynamique. Propagation de la chaleur*; avec 47 figures..... 5 fr.

TOME III. — ACOUSTIQUE; OPTIQUE. — 22 fr.

1<sup>er</sup> fascicule. — *Acoustique*; avec 123 figures..... 4 fr.

2<sup>e</sup> fascicule. — *Optique géométrique*; 139 fig. et 3 planches. 4 fr.

3<sup>e</sup> fascicule. — *Etude des radiations lumineuses, chimiques et calorifiques; Optique physique*; avec 249 fig. et 5 planches, dont 2 planches de spectres en couleur..... 14 fr.

TOME IV (1<sup>re</sup> Partie). — ÉLECTRICITÉ STATIQUE ET DYNAMIQUE. — 13 fr.

1<sup>er</sup> fascicule. — *Gravitation universelle. Électricité statique*; avec 155 figures et 1 planche..... 7 fr.

2<sup>e</sup> fascicule. — *La pile. Phénomènes électrothermiques et électrochimiques*; avec 161 figures et 1 planche..... 6 fr.

TOME IV (2<sup>e</sup> Partie). — MAGNÉTISME; APPLICATIONS. — 13 fr.

3<sup>e</sup> fascicule. — *Les aimants. Magnétisme. Électromagnétisme. Induction*; avec 240 figures..... 8 fr.

4<sup>e</sup> fascicule. — *Météorologie électrique; applications de l'électricité. Théories générales*; avec 84 figures et 1 planche..... 5 fr.

TABLES GÉNÉRALES des quatre volumes. In-8; 1891..... 60 c.

Des suppléments destinés à exposer les progrès accomplis viennent compléter ce grand Traité et le maintenir au courant des derniers travaux.

1<sup>er</sup> SUPPLÉMENT. — *Chaleur. Acoustique. Optique*, par E. BOUTY, Professeur à la Faculté des Sciences. In-8, avec 41 fig.; 1896. 3 fr. 50 c.

2<sup>e</sup> SUPPLÉMENT. — *Électricité. Ondes hertziennes. Rayons X*; par E. BOUTY. In-8, avec 48 figures et 2 planches; 1899. 3 fr. 50 c.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

# ENCYCLOPÉDIE DES TRAVAUX PUBLICS

ET ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE.

---

## TRAITÉ DES MACHINES A VAPEUR

CONFORME AU PROGRAMME DU COURS DE L'ÉCOLE CENTRALE (E. I.)

Par **ALHEILIG** et **C. ROCHE**, Ingénieurs de la Marine.

TOME I (412 fig.); 1895..... 20 fr. | TOME II (281 fig.); 1895..... 18 fr.

---

## CHEMINS DE FER

MATÉRIEL ROULANT. RÉSISTANCE DES TRAINS. TRACTION.

PAR

**E. DEHARME,**

**A. PULIN,**

Ing<sup>r</sup> principal à la Compagnie du Midi.

Ing<sup>r</sup> Inspr<sup>al</sup> aux chemins de fer du Nord.

Un volume grand in-8, xxii-441 pages, 95 figures, 1 planche; 1895 (E.I.). 15 fr.

---

## CHEMINS DE FER.

ÉTUDE DE LA LOCOMOTIVE. — LA CHAUDIÈRE.

PAR

**E. DEHARME.**

**A. PULIN.**

Un volume grand in-8 de vi-608 p. avec 131 fig. et 2 pl.; 1900 (E.I.). 15 fr.

---

## CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL TRAMWAYS

Par **Pierre GUÉDON**, Ingénieur.

Un beau volume grand in-8, de 393 pages et 141 figures (E. I.); 1901..... 11 fr.

---

## LA BETTERAVE AGRICOLE ET INDUSTRIELLE

Par **L. GESCHWIND** et **E. SELLIER**, Chimistes.

Grand in-8 de iv-668 pages avec 130 figures; 1902 (E. I.)..... 20 fr.

**LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS**

---

## **INDUSTRIES DU SULFATE D'ALUMINIUM, DES ALUNS ET DES SULFATES DE FER,**

**Par Lucien GESCHWIND, Ingénieur-Chimiste.**

Un volume grand in-8, de VIII-364 pages, avec 195 figures; 1899 (E. I.). 10 fr.

---

## **COURS DE CHEMINS DE FER**

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES,

**Par C. BRICKA,**

Ingénieur en chef de la voie et des bâtiments aux Chemins de fer de l'État.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8; 1894 (E. T. P.)

TOME I : avec 326 fig.; 1894.. 20 fr. | TOME II : avec 177 fig.; 1894.. 20 fr.

---

## **COUVERTURE DES ÉDIFICES**

ARDOISES, TUILLES, MÉTAUX, MATIÈRES DIVERSES,

**Par J. DENFER,**

Architecte, Professeur à l'École Centrale.

UN VOLUME GRAND IN-8, AVEC 429 FIG.; 1893 (E. T. P.).. 20 FR.

---

## **CHARPENTERIE MÉTALLIQUE**

MENUISERIE EN FER ET SERRURERIE,

**Par J. DENFER,**

Architecte, Professeur à l'École Centrale.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8; 1894 (E. T. P.).

TOME I : avec 479 fig.; 1894.. 20 fr. | TOME II : avec 571 fig.; 1894.. 20 fr.

---

## **ÉLÉMENTS ET ORGANES DES MACHINES**

**Par Al. GOULLY,**

Ingénieur des Arts et Manufactures.

GRAND IN-8 DE 436 PAGES, AVEC 710 FIG.; 1894 (E. I.).... 12 fr.

---

**LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS**

**MÉTALLURGIE GÉNÉRALE**

# **PROCÉDÉS DE CHAUFFAGE**

**Par U. LE VERRIER,**

Ingénieur en chef des Mines, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

Grand in-8, de 367 pages, avec 171 figures; 1902 (E. I.)..... 12 fr.

# **VERRE ET VERRERIE**

**Par Léon APPERT et Jules HENRIVAUX, Ingénieurs.**

Grand in-8 avec 130 figures et 1 atlas de 14 planches; 1894 (E. I.)..... 20 fr.

**BLANCHIMENT ET APPRÊTS**

# **TEINTURE ET IMPRESSION**

PAR

**Ch.-Er. GUIGNET,**

Directeur des teintures aux Manufac-  
tures nationales  
des Gobelins et de Beauvais,

**F. DOMMER,**

Professeur à l'École de Physique  
et de Chimie industrielles  
de la Ville de Paris,

**E. GRANDMOUGIN,**

Chimiste, ancien Préparateur à l'École de Chimie de Mulhouse.

GR. IN-8, AVEC 368 FIG., ET ÉCH. DE TISSUS IMPRIMÉS; 1895 (E. I.). 30 FR.

# **RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX**

**Par Aug. FÖPPL,** Professeur à l'Université technique de Munich.

TRADUIT DE L'ALLEMAND PAR E. HAHN, Ing. de l'École Polytechnique de Zurich.

GRAND IN-8, DE 489 PAGES, AVEC 74 FIG.: 1901 (E. I.)... 15 FR.

# **CONSTRUCTION PRATIQUE des NAVIRES de GUERRE**

**Par A. CRONEAU,**

Professeur à l'École d'application du Génie maritime.

TOME I : avec 305 fig. et un Atlas de 11 pl. in-4°; 1894..... 18 fr.

TOME II : avec 59 fig.; 1894..... 15 fr.

**LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS**

**PONTS SOUS RAILS ET PONTS-ROUTES A TRAVÉES  
MÉTALLIQUES INDÉPENDANTES.**

## **FORMULES, BARÈMES ET TABLEAUX**

**Par Ernest HENRY,**

Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

UN VOLUME GRAND IN-8, AVEC 267 FIG. ; 1894 (E. T. P).. 20 FR.

Calculs rapides pour l'établissement des projets de ponts métalliques et pour le contrôle de ces projets, sans emploi des méthodes analytiques ni de la statique graphique (économie de temps et certitude de ne pas commettre d'erreurs).

**CHEMINS DE FER.**

## **EXPLOITATION TECHNIQUE**

PAR MM.

**SCHÖLLER,**

Chef adjoint des Services commerciaux  
à la Compagnie du Nord.

**FLEURQUIN,**

Inspecteur des Services commerciaux  
à la même Compagnie.

UN VOLUME GRAND IN-8, AVEC FIGURES: 1901 (E. I.)..... 12 FR.

## **TRAITÉ DES INDUSTRIES CÉRAMIQUES**

TERRES CUITES.

PRODUITS RÉFRACTAIRES. FAÏENCES. GRÈS. PORCELAINES.

**Par E. BOURRY,**

Ingénieur des Arts et Manufactures.

GRAND IN-8, DE 755 PAGES, AVEC 349 FIG. ; 1897 (E. I.). 20 FR.

**RÉSUMÉ DU COURS**

DE

## **MACHINES A VAPEUR ET LOCOMOTIVES**

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES,

**Par J. HIRSCH,**

Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées,  
Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

2<sup>e</sup> édition. Gr. in-8 de 510 p. avec 314 fig. ; 1898 (E. T. P.). 18 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

---

## LE VIN ET L'EAU-DE-VIE DE VIN

Par **Henri DE LAPPARENT**,

Inspecteur général de l'Agriculture.

INFLUENCE DES CÉPAGES, CLIMATS, SOLS, ETC., SUR LE VIN, VINIFICATION,  
CUVERIE, CHAIS, VIN APRES LE DÉCUVAGE. ÉCONOMIE, LÉGISLATION.

GR. IN-8 DE XII-533 P., AVEC 111 FIG. ET 28 CARTES; 1895 (E. I.) 12 FR.

---

## TRAITÉ DE CHIMIE ORGANIQUE APPLIQUÉE

Par **A. JOANNIS**, Profr à la Faculté de Bordeaux,

TOME I: 688 p., avec fig.; 1896. 20 fr. | TOME II: 718 p., avec fig. 1896. 15 fr.

---

## MANUEL DE DROIT ADMINISTRATIF

Par **G. LECHALAS**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

TOME I; 1889; 20 fr. — TOME II: 1<sup>re</sup> partie; 1893; 10 fr. 2<sup>e</sup> partie; 1898; 10 fr.

---

## MACHINES FRIGORIFIQUES

PRODUCTION ET APPLICATIONS DU FROID ARTIFICIEL,

Par **H. LORENZ**, Professeur à l'Université de Halle.

TRADUIT DE L'ALLEMAND PAR **P. PETIT**, et **J. JAQUET**.

Grand in-8 de IX-186 pages, avec 131 figures; 1898 (E. I.)... 7 fr.

---

## COURS DE CHEMINS DE FER

(ÉCOLE SUPÉRIEURE DES MINES),

Par **E. VICAIRE**, Inspecteur général des Mines,

rédigé et terminé par **F. MAISON**, Ingénieur des Mines.

Gr. in-8 de 581 pages avec nombreuses fig.; 1903 (E. I.)... 20 fr.

---

## COURS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE

ET DE GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE,

Par **Maurice D'OCAGNE**,

Ing<sup>r</sup> et Prof<sup>r</sup> à l'École des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'École Polytechnique.

GR. IN-8, DE XI-428 P., AVEC 340 FIG.; 1896 (E. T. P.)... 12 FR.

---

**LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS**

LES ASSOCIATIONS OUVRIÈRES  
**ET LES ASSOCIATIONS PATRONALES,**

Par **P. HUBERT-VALLEROUX**, Docteur en Droit.

GRAND IN-8 DE 361 PAGES; 1899 (E. I.)..... 10 FR.

---

**TRAITÉ DES FOURS A GAZ**  
A CHALEUR RÉGÉNÉRÉE. DÉTERMINATION DE LEURS DIMENSIONS.

Par **Friedrich TOLDT**, Ingénieur,

TRADUIT DE L'ALLEMAND par **F. DOMMER**, Ingénieur des Arts  
et Manufactures.

Un volume grand in-8 de 392 pages, avec 68 figures; 1900 (E. I.). 11 fr.

---

**BETTERAVE AGRICOLE ET INDUSTRIELLE**

Par **L. GESCHWIND**, Ingénieur chimiste,  
et **E. SELLIER**, Chimiste.

---

**ANALYSE INFINITÉSIMALE**  
A L'USAGE DES INGÉNIEURS,

Par **E. ROUCHÉ** et **L. LÉVY**,

TOME I : *Calcul différentiel*. VIII-557 pages, avec 45 figures; 1900..... 15 fr.

TOME II : *Calcul intégral*. 829 pages, avec 50 figures; 1903..... 15 fr.

---

**COURS D'ÉCONOMIE POLITIQUE**

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES,

Par **C. COLSON**, Conseiller d'État.

TOME I : *Exposé général des Phénomènes économiques: Le travail et les questions ouvrières*. Volume de 600 pages; 1901..... 10 fr.

TOMES II et III..... (Sous presse.)

Envoi franco dans l'Union postale contre mandat-poste ou valeur sur Paris.

---

# BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE

---

La Bibliothèque photographique se compose de plus de 200 volumes et embrasse l'ensemble de la Photographie considérée au point de vue de la Science, de l'Art et des applications pratiques.

## DERNIERS OUVRAGES PARUS :

### **LES PHOTOTYPES SUR PAPIER AU GÉLATINOBROMURE,**

Par F. QUÉNISSET.

In-18 jésus, avec figures et 1 planche spécimen; 1901..... 1 fr. 25 c.

### **LES AGRANDISSEMENTS,**

Par G. GUILLON.

In-18 jésus, avec figures; 1901..... 2 fr. 75 c.

### **A B C DE LA PHOTOGRAPHIE MODERNE,**

Par W.-K. BURTON.

5<sup>e</sup> édition. Traduction sur la 12<sup>e</sup> édition anglaise, par G. HUBERSON.

In-18 jésus, avec figures; 1901..... 3 fr.

### **LA PHOTOGRAPHIE AU CHARBON,**

Par Paul DARBY.

Brochure in-18 de 36 pages..... 1 fr.

### **REPRODUCTION DES GRAVURES, DESSINS, PLANS, MANUSCRITS,**

Par A. COURRÈGES, Praticien.

In-18 jésus, avec figures; 1900..... 2 fr.

### **LA PHOTOGRAPHIE. TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE,**

Par A. DAVANNE.

2 beaux volumes grand in-8, avec 234 fig. et 4 planches spécimens... 32 fr.

Chaque volume se vend séparément..... 16 fr.

### **LES AGRANDISSEMENTS PHOTOGRAPHIQUES,**

Par A. COURRÈGES, Praticien.

In-18 jésus, avec 12 figures; 1901..... 2 fr.

**LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS.**

**TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE DE PHOTOGRAPHIE,**

Par C. FABRE, Docteur ès Sciences.

4 beaux vol. grand in-8, avec 724 figures et 2 planches; 1889-1891... 48 fr.

Chaque volume se vend séparément 14 fr.

Des suppléments destinés à exposer les progrès accomplis viennent compléter ce Traité et le maintenir au courant des dernières découvertes.

1<sup>er</sup> Supplément (A). Un beau vol. gr. in-8 de 400 p. avec 176 fig.; 1892. 14 fr.

2<sup>e</sup> Supplément (B). Un beau vol. gr. in-8 de 424 p. avec 221 fig.; 1897. 14 fr.

3<sup>e</sup> Supplément (C). Un beau vol. gr. in-8 de 400 pages; 1903..... 14 fr.

Les 7 volumes se vendent ensemble..... 84 fr.

**LA PHOTOGRAPHIE D'ART**

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900,

Par C. KLARY.

Grand in-8 de 88 pages, avec nombreuses illustrations et planches; 1901..... 6 fr. 50 c.

**COMMENT ON OBTIENT UN CLICHÉ PHOTOGRAPHIQUE,**

Par Marcel MOLINIÉ.

Petit in-8 de 188 pages..... 2 fr.

**MANUEL DU PHOTOGRAPHE AMATEUR,**

Par F. PANAJOU,

Chef du Service photographique à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

3<sup>e</sup> ÉDITION COMPLÈTEMENT REFONDUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE.

Petit in-8, avec 63 figures; 1899..... 2 fr. 75 c.

**TRAITÉ PRATIQUE DES TIRAGES PHOTOGRAPHIQUES,**

Par Ch. SOLLET.

Volume in-16 raisin de vi-240 pages; 1903..... 4 fr.

**LA PHOTOGRAPHIE ANIMÉE,**

Par E. TRUTAT,

Avec une Préface de M. MAREY,

Un volume grand in-8, avec 146 figures et 1 planche; 1899..... 5 fr.

**ESTHÉTIQUE DE LA PHOTOGRAPHIE.**

Un volume de grand luxe in-4 raisin, avec 14 planches et 150 figures. 16 fr.

**TRAITÉ PRATIQUE  
DE PHOTOGRAVURE EN RELIEF ET EN CREUX,**

Par Léon VIDAL.

In-18 jésus de xiv-445 p. avec 65 figures et 6 planches; 1900..... 6 fr. 50 c.

33024. — Paris, Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

**MASSON & C<sup>ie</sup>, Éditeurs**

**LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE**

**120, Boulevard Saint-Germain, Paris (6<sup>e</sup>)**

P. n<sup>o</sup> 320.

**COLLECTION LÉAUTÉ**

**EXTRAIT DU CATALOGUE (1)**

(Février 1903)

# *La Pratique Dermatologique*

**Traité de Dermatologie appliquée**

Publié sous la direction de MM.

**ERNEST BESNIER, L. BROCCQ, L. JACQUET**

Par MM. AUDRY, BALZER, BARBE, BAROZZI, BARTHÉLEMY, BENARD, ERNEST BESNIER  
BODIN, BRAULT, BROCCQ, DE BRUN, DU CASTEL, COURTOIS-SUFFIT  
J. DARIER, DEHU, DOMINICI, W. DUBREUILH, HUDELQ, L. JACQUET, JEANSELME  
J.-B. LAFFITTE, LENGLET, LEREDDE, MERKLEN, PERRIN  
RAYNAUD, RIST, SABOURAUD, MARCEL SÉE, GEORGES THIBIERGE, VEYRIÈRES

*4 forts volumes richement cartonnés toile, très largement illustrés de figures en noir et de planches en couleurs. En souscription jusqu'à la publication du tome IV . . . . . 150 fr.*

**TOME I.** 1 fort vol. gr. in-8<sup>o</sup> avec 230 fig. en noir et 24 pl. en coul. **36 fr.**

Anatomie et Physiologie de la Peau. — Pathologie générale de la Peau. — Symptomatologie générale des Dermatoses. — Acanthosis Nigricans. — Acnés. — Actinomycose. — Adénomes. — Alopecies. — Anesthésie locale. — Balanites. — Bouton d'Orient. — Brûlures. — Charbon. — Classifications dermatologiques. — Dermatitis polymorphes douloureuses. — Dermatophytes. — Dermatozoaires. — Dermites infantiles simples. — Ecthyma.

**TOME II.** 1 fort vol. gr. in-8<sup>o</sup> avec 168 fig. en noir et 21 pl. en coul. **40 fr.**

Eczéma. — Electricité. — Eléphantiasis. — Epithélioma. — Eruptions artificielles. — Erythème. — Erythrasma. — Erythrodermes. — Esthiomène. — Favus. — Folliculites. — Furunculose. — Gale. — Gangrène cutanée. — Gerçures. — Greffe. — Hématodermes. — Herpès. — Hydroa vacciniforme. — Ichtyose. — Impétigo. — Kératodermie. — Kératose pileaire. — Langue.

**TOME III.** 1 fort vol. gr. in-8<sup>o</sup> avec 201 fig. en noir et 19 pl. en coul. **40 fr.**

Lèpre. — Lichen. — Lupus. — Lymphadénie cutanée. — Lymphangiome. — Madura (pied de). — Mélanodermies. — Milium et pseudo-Milium. — Molluscum contagiosum. — Morve et Farcin. — Mycosis fongoïde. — Nævi. — Nodosités cutanées. — Œdème. — Ongles. — Maladie de Paget. — Papillomes. — Pelade. — Pellagre. — Pemphigus. — Perleche. — Phtiriasis. — Pian. — Pityriasis, etc.

*Sous presse : TOME IV*

(1) La librairie envoie gratuitement et franco de port les catalogues suivants à toutes les personnes qui lui en font la demande. — Catalogue général. — Catalogues de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire : I. Section de l'ingénieur. II. Section du biologiste. — Catalogue des ouvrages d'enseignement.

# Traité de Chirurgie

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

**Simon DUPLAY**

Professeur à la Faculté de médecine  
Chirurgien de l'Hôtel-Dieu  
Membre de l'Académie de médecine

**Paul RECLUS**

Professeur agrégé à la Faculté de médecine  
Chirurgien des hôpitaux  
Membre de l'Académie de médecine

PAR MM.

BERGER, BROCA, PIERRE DELBET, DELENS, DEMOULIN, J.-L. FAURE  
FORGUE, GÉRARD MARCHANT, HARTMANN, HEYDENREICH, JALAGUIER  
KIRMISSON, LAGRANGE, LEJARS, MICHAUX, NÉLATON, PEYROT  
PONCET, QUÉNU, RICARD, RIEFFEL, SEGOND, TUFFIER, WALTHER

Ouvrage complet

DEUXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE

8 vol. gr. in-8° avec nombreuses figures dans le texte. . . . . 150 fr.

**TOME I. — 1 vol. grand in-8° de 912 pages avec 218 figures 18 fr.**

RECLUS. — Inflammations, traumatismes, maladies virulentes.

BROCA. — Peau et tissu cellulaire sous-cutané.

**TOME II. — 1 vol. grand in-8° de 996 pages avec 361 figures 18 fr.**

LEJARS. — Nerfs.

MICHAUX. — Artères.

QUÉNU. — Maladies des veines.

**TOME III. — 1 vol. grand in-8° de 940 pages avec 285 figures 18 fr.**

NÉLATON. — Traumatismes, entorses, luxations, plaies articulaires.

QUÉNU. — Arthropathies, arthrites sèches, corps étrangers articulaires.

**TOME IV. — 1 vol. grand in-8° de 896 pages avec 354 figures 18 fr.**

DELENS. — L'œil et ses annexes.

GERARD MARCHANT. — Nez, fosses

**TOME V. — 1 vol. grand in-8° de 948 pages avec 187 figures 20 fr.**

BROCA. — Face et cou. Lèvres, cavité buccale, gencives, palais, langue, larynx, corps thyroïde.

HARTMANN. — Plancher buccal, glandes

**TOME VI. — 1 vol. grand in-8° de 1127 pages avec 218 figures 20 fr.**

MICHAUX. — Parois de l'abdomen.

BERGER. — Hernies.

JALAGUIER. — Contusions et plaies de l'abdomen, lésions traumatiques et corps étrangers de l'estomac et de l'intestin. Occlusion intestinale, péritonites, appendicite.

**TOME VII. — 1 fort vol. gr. in-8° de 1272 pages, 297 fig. dans le texte 25 fr.**

WALTHER. — Bassin.

FORGUE. — Urètre et prostate.

RECLUS. — Organes génitaux de l'homme.

**TOME VIII. 1 fort vol. gr. in-8° de 971 pages, 163 fig. dans le texte 20 fr.**

MICHAUX. — Vulve et vagin.

PIERRE DELBET. — Maladies de l'utérus.

SEGOND. — Annexes de l'utérus,

QUÉNU. — Des tumeurs.

LEJARS. — Lymphatiques, muscles, synoviales tendineuses et bourses séreuses.

RICARD et DEMOULIN. — Lésions traumatiques des os.

PONCET. — Affections non traumatiques des os.

LAGRANGE. — Arthrites infectieuses et inflammatoires.

GERARD MARCHANT. — Crâne.

KIRMISSON. — Rachis.

S. DUPLAY. — Oreilles et annexes.

nasales, pharynx nasal et sinus.

HEYDENREICH. — Mâchoires,

des salivaires, œsophage et pharynx.

WALTHER. — Maladies du cou.

PEYROT. — Poitrine.

PIERRE DELBET. — Mamelle.

HARTMANN. — Estomac.

FAURE et RIEFFEL. — Rectum et anus.

HARTMANN et GOSSLET. — Anus contre nature. Fistules stercorales.

QUÉNU. — Mésentère. Rate. Pancréas.

SEGOND. — Foie.

RIEFFEL. — Affections congénitales de la région sacro-coccygienne.

TUFFIER. — Rein. Vessie. Urètres.

Capsules surrénales.

ovaires, trompes, ligaments larges, péritoine pelvien.

KIRMISSON. — Maladies des membres.

# Traité d'Anatomie Humaine

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE

**P. POIRIER**

Professeur agrégé  
à la Faculté de Médecine de Paris  
Chirurgien des Hôpitaux.

**A. CHARPY**

Professeur d'anatomie  
à la Faculté de Médecine  
de Toulouse.

AVEC LA COLLABORATION DE MM.

O. Amoëdo — A. Branca — Cannieu — B. Cunéo — G. Delamare  
Paul Delbet — P. Fredet — Glantenay — Gosset  
P. Jacques — Th. Jonnesco — E. Laguesse — L. Manouvrier — A. Nicolas  
P. Nobécourt — O. Pasteau — M. Picou  
A. Prenant — H. Rieffel — Ch. Simon — A. Soulié

5 volumes grand in-8°. En souscription : 150 fr.

Chaque volume est illustré de nombreuses figures en noir et en couleurs.

## ÉTAT DE LA PUBLICATION (FÉVRIER 1903)

- TOME PREMIER** (*Deuxième édition, entièrement refondue*). — **Embryologie.** Notions d'embryologie. — **Ostéologie.** Considérations générales, des membres, squelette du tronc, squelette de la tête. — **Arthrologie.** Développement des articulations, structure, articulations des membres, articulations du tronc, articulations de la tête. 1 vol. gr. in-8° avec 807 figures. . . . . 20 fr.
- TOME II** (*Deuxième édition, entièrement refondue*). — 1<sup>er</sup> Fascicule : **Myologie.** Embryologie, histologie, peauciers et aponévroses. 1 vol. gr. in-8° avec 331 figures. . . . . 12 fr.
- 2<sup>e</sup> Fascicule (*Deuxième édition, entièrement refondue*) : **Angéiologie.** Cœur et Artères. Histologie. 1 vol. gr. in-8° avec 150 figures. . . . . 8 fr.
- 3<sup>e</sup> Fascicule (*Deuxième édition, revue*) : **Angéiologie** (*Capillaires, Veines*). 1 vol. gr. in-8° avec 75 figures. . . . . 6 fr.
- 4<sup>e</sup> Fascicule : **Les Lymphatiques.** 1 vol. gr. in-8° avec 117 fig. . . . . 8 fr.
- TOME III** (*Deuxième édition, entièrement refondue*). — 1<sup>er</sup> Fascicule : **Système nerveux.** Méninges, moelle, encéphale, embryologie, histologie. 1 vol. gr. in-8° avec 263 figures . . . . . 10 fr.
- 2<sup>e</sup> Fascicule (*Deuxième édition, entièrement refondue*) : **Système nerveux.** Encéphale. 1 vol. grand in-8° avec 131 figures. . . . . 10 fr.
- 3<sup>e</sup> Fascicule : **Système nerveux.** Les nerfs, nerfs craniens, nerfs rachidiens. 1 vol. gr. in-8° avec 205 figures. . . . . 12 fr.
- TOME IV.** — 1<sup>er</sup> Fascicule (*Deuxième édition, entièrement refondue*) : **Tube digestif.** Développement, bouche, pharynx, œsophage, estomac, intestins. 1 vol. gr. in-8°, avec 205 figures . . . . . 12 fr.
- 2<sup>e</sup> Fascicule (*Deuxième édition, revue*) : **Appareil respiratoire.** Larynx, trachée, poumons, plèvre, thyroïde, thymus. 1 vol. gr. in-8°, avec 121 figures . . . . . 6 fr.
- 3<sup>e</sup> Fascicule : **Annexes du tube digestif.** Dents, glandes salivaires, foie, voies biliaires; pancréas, rate, Péritoine. 1 vol. gr. in-8° avec 361 fig. en noir et en couleurs. . . . . 16 fr.
- TOME V.** — 1<sup>er</sup> Fascicule : **Organes génito-urinaires.** Reins, urètre, vessie, urètre, prostate, verge, périnée, appareil génital de l'homme, appareil génital de la femme. 1 vol. gr. in-8° avec 431 figures. . . . . 20 fr.
- 2<sup>e</sup> Fascicule : **Les Organes des Sens** (sous presse).

## CHARCOT — BOUCHARD — BRISSAUD

BABINSKI, BALLET, P. BLOCC, BOIX, BRAULT, CHANTEMESSE, CHARRIN, CHAUFFARD, COURTOIS-SUFFIT, DUTIL, GILBERT, GUIGNARD, L. GUINON, G. GUINON, HALLION, LAMY, LE GENDRE, MARFAN, MARIE, MATHIEU, NETTER, ÖTTINGER, ANDRÉ PETIT, RICHARDIÈRE, ROGER, RUAULT, SOUQUES, THIBERGE, THOINOT, TOLLEMER, FERNAND WIDAL.

# Traité de Médecine

## DEUXIÈME ÉDITION

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

## BOUCHARD

Professeur à la Faculté de médecine de Paris,  
Membre de l'Institut.

## BRISSAUD

Professeur à la Faculté de médecine de Paris,  
Médecin de l'hôpital Saint-Antoine.

10 vol. gr. in-8<sup>o</sup>, av. fig. dans le texte. *En souscription.* 150 fr.

TOME I<sup>er</sup>

1 vol. gr. in-8<sup>o</sup> de 845 pages, avec figures dans le texte. 16 fr.

**Les Bactéries**, par L. GUIGNARD, membre de l'Institut et de l'Académie de médecine, professeur à l'École de Pharmacie de Paris. — **Pathologie générale infectieuse**, par A. CHARRIN, professeur remplaçant au Collège de France, directeur du laboratoire de médecine expérimentale, médecin des hôpitaux. — **Troubles et maladies de la Nutrition**, par PAUL LE GENDRE, médecin de l'hôpital Tenon. — **Maladies infectieuses communes à l'homme et aux animaux**, par G.-H. ROGER, professeur agrégé, médecin de l'hôpital de la Porte-d'Aubervilliers.

## TOME II

1 vol. grand in-8<sup>o</sup> de 894 pages avec figures dans le texte. 16 fr.

**Fièvre typhoïde**, par A. CHANTEMESSE, professeur à la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux. — **Maladies infectieuses**, par F. WIDAL, professeur agrégé, médecin des hôpitaux de Paris. — **Typhus exanthématique**, par L.-H. THOINOT, professeur agrégé, médecin des hôpitaux de Paris. — **Fièvres éruptives**, par L. GUINON, médecin des hôpitaux de Paris. — **Erysipèle**, par E. BOIX, chef de laboratoire à la Faculté. — **Diphtérie**, par A. RUAULT. — **Rhumatisme**, par ÖTTINGER, médecin des hôpitaux de Paris. — **Scorbut**, par TOLLEMER, ancien interne des hôpitaux.

## TOME III

1 vol. grand in-8<sup>o</sup> de 702 pages avec figures dans le texte. 16 fr.

**Maladies cutanées**, par G. THIBERGE, médecin de l'hôpital de la Pitié. — **Maladies vénériennes**, par G. THIBERGE. — **Maladies du sang**, par A. GILBERT, professeur agrégé, médecin des hôpitaux de Paris. — **Intoxications**, par A. RICHARDIÈRE, médecin des hôpitaux de Paris.

## TOME IV

1 vol. grand in-8<sup>o</sup> de 680 pages avec figures dans le texte. 16 fr.

**Maladies de la bouche et du pharynx**, par A. RUAULT. — **Maladies de l'estomac**, par A. MATHIEU, médecin de l'hôpital Andral. — **Maladies du pancréas**, par A. MATHIEU. — **Maladies de l'intestin**, par COURTOIS-SUFFIT, médecin des hôpitaux. — **Maladies du péritoine**, par COURTOIS-SUFFIT.

## TOME V

1 vol. gr. in-8<sup>o</sup> avec fig. en noir et en coul. dans le texte. 18 fr.

**Maladies du foie et des voies biliaires**, par A. CHAUFFARD, professeur agrégé, médecin des hôpitaux. — **Maladies du rein et des capsules surrénales**, par A. BRAULT, médecin des hôpitaux. — **Pathologie des organes hématopofétiques et des glandes vasculaires sanguines**, par G.-H. ROGER, professeur agrégé, médecin de l'hôpital de la Porte-d'Aubervilliers.

## TOME VI

1 vol. grand in-8° de 612 pages avec figures dans le texte. 14 fr.

**Maladies du nez et du larynx**, par A. RUVAULT. — **Asthme**, par E. BRISAUD, professeur à la Faculté de médecine de Paris, médecin de l'hôpital Saint-Antoine. — **Coqueluche**, par P. LE GENDRE, médecin des hôpitaux. — **Maladies des bronches**, par A.-B. MARFAN, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux. — **Troubles de la circulation pulmonaire**, par A.-B. MARFAN. — **Maladies aiguës du poumon**, par NETTER, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux.

## TOME VII

1 vol. grand in-8° de 550 pages avec figures dans le texte. 14 fr.

**Maladies chroniques du poumon**, par A.-B. MARFAN, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux. — **Phtisie pulmonaire**, par A.-B. MARFAN. — **Maladies de la plèvre**, par NETTER, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux. — **Maladies du médiastin**, par A.-B. MARFAN.

## TOME VIII

1 vol. grand in-8° de 580 pages avec figures dans le texte. 14 fr.

**Maladies du cœur**, par ANDRÉ PETIT, médecin des hôpitaux. — **Maladies des vaisseaux sanguins**, par W. CÉTINGER, médecin des hôpitaux.

*Sous presse* : TOMES IX et X. — **Maladies du Système nerveux**.

## Traité de Physiologie

PAR

J.-P. MORAT

Professeur à l'Université de Lyon.

Maurice DOYON

Professeur agrégé  
à la Faculté de médecine de Lyon

5 vol. gr. in-8° avec fig. en noir et en couleurs. En souscription. 55 fr.

- I. — **Fonctions d'innervation**, par J.-P. MORAT. 1 vol. gr. in-8°, avec 263 figures noires et en couleurs. 15 fr.
- II. — **Fonctions de nutrition** : Circulation, par M. DOYON; Calorification, par P. MORAT. 1 vol. gr. in-8° avec 173 figures en noir et en couleurs. 12 fr.
- III. — **Fonctions de nutrition (suite et fin)** : Respiration, excrétion, par J.-P. MORAT; Digestion, Absorption, par M. DOYON. 1 vol. gr. in-8°, avec 167 figures en noir et en couleurs. 12 fr.

## COLLECTION DE PLANCHES MURALES

DESTINÉES A

# L'Enseignement de la Bactériologie

PUBLIÉES PAR

L'INSTITUT PASTEUR DE PARIS

65 planches du format 80 × 62 c/m, tirées en couleurs sur papier toile très fort, munies d'œillets permettant de les suspendre et réunies dans un carton, avec un *texte explicatif rédigé en français, allemand et anglais*.

**Prix** : 250 francs (port en sus). (*Les planches ne sont pas vendues séparément.*)

# Traité de Pathologie générale

Publié par **Ch. BOUCHARD**

Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION : **G.-H. ROGER**

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Médecin des hôpitaux.

## COLLABORATEURS :

MM. ARNOZAN, D'ARSONVAL, BENNI, F. BEZANÇON, R. BLANCHARD, BAINET, BOULAY, BOURCY, BRUN, CADIOT, CHABRIÉ, CHANTEMESSE, CHARRIN, CHAUFFARD, J. COURMONT, DEJERINE, PIERRE DELBET, DEVIC, DUCAMP, MATHIAS DUVAL, FÉRÉ, GAUCHER, GILBERT, GLEY, GOUGET, GUIGNARD, LOUIS GUINON, J.-F. GUYON, HALLÉ, HÉNOUCQUE, HUGOUNENQ, LAMBLING, LANDOUZY, LAVERAN, LEBRETON, LE GENDRE, LEJARS, LE NOIR, LEBMOYEZ, LESNÉ, LETULLE, LUBET-BARBOU, MARFAN, MAYOR, MENETRIER, MORAX, NETTER, PIERRET, RAVAUT, G.-H. ROGER, GABRIEL ROUX, RUFFER, SICARD, RAYMOND TRAPIER, VUILLEMIN, FERNAND VIDAL.

6 volumes grand in-8° avec figures dans le texte. . . . 126 fr.

## TOME I

1 vol. grand in-8° de 1018 pages avec figures dans le texte : 18 fr.

Introduction à l'étude de la pathologie générale. — Pathologie comparée de l'homme et des animaux. — Considérations générales sur les maladies des végétaux. — Pathologie générale de l'embryon. Tératogénie. — L'hérédité et la pathologie générale. — Prédilection et immunité. — La fatigue et le surmenage. — Les Agents mécaniques. — Les Agents physiques. Chaleur. Froid. Lumière. Pression atmosphérique. Son. — Les Agents physiques. L'énergie électrique et la matière vivante. — Les Agents chimiques : les caustiques. — Les intoxications.

## TOME II

1 vol. grand in-8° de 940 pages avec figures dans le texte : 18 fr.

L'infection. — Notions générales de morphologie bactériologique. — Notions de chimie bactériologique. — Les microbes pathogènes. — Le sol, l'eau et l'air, agents des maladies infectieuses. — Des maladies épidémiques. — Sur les parasites des tumeurs épithéliales malignes. — Les parasites.

## TOME III

1 vol. in-8° de 1400 pages, avec figures dans le texte, publié en deux fascicules : 28 fr.

Fasc. I. — Notions générales sur la nutrition à l'état normal. — Les troubles préalables de la nutrition. — Les réactions nerveuses. — Les processus pathologiques de deuxième ordre.

Fasc. II. — Considérations préliminaires sur la physiologie et l'anatomie pathologiques. — De la fièvre. — L'hypothermie. — Mécanisme physiologique des troubles vasculaires. — Les désordres de la circulation dans les maladies. — Thrombose et embolie. — De l'inflammation. — Anatomie pathologique générale des lésions inflammatoires. — Les altérations anatomiques non inflammatoires. — Les tumeurs.

## TOME IV

1 vol. in-8° de 719 pages avec figures dans le texte : 16 fr.

Évolution des maladies. — Sémiologie du sang. — Spectroscopie du sang. Sémiologie. — Sémiologie du cœur et des vaisseaux. — Sémiologie du nez et du pharynx nasal. — Sémiologie du larynx. — Sémiologie des voies respiratoires. — Sémiologie générale du tube digestif.

## TOME V

1 fort vol. in-8° de 1180 pages avec nombr. figures dans le texte : 28 fr.

Sémiologie du foie. — Pancréas. — Analyse chimique des urines. — Analyse microscopique des urines (Histo-bactériologique). — Le rein, l'urine et l'organisme. — Sémiologie des organes génitaux. — Sémiologie du système nerveux.

## TOME VI

1 vol. grand in-8° avec figures dans le texte. . . . . 18 fr.

Les troubles de l'intelligence. — Sémiologie de la peau. — Sémiologie de l'appareil visuel. — Sémiologie de l'appareil auditif. — Considérations générales sur le diagnostic et le pronostic. — Diagnostic des maladies infectieuses par les méthodes de laboratoire. — La diazoréaction d'Ehrlich. — Valeur de la formule hémoleucocytaire dans les maladies infectieuses. — Cyto-diagnostic des épanchements séro-fibrineux et du liquide céphalo-rachidien. — Ponction lombaire. — Applications cliniques de la cryoscopie. — De l'élimination provoquée comme méthode du diagnostic. — Les rayons de Röntgen et leurs applications médicales. — Thérapeutique générale. — Hygiène.

## Traité de Physique Biologique

publié sous la direction de MM.

**D'ARSONVAL**

Professeur au Collège de France  
Membre de l'Institut et de l'Académie  
de médecine.

**GARIEL**

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées  
Prof. à la Faculté de médecine de Paris  
Membre de l'Académie de médecine.

**CHAUVEAU**

Profes. au Muséum d'histoire naturelle  
Membre de l'Institut  
et de l'Académie de médecine.

**MAREY**

Professeur au Collège de France  
Membre de l'Institut  
et de l'Académie de médecine.

Secrétaire de la rédaction : **M. WEISS**

Ingénieur des Ponts et Chaussées  
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris

3 vol. in-8°. En souscription . . . . . 60 fr.

TOME PREMIER. 1 fort vol. in-8°, avec 591 figures dans le texte. . . . . 25 fr.

Sous Presse : **Tome II**

## L'ŒUVRE MÉDICO-CHIRURGICAL

D<sup>r</sup> CRITZMAN, directeur

## Suite de Monographies cliniques

SUR LES QUESTIONS NOUVELLES  
en Médecine, en Chirurgie et en Biologie

Chaque monographie est vendue séparément. . . . . 1 fr. 25

Il est accepté des abonnements pour une série de 10 Monographies au prix payable d'avance de 10 fr. pour la France et 12 fr. pour l'étranger (port compris).

## DERNIÈRES MONOGRAPHIES PUBLIÉES

N° 29. **Les Ponctions rachidiennes accidentelles et les complications des plaies pénétrantes du rachis par armes blanches sans lésions de la moelle**, par le D<sup>r</sup> E. MATHIEU, médecin inspecteur de l'armée, ancien directeur et professeur au Val-de-Grâce.

N° 30. **Le Ganglion Lymphatique**, par HENRI DOMINICI.

N° 31. **Les Leucocytes. Technique (Hématologie, cytologie)**, par le professeur COURMONT et F. MONFAGNARD.

N° 32. **La Médication hémostatique**, par P. CARNOT, docteur ès sciences, chef du laboratoire de Thérapeutique à la Faculté de médecine.

# Traité de Technique opératoire

CH. MONOD

Professeur agrégé à la Faculté  
de médecine de Paris  
Chirurgien de l'Hôpital Saint-Antoine  
Membre de l'Académie de médecine

PAR

J. VANVERTS

Ancien interne lauréat des Hôpitaux  
de Paris  
Chef de clinique à la Faculté  
de médecine de Lille

2 vol. gr. in-8<sup>o</sup> formant ensemble 1960 pages, avec 1908 figures  
dans le texte . . . . . 40 fr.

---

## Les Difformités acquises de l'Appareil locomoteur

PENDANT L'ENFANCE ET L'ADOLESCENCE

Par le Dr E. KIRMISSON

Professeur de Clinique chirurgicale infantile à la Faculté de médecine  
Chirurgien de l'hôpital Trousseau

1 vol. in-8<sup>o</sup> avec 430 figures dans le texte. . . 15 fr.

Ce volume fait suite au **Traité des Maladies chirurgicales d'origine  
congénitale** (312 figures et 2 planches en couleurs). *Publié en 1898* . . 15 fr.  
Ces deux ouvrages constituent un véritable traité de Chirurgie orthopédique.

---

## Traité d'Hygiène

Par A. PROUST

Professeur d'Hygiène à la Faculté de Paris, Membre de l'Académie de médecine  
Inspecteur général des Services sanitaires.

*Troisième édition revue et considérablement augmentée*

AVEC LA COLLABORATION DE

A. NETTER

et

H. BOURGES

Agrégé  
Médecin de l'hôpital Trousseau

Chef du laboratoire d'hygiène  
à la Faculté de médecine

Ouvrage couronné par l'Institut et la Faculté de médecine

1 vol. in-8<sup>o</sup>, avec fig. et cartes pub. en 2 fasc. En souscription.. 18 fr.

---

## Traité de Chirurgie d'urgence

Par Félix LEJARS

Professeur agrégé, Chirurgien de l'hôpital Tenon.

TROISIÈME ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE

1 vol. gr. in-8<sup>o</sup> de 1005 pages, avec 751 fig. dont 351 dessinées d'après  
nature, par le Dr DALÈNE, et 172 fotogr. origin. Relié toile. 25 fr.

**Manuel de Pathologie externe**, par MM. RECLUS, KIR-  
 MISSON, PEYROT, BOUILLY, professeurs agrégés à la Faculté de  
 médecine de Paris, chirurgiens des hôpitaux. 7<sup>e</sup> Édition entière-  
 ment revue, illustrée. 4 volumes in-8° . . . . . 40 fr.  
*Chaque volume est vendu séparément.* . . . . . 10 fr.

**Les Maladies infectieuses**, par G.-H. ROGER, professeur  
 agrégé, médecin de l'hôpital de la Porte-d'Aubervilliers. 1 vol. in-8°  
 de 1520 pages publié en 2 fascicules avec figures . . . . . 28 fr.

**Précis d'Histologie**, par Mathias DUVAL, professeur à la  
 Faculté de médecine de Paris, membre de l'Académie de médecine.  
*Deuxième édition, revue et augmentée*, illustrée de 427 figures dans  
 le texte. 1 vol. gr. in-8° de 1020 pages . . . . . 18 fr.

**Les Maladies du Cuir chevelu.** — I. Maladies sébor-  
 rhéiques : **Séborrhée, Acnés, Calvitie**, par le Dr R. SA-  
 BOURAUD, chef du laboratoire de la Ville de Paris à l'hôpital Saint-  
 Louis, membre de la Société de Dermatologie. 1 volume in-8°, avec  
 91 figures dans le texte dont 40 aquarelles en couleurs . . 10 fr.

**Les Tics et leur Traitement**, par Henry MEIGE et E. FEIN-  
 DEL. Préface de M. le Professeur BRISSAUD. 1 vol. in-8° de  
 640 pages . . . . . 6 fr.

**Les Maladies microbiennes des Animaux**, par  
 Ed. NOCARD, professeur à l'École d'Alfort, membre de l'Académie  
 de médecine, et E. LECLAINCHE, professeur à l'École vétérinaire  
 de Toulouse. Ouvrage couronné par l'Académie des sciences (Prix  
 Monthyon 1898). *Troisième édition, entièrement refondue et considé-  
 rablement augmenté*. 2 volumes grand in-8°, formant ensemble  
 1312 pages . . . . . 22 fr.

**Syphilis et Déontologie : secret médical ; responsabilité  
 civile ; énoncé du diagnostic ; jeunes gens syphilitiques ; la syphi-  
 lis avant et pendant le mariage ; divorce ; nourrissons syphili-  
 tiques ; nourrices syphilitiques ; domestiques et ouvriers syphili-  
 tiques ; syphilitiques dans les hôpitaux ; transmission de la syphilis  
 par les instruments ; médecins syphilitiques ; sages-femmes et  
 syphilis**, par GEORGES THIBIERGE, médecin de l'hôpital Broca.  
 1 vol. in-8° . . . . . 5 fr.

# Bibliothèque Diamant

## des Sciences médicales et biologiques

*Cette collection est publiée dans le format in-16 raisin, avec nombreuses figures dans le texte, cartonnage à l'anglaise, tranches rouges.*

- Éléments de Physiologie**, par Maurice ARTHUS, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Lille. 1 vol., avec figures. 8 fr.
- Éléments de Chimie physiologique**, par Maurice ARTHUS, professeur à l'Université de Fribourg (Suisse). *Quatrième édition revue et corrigée.* 1 volume, avec figures . . . . . 5 fr.
- Précis d'Anatomie pathologique**, par M. L. BARD, professeur à la Faculté de médecine de Lyon. *Deuxième édition revue et augmentée.* 1 volume, avec 125 figures . . . . . 7 fr. 50
- Manuel de Thérapeutique**, par le Dr BERLIOZ, professeur à l'Université de Grenoble, avec préface du Professeur BOUCHARD. *Quatrième édition revue et augmentée.* 1 vol. . 6 fr.
- Manuel de Bactériologie médicale**, par le Dr BERLIOZ, avec préface de M. le professeur LANDOUZY. 1 vol. avec fig. 6 fr.
- Manuel de Pathologie interne**, par G. DIEULAFOY, professeur à la Faculté de médecine de Paris. *Treizième édition entièrement refondue et augmentée.* 4 vol. avec fig. en n. et en coul. 28 fr.
- Manuel d'Anatomie microscopique et d'Histologie**, par M. P.-E. LAUNOIS, professeur agrégé à la Faculté de médecine. Préface de M. le Professeur Mathias DUVAL. *Deuxième édition entièrement refondue.* 1 volume avec 261 figures . . . . . 8 fr.
- Précis élémentaire d'Anatomie, de Physiologie et de Pathologie**, par P. RUDAUX, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine de Paris, avec préface, par M. RIBEMONT-DESSAIGNES, professeur agrégé à la Faculté de Paris. 1 vol., avec 462 figures . . . . . 8 fr.
- Manuel de Diagnostic médical et d'Exploration clinique**, par P. SPILLMANN, professeur à la Faculté de médecine de Nancy, et P. HAUSHALTER, professeur agrégé. *Quatrième édition entièrement refondue.* 1 vol. avec 89 figures. . . . . 6 fr.
- Précis de Microbie.** *Technique et microbes pathogènes*, par M. le Dr L.-H. THOINOT, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, et E.-J. MASSELIN, médecin-vétérinaire. Ouvrage couronné par la Faculté de médecine. *Quatrième édition entièrement refondue.* 1 volume, avec figures en noir et en couleurs. . . 8 fr.
- Précis de Bactériologie clinique**, par le Dr R. WURTZ, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris. *Deuxième édition revue et augmentée.* 1 volume, avec tableaux et figures. 6 fr.

## Bibliothèque

## d'Hygiène thérapeutique

DIRIGÉE PAR

## Le Professeur PROUST

Membre de l'Académie de médecine, Médecin de l'Hôtel-Dieu,  
Inspecteur général des Services sanitaires.

*Chaque ouvrage forme un volume in-16, cartonné toile, tranches rouges,  
et est vendu séparément : 4 fr.*

Chacun des volumes de cette collection n'est consacré qu'à une seule maladie ou à un seul groupe de maladies. Grâce à leur format, ils sont d'un maniement commode. D'un autre côté, en accordant un volume spécial à chacun des grands sujets d'hygiène thérapeutique, il a été facile de donner à leur développement toute l'étendue nécessaire.

## VOLUMES PARUS

- L'Hygiène du Goutteux**, par le professeur PROUST et A. MATHIEU, médecin de l'hôpital Andral.
- L'Hygiène de l'Obèse**, par le professeur PROUST et A. MATHIEU, médecin de l'hôpital Andral.
- L'Hygiène des Asthmatiques**, par E. BRISSAUD, professeur agrégé, médecin de l'hôpital Saint-Antoine.
- L'Hygiène du Syphilitique**, par H. BOURGES, préparateur au laboratoire d'hygiène de la Faculté de médecine.
- Hygiène et thérapeutique thermales**, par G. DELFAU, ancien interne des hôpitaux de Paris.
- Les Cures thermales**, par G. DELFAU, ancien interne des hôpitaux de Paris.
- L'Hygiène du Neurasthénique**, par le professeur PROUST et G. BALLEZ, professeur agrégé, médecin des hôpitaux de Paris. (*Deuxième édition.*)
- L'Hygiène des Albuminuriques**, par le Dr SPRINGER, ancien interne des hôpitaux de Paris, chef de laboratoire de la Faculté de médecine à la Clinique médicale de l'hôpital de la Charité.
- L'Hygiène du Tuberculeux**, par le Dr CHUQUET, ancien interne des hôpitaux de Paris, avec une introduction du Dr DAREMBERG, membre correspondant de l'Académie de médecine.
- Hygiène et thérapeutique des maladies de la Bouche**, par le Dr CHURT, dentiste des hôpitaux de Paris, avec une préface de M. le professeur LANNELONGUE, membre de l'Institut.
- Hygiène des maladies du Cœur**, par le Dr VAQUEZ, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux, avec une préface du professeur POTAIN.
- Hygiène du Diabétique**, par A. PROUST et A. MATHIEU.
- L'Hygiène du Dyspeptique**, par le Dr LINOSSIER, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, membre correspondant de l'Académie de médecine, médecin à Vichy.

*Sous presse :*

**Hygiène du Larynx, du Nez et des Oreilles**, par M. le Dr LUBET BARBON.

# Traité

DE

# Chimie industrielle

Par R. WAGNER et F. FISCHER

QUATRIÈME ÉDITION FRANÇAISE ENTIÈREMENT REFOUDUE

Rédigée d'après la quinzième édition allemande

par le D<sup>r</sup> L. GAUTIER

2 vol. grand in-8° avec de nombreuses figures dans le texte

En souscription. . . . . 30 fr.

A l'apparition du Tomo II, le prix de l'ouvrage sera porté à 35 francs.

**Le Constructeur**, principes, formules, tracés, tables et renseignements pour l'établissement des *projets de machines* à l'usage des ingénieurs, constructeurs, architectes, mécaniciens, etc., par F. Reuleaux. *Troisième édition française*, par A. Debize, ingénieur des manufactures de l'Etat. 1 volume in-8° avec 184 figures. . . . . 30 fr.

**Traité d'analyse chimique qualitative**, par R. Frésenius. Traité des opérations chimiques, des réactifs et de leur action sur les corps les plus répandus, essais au chalumeau, analyse des eaux potables, des eaux minérales, du sol, des engrais, etc. Recherches chimico-légales, analyse spectrale. *Dixième édition française* d'après la 16<sup>e</sup> édition allemande, par L. Gautier. 1 vol. in-8° avec grav. et un tableau chromolithographique . . . . . 7 fr.

**Traité d'analyse chimique quantitative**, par R. Frésenius. Traité du dosage et de la séparation des corps simples et composés les plus usités en pharmacie, dans les arts et en agriculture, analyse par les liqueurs titrées, analyse des eaux minérales, des cendres végétales, des sols, des engrais, des minerais métalliques, des fontes, dosage des sucres, alcalimétrie, chlorométrie, etc. *Septième édition française*, traduite sur la 6<sup>e</sup> édition allemande, par L. Gautier. 1 vol. in-8° avec 251 grav. dans le texte . . . 16 fr.

**Traité d'Analyse chimique quantitative par Electrolyse**, par J. Riban, professeur chargé du cours d'Analyse chimique et maître de Conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. 1 volume grand in-8°, avec 96 figures dans le texte. . . . . 9 fr.

**Manuel pratique de l'Analyse des Alcools et des Spiritueux**, par Charles Girard, directeur du Laboratoire municipal de la Ville de Paris, et Lucien Cuniasse, chimiste-expert de la Ville de Paris. 1 vol. in-8° avec figures et tableaux dans le texte. Relié toile. . . . . 7 fr.

**Chimie Végétale et Agricole** (*Station de Chimie végétale de Meudon, 1883-1889*), par M. Berthelot, sénateur, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, professeur au Collège de France. 4 volumes in-8° avec figures dans le texte . . . . . 36 fr.

**Précis de Chimie analytique**, *Analyse qualitative, Analyse quantitative par liqueurs titrées, Analyse des gaz, Analyse organique élémentaire, Analyses et Dosages relatifs à la Chimie agricole, Analyse des vins, Essais des principaux minerais*, par J.-A. Muller, docteur ès sciences, professeur à l'École supérieure des Sciences d'Alger. 1 volume in-12, broché . . . . . 3 fr.

# Précis de Géographie économique

PAR MM.

**MARCEL DUBOIS**  
Professeur de Géographie coloniale  
à la Faculté des Lettres de Paris

**J.-G. KERGOMARD**  
Professeur agrégé d'Histoire  
et Géographie au Lycée de Nantes

DEUXIÈME ÉDITION

entièrement refondue et mise au courant des dernières statistiques

AVEC LA COLLABORATION DE

**M. Louis LAFFITTE**  
Professeur à l'École de Commerce de Nantes

1 vol. in-8°. . . . . 8 fr.

On vend séparément :

La France, l'Europe. 1 vol. . . . . 6 fr.  
L'Asie, l'Océanie, l'Afrique et les Colonies. 1 vol. . . . . 4 fr.

Cette œuvre fera époque dans l'enseignement de la Géographie. Elle est la soule, à notre connaissance, en dehors des travaux suscités par la Société de Géographie commerciale, qui traite d'une façon principale cette branche de la géographie.  
(Bulletin de la Chambre de Commerce de Paris.)

# Géographie agricole de la France et du Monde

par **J. DU PLESSIS DE GRENÉDAN**  
Professeur à l'École supérieure d'Agriculture d'Angers.

AVEC UNE PRÉFACE DE

**M. le Marquis DE VOGUÉ**  
Membre de l'Académie française, président de la Société des Agriculteurs  
de France.

1 vol. in-8° avec 118 cartes et figures dans le texte. 7 fr.

# Éléments de Commerce et de Comptabilité

par **Gabriel FAURE**  
Professeur à l'École des Hautes-Études commerciales et à l'École commerciale,  
Expert-comptable au Tribunal civil de la Seine.

CINQUIÈME ÉDITION REVUE ET MODIFIÉE

1 vol. petit in-8°, cartonné toile anglaise. . . . . 4 fr.

**OUVRAGES DE M. A. DE LAPPARENT**

Membre de l'Institut, professeur à l'École libre des Hautes-Études.

**TRAITÉ DE GÉOLOGIE**

QUATRIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFOUNDUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE

3 vol. grand in-8°, avec nomb. fig. cartes et croquis . . . 35 fr.

- Abrégé de géologie.** Cinquième édition, entièrement re-foundue. 1 vol. Gravures et une carte géologique de la France en chromolithographie, cartonné toile . . . . . (Sous presse).
- Notions générales sur l'écorce terrestre.** 1 vol. in-16 de 156 pages avec 33 figures, broché. . . . . 4 fr. 20
- La géologie en chemin de fer.** Description géologique du Bassin parisien et des régions adjacentes. 1 vol. in-18 de 608 pages, avec 3 cartes chromolithographiées, cartonné toile. . . . . 7 fr. 50
- Cours de minéralogie.** Troisième édition, revue et augmentée. 1 vol. grand in-8° de xx-703 pages avec 619 gravures dans le texte et une planche chromolithographiée. . . . . 15 fr.
- Précis de minéralogie.** Troisième édition, revue et augmentée. 1 vol. in-16 de xii-398 pages avec 235 gravures dans le texte et une planche chromolithographiée, cartonné toile. . . . . 5 fr.
- Leçons de géographie physique.** Deuxième édition, revue et augmentée. 1 vol. grand in-8° de xvi-718 pages avec 162 figures dans le texte et une planche en couleurs. . . . . 12 fr.
- Le siècle du Fer.** 1 vol. in-18 de 360 pages, broché . . . . . 2 fr. 50

**Guides du Touriste, du Naturaliste et de l'Archéologue**

publiés sous la direction de M. Marcellin BOULE

**VOLUMES PUBLIÉS**

- Le Cantal,** par M. BOULE, docteur ès sciences, et L. FARGES, archi-viste-paléographe. 1 vol. avec 85 fig. et 2 cartes en coul.
- La Lozère,** par E. CORD, ingénieur-agronome, G. CORD, docteur en droit, avec la collaboration de M. A. VIRÉ, docteur ès sciences. 1 vol. in-16 avec 87 fig. et 4 cartes en coul.
- Le Puy-de-Dôme et Vichy,** par M. BOULE, docteur ès sciences, Ph. GLANGEAUD, maître de conférences à l'Université de Clermont, G. ROUCHON, archiviste du Puy-de-Dôme, A. VERNIÈRE, ancien président de l'Académie de Clermont. 1 vol. avec 109 figures et 3 cartes en coul.
- La Haute-Savoie,** par MARC LE ROUX, conservateur du Musée d'Annecy. 1 vol. avec 105 fig. et 3 cartes en couleurs.
- Chaque volume in-16, relié toile anglaise . . . . . 4 fr. 50

Pour paraître en mai 1903 : **LA SAVOIE**, par MM. RÉVIL et CORCELLE.

MISSION SAHARIENNE FOUREAU-LAMY

# D'Alger au Congo par le Tchad

Par F. FOUREAU

Lauréat de l'Institut.

1 fort volume in-8°, avec 170 figures reproduites directement d'après les photographies de l'auteur, et une carte en couleurs des régions explorées par la Mission.

Broché : 12 francs. — Richement cartonné : 15 francs.

## Traité de Zoologie

Par Edmond PERRIER

Membre de l'Institut et de l'Académie de médecine,  
Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle.

- FASCICULE I : **Zoologie générale.** 1 vol. gr. in-8° de 412 p. avec 458 figures dans le texte. . . . . 12 fr.
- FASCICULE II : **Protozoaires et Phytozoaires.** 1 vol. gr. in-8° de 452 p., avec 243 figures. . . . . 10 fr.
- FASCICULE III : **Arthropodes.** 1 vol. gr. in-8° de 480 pages, avec 278 figures. . . . . 8 fr.
- Ces trois fascicules réunis forment la première partie. 1 vol. in-8° de 1344 pages, avec 980 figures. . . . . 30 fr.
- FASCICULE IV : **Vers et Mollusques.** 1 vol. gr. in-8° de 792 pages, avec 566 figures dans le texte. . . . . 16 fr.
- FASCICULE V : **Amphioxus, Tuniciers.** 1 vol. gr. in-8° de 221 pages, avec 97 figures dans le texte. . . . . 6 fr.
- FASCICULE VI : **Poissons.** 1 vol. gr. in-8° de 366 pages avec 490 figures dans le texte. . . . .
- FASCICULE VII : **Vertébrés marcheurs** (*En préparation*).

### PETITE BIBLIOTHÈQUE DE " LA NATURE "

**Recettes et Procédés utiles**, recueillis par Gaston TISSANDIER, rédacteur en chef de *la Nature*. *Dixième édition*.

**Recettes et Procédés utiles.** *Deuxième série : La Science pratique*, par Gaston TISSANDIER. *Cinquième édition*, avec figures dans le texte.

**Nouvelles Recettes utiles et Appareils pratiques.** *Troisième série*, par Gaston TISSANDIER. *Quatrième édition*, avec 91 figures dans le texte.

**Recettes et Procédés utiles.** *Quatrième série*, par Gaston TISSANDIER. *Troisième édition*, avec 38 figures dans le texte.

**Recettes et Procédés utiles.** *Cinquième série*, par J. LAFFARGUE, secrétaire de la rédaction de *la Nature*. Avec figures dans le texte.

Chacun de ces volumes in-18 est vendu séparément

Broché . . . . . 2 fr. 25 | Cartonné toile . . . . . 3 fr.

**La Physique sans appareils et la Chimie sans laboratoire**, par Gaston TISSANDIER, rédacteur en chef de *la Nature*. *Septième édition des Récréations scientifiques. Ouvrage couronné par l'Académie (Prix Montyon)*. Un volume in-8° avec nombreuses figures dans le texte. Broché, 3 fr. Cartonné toile, 4 fr.

# LA GÉOGRAPHIE

BULLETIN

DE LA

**Société de Géographie**

PUBLIÉ TOUS LES MOIS PAR

LE BARON HULOT, Secrétaire général de la Société

ET

M. CHARLES RABOT, Secrétaire de la Rédaction

---

**ABONNEMENT ANNUEL** : PARIS : 24 fr. — DÉPARTEMENTS : 26 fr.  
ÉTRANGER : 28 fr. — Prix du numéro : 2 fr. 50

Chaque numéro, du format grand in-8<sup>o</sup>, composé de 80 pages et accompagné de cartes et de gravures nombreuses, comprend des mémoires, une chronique, une bibliographie et le compte rendu des séances de la Société de Géographie. Cette publication n'est pas seulement un recueil de récits de voyages pittoresques, mais d'observations et de renseignements scientifiques.

La chronique, rédigée par des spécialistes pour chaque partie du monde, constitue un résumé complet du *mouvement géographique* pour chaque mois.

---

## La Nature

REVUE ILLUSTRÉE

des sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie

DIRECTEUR : **Henri de PARVILLE**

---

**Abonnement annuel** : Paris : 20 fr. — Départements : 25 fr. —  
Union postale : 26 fr.

**Abonnement de six mois** : Paris : 10 fr. — Départements : 12 fr. 50.  
— Union postale : 13 fr.

Fondée en 1873 par GASTON TISSANDIER, la *Nature* est aujourd'hui le plus important des journaux de vulgarisation scientifique par le nombre de ses abonnés, par la valeur de sa rédaction et par la sûreté de ses informations. Elle doit ce succès à la façon dont elle présente la science à ses lecteurs en lui ôtant son côté aride tout en lui laissant son côté exact, à ce qu'elle intéresse les savants et les érudits aussi bien que les jeunes gens et les personnes peu familiarisées avec les ouvrages techniques; à ce qu'elle ne laisse, enfin, rien échapper de ce qui se fait ou se dit de neuf dans le domaine des découvertes qui modifient sans cesse les conditions de notre vie.

---

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette. — 3821.

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1