



Section du Biologiste

L. MALPEAUX

LA BETTERAVE A SUCRE

MASSON & C^{IE}

GAUTHIER-VILLARS

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

DES

AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE

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

MALPRAUX — La hetterve à sucre

1

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

N° 273 B

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. LÉAULTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT.

LA

BETTERAVE A SUCRE

PAR

L. MALPEAUX

Professeur à l'École d'Agriculture du Pas-de-Calais



PARIS

MASSON et C^{ie}, ÉDITEURS,

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain, 120

GAUTHIER-VILLARS

IMPRIMEUR-ÉDITEUR

Quai des Grands-Augustins, 55

(Tous droits réservés)

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

- I. Culture de la Pomme de terre potagère, four-
ragère et industrielle.**
- II. La Betterave à sucre.**

LA BETTERAVE A SUCRE

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Peu de plantes ont une importance culturale aussi considérable que celle de la betterave, non pas qu'elle occupe dans le domaine agricole une étendue supérieure à celle des autres cultures, mais bien en raison de la destination multiple de ses produits et des capitaux qu'elle engage. En effet, elle est cultivée en vue de la production fourragère et des besoins de l'industrie sucrière et de la distillerie. Non seulement la culture doit alimenter de racines les fabriques de sucre et d'alcool, mais ces usines lui livrent en retour des résidus épuisés, pulpe ou drèche, qui fournissent au bétail une précieuse ressource alimentaire pour l'affouragement hivernal.

La culture de la betterave permet donc l'entretien d'un nombreux bétail qui fournit des produits variés et, par son fumier, restitue à la terre une partie de ce que la récolte lui a enlevé. Peu de cultures industrielles, il faut le reconnaître, possèdent un avantage aussi mar-

qué au point de vue de l'amélioration du sol, ou tout au moins du maintien de sa fertilité.

C'est cette importance énorme de la culture betteravière dans la vie économique de la France que M. Méline estimait ainsi, en 1884, devant le Parlement : « Qu'est-ce que la betterave représente dans la richesse de la France ? 245 millions de francs. La grande industrie de la bouille n'en représente que 241 ; le fer et la tôle, 222. L'industrie sucrière occupe soixante-cinq mille ouvriers d'usine, cent dix mille ouvriers de culture, en tout cent soixante-quinze mille ouvriers. Les cent mille bœufs qu'elle utilise produisent 30 millions de kilogrammes de viande et la fumure pour 100 000 hectares de terre ».

Ces chiffres ont leur éloquence, et justifient, pensons-nous, l'étendue de l'ouvrage que nous entreprenons ici.

CHAPITRE PREMIER

LA BETTERAVE A SUCRE

Historique. — La découverte du sucre de betterave remonte à 1747, c'est à Margraff, chimiste allemand, qu'en revient l'honneur. Cinquante ans plus tard, Achard, fils d'un français réfugié en Allemagne après la révocation de l'Édit de Nantes, aidé par le roi de Prusse, monta à Kinem, sur l'Oder, la première sucrerie. A son imitation, trois autres usines s'installèrent, deux en Allemagne, la troisième en Bohême.

La question de la fabrication industrielle du sucre de betterave n'était cependant pas encore résolue à cette époque et peut-être sa solution se serait-elle fait longtemps attendre si les circonstances n'étaient venues la presser. On se rappelle que, pour réduire l'Angleterre, Napoléon essaya de ruiner son commerce par l'établissement du blocus continental ; le sucre exclusivement produit jusque là dans les régions tropicales au moyen de la canne à sucre, atteignit par suite des prix excessifs.

Pour remédier à cette situation on chercha à l'extraire des végétaux indigènes et après plusieurs tentatives infructueuses, on remit en lumière les recherches faites en Allemagne par Margraff et Achard. Benjamin Delessert réussit à monter à Passy, en 1801, une usine où fut pratiquée, pour la première fois, la fabrication du sucre de betterave dans des conditions exceptionnelles de rendement et de prix. Conseillé par Chaptal, Napoléon seconda les efforts des particuliers en établissant une sucrerie impériale à Rambouillet, en attachant de nombreux élèves aux cinq grandes fabriques alors en activité et en provoquant, dans toute la France, la création de sucreries indigènes.

L'industrie naissante prit bientôt un essor remarquable; en 1824, on comptait déjà en France plus de deux cents fabriques produisant annuellement plus de 3 millions de kilogrammes de sucre. Un moment compromise à la suite de la levée du blocus en 1815, la sucrerie indigène ne tarda pas à reprendre sa marche en avant et, en 1835, la production annuelle dépassait 30 millions de kilogrammes de sucre.

Mais les planteurs des colonies n'avaient pas vu sans inquiétude la prospérité de l'industrie du sucre de betterave et, en 1843, le gouvernement cédant aux plaintes réitérées de nos producteurs coloniaux eut l'idée de vouloir entraver

la culture de la betterave en la contrariant par des taxes graduées, sorte d'échelle mobile, dont le résultat fut de faire rechercher de grandes économies dans la fabrication, de les réaliser ensuite et d'assurer ainsi le triomphe définitif de la betterave. La production qui, jusqu'en 1846, était restée inférieure à 35 000 tonnes de sucre raffiné, monta cette année-là à 46 000 tonnes ; dix ans plus tard, elle atteignit 100 000 tonnes ; en 1865, elle fournit 200 000 tonnes, puis 300 000, en 1870.

La culture de la betterave qui, dès le début, s'était localisée dans les départements du Nord-Est : Aisne, Nord, Pas-de-Calais, Somme, Oise, s'étendit bientôt dans l'Ouest, dans les environs de Paris et même jusque dans quelques départements du Centre et du Midi. « Pendant une vingtaine d'années, dit M. Dehérain, elle fit à la fois la fortune des planteurs et celle des fabricants ».

Cette prospérité ne fut malheureusement pas de longue durée. La concurrence qui, jusqu'en 1860, avait été circonscrite en France entre les sucres coloniaux et les sucres indigènes, s'étendit bientôt aux sucres étrangers de provenance européenne.

Tandis que l'impôt en France continuait à être perçu sur le sucre achevé et qu'aucune partie des grosses sommes encaissées par le Trésor

n'était attribuée aux producteurs de la matière importée, en Allemagne, le fisc permettait aux fabricants d'en garder une partie et d'intéresser ainsi les cultivateurs à fournir des betteraves riches, en les payant d'autant plus chères qu'elles renfermaient plus de sucre.

Visiblement, les fabricants français auraient eu grand avantage à ne travailler que des betteraves riches à 15 ou 16 % de sucre comme en Allemagne, mais les cultivateurs se refusaient absolument à les cultiver, car, au lieu de recueillir 40 à 50 tonnes de racines à l'hectare, ils n'en auraient plus obtenu que 25 ou 30 tonnes qui, au prix de 20 francs la tonne, ne pouvaient suffire à payer leurs frais de culture. Il en résultait des rivalités d'intérêts entre les cultivateurs et les fabricants, rivalités qui exerçaient la plus néfaste influence sur le développement de l'industrie sucrière. « Loin de progresser, elle périssait, dit M. Dehérain, le nombre de fabriques en travail tombait de 539 en 1876, à 449 en 1884 ; et, tandis qu'en 1874, qui avait été particulièrement favorable, on avait produit 450 000 tonnes de sucre, on n'en obtenait plus que 316 000 en 1884 ».

Il fallait chercher à améliorer la situation, à moins d'abandonner l'industrie sucrière. Divers systèmes furent proposés, mais le Parlement

finit par se rallier au système de la législation allemande, et la loi de 1884 fut votée.

Loi de 1884 ; ses conséquences. — La loi du 29 juillet 1884 fut une loi de salut. Ses dispositions modifièrent complètement l'assiette de l'impôt qui prit pour base, non plus le produit fabriqué, mais le poids de betteraves mises en œuvre dans les sucreries comme en Allemagne ; elle obligeait les fabricants à exiger des cultivateurs des betteraves riches et à ne travailler qu'au moyen des appareils et des procédés les plus perfectionnés. Cette loi fixait à 50 francs le droit à percevoir sur 100 kilogrammes de sucre, le montant de l'impôt, établi sur un rendement présumé de 6 % pour les campagnes de 1884 à 1887, devait s'élever progressivement, pour atteindre 7 % avec la campagne 1890-1891. Des mesures transitoires sauvegardaient les intérêts des usines encore mal outillées pour travailler avec les nouveaux procédés de fabrication ; elles leur accordaient un déchet de 8 % sur le montant total de leur production.

Le relèvement de la sucrerie fut si rapide que l'État se crut autorisé à modifier, par la loi du 4 juillet 1887, les dispositions édictées par la loi de 1884. Il y fut amené par la nécessité de contre-balancer les pertes faites par le Trésor et qui dépassaient toutes les prévisions, la surélévation de 10 francs des droits sur les sucres

était insuffisante pour combler le déficit qu'entraînaient les excédents de rendements.

La loi du 17 mai 1887 établissait une surtaxe de 20 % sur les sucres imposables de toute origine et une taxe spéciale équivalente sur les sucres exonérés à titre d'excédent de fabrication. Deux droits différents se trouvaient alors en vigueur : un droit de 60 francs comme droit normal et un droit réduit de 10 francs sur les sucres obtenus en excédent. Ce droit réduit fut successivement porté à 20 francs par la loi du 27 juillet 1888, et à 30 francs, par la loi du 5 août 1890. La loi du 4 juillet 1887 apportait d'autres changements à la législation des sucres, elle portait le rendement légal (prise en charge) à 7^{kg} pour 1887-1888, à 7^{kg},250 pour 1888-1889, à 7^{kg},500 pour 1889-1890, à 7^{kg},750 pour 1890-1891.

Ce régime est encore celui sous lequel la sucrerie fonctionne aujourd'hui ; mais la loi de 1892 a porté à 45 francs, la taxe des excédents obtenus au-dessus de 10,5 %, tout en maintenant à 30 francs, ceux obtenus de 7,25 à 10,5 %. Elle a autorisé les fabricants qui, au 1^{er} novembre, craignent de ne pas atteindre le rendement légal, à renoncer aux dispositions précédentes et à payer l'impôt sur le sucre produit ; elle leur alloue sur toute leur fabrication un déchet de 15 % imposable comme les excédents à 30 francs les 100 kilogrammes.

Grâce à cette législation spéciale, la fabrication du sucre de betterave prit un nouvel essor ; les fabricants, soucieux de profiter des avantages que la loi leur offrait, ont consenti à modifier leurs procédés de fabrication et à intéresser les cultivateurs à produire des betteraves riches en abandonnant l'achat à prix fixe, source de toutes les discussions et rivalités anciennes, pour en arriver à la seule base rationnelle des marchés, à l'acquisition à prix variable avec la richesse.

La production du sucre qui était tombée, en 1885, à 272 962 tonnes monta, en 1887, à 434 000 tonnes ; en 1889, elle atteignit

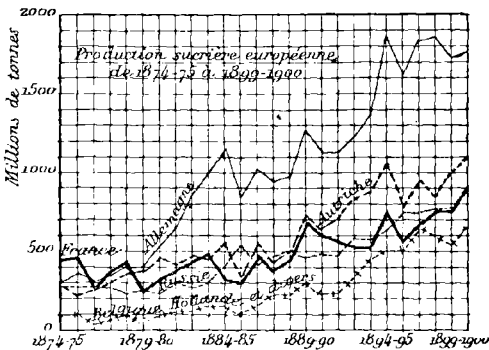


Fig. 1

699 000 tonnes, puis s'éleva successivement à 700 000, 800 000 et jusqu'à 900 000 tonnes dans la campagne 1899-1900. L'État a profité de

cette production et le rendement des impôts sur les sucres a augmenté de 137 millions de francs en 1886, à 196 millions en 1899; la plus forte recette a été de 204 millions en 1892.

De grands progrès ont donc été réalisés; cependant nous sommes encore loin d'avoir atteint la puissance de la production allemande qui s'est élevée à 1 770 000 tonnes pendant la campagne 1899-1900 (*fig. 1*). Dans les autres pays, la production a également suivi une marche ascendante et nous mettons en regard dans le tableau suivant, que nous empruntons à M. G. Dureau ⁽¹⁾, la production du sucre de betterave en 1889 et en 1899.

Pays de production	Production en millions de tonnes			
	Campagne 1889 1890		Campagne 1899-1900	
Allemagne	1261	35,4 ^{0/0}	1770	32,9 ^{0/0}
Autriche-Hongrie	740	20,8	1100	20,1
France	774	21,5	900	16,6
Russie	448	12,6	900	16,6
Belgique	209	5,9	270	5,0
Hollande	53	1,6	170	3,5
Danemark	20	0,6	40	0,7
Suède	17	0,5	80	1,5
Roumanie, Italie, Espagne	41	1,1	70	1,3
États-Unis	2	//	95	1,7
Total	3565	100,00	5395	100,00

(1) *Journal des Fabricants de sucre*, 1900.

Nous discuterons plus loin la situation très difficile qu'a créée cette production exagérée dépassant de beaucoup la consommation (1).

Les résultats obtenus sous l'influence de la loi de 1884 sont mis en relief par les rendements en sucre de la betterave en fabrication. Voici les chiffres qui se rapportent à la période comprise entre 1884 et 1900 :

Campagnes	Sucre p % de betteraves	Campagnes	Sucre p. % de betteraves
1884-1885	5,99	1892-1893	9,56
1885-1886	7,83	1893-1894	9,80
1886-1887	8,86	1894-1895	9,87
1887-1888	9,62	1895-1896	10,97
1888-1889	9,83	1896-1897	9,88
1889-1890	10,50	1897-1898	4,40
1890-1891	9,50	1898-1899	12,08
1891-1892	10,27	1899-1900	11,75

(1) *Production du sucre en Europe en 1900-1901 :*

Allemagne	1 898 500 tonnes
Autriche-Hongrie	1 063 000
France	1 060 000
Russie	883 800
Belgique	320 400
Pays-Bas	167 500
Suède	110 900
Danemark	50 000
Autres pays	175 000

Total pour l'Europe . . . 5 730 000 tonnes

Au point de vue agricole, la substitution de la betterave riche à la betterave pauvre a eu pour conséquence d'abaisser le rendement en poids à l'hectare ; de nouvelles variétés se sont substituées aux anciennes et les méthodes de culture se sont modifiées, le rendement à l'hectare a

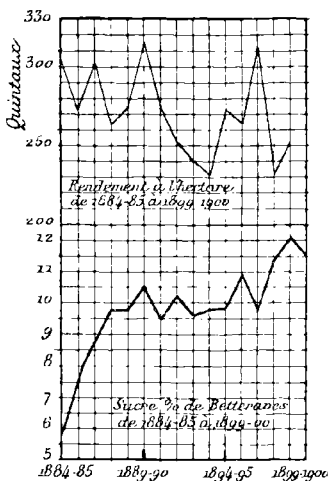


Fig. 2

diminué dans la proportion de 35 à 25 000 kilog. Mais la betterave a été payée à un prix plus élevé (fig. 2).

Il n'y a donc pas de différences appréciables entre les résultats de l'ancienne culture et de la nouvelle ; mais on est d'accord pour

reconnaître que les frais sont plus onéreux.

L'industrie sucrière, dans son ensemble, a bénéficié du régime mis en vigueur par la loi de 1884 ; les bonis de rendements se sont traduits par des non-perceptions d'impôts qui ont atteint, sous les divers régimes qui se sont succédés depuis, des chiffres assez élevés. Le ta-

bleau suivant indique la prime de fabrication par 1 000 kilogrammes, réalisée par le fabricant de 1884 à 1899 :

Campagnes	Taux du boni p. 0/0 de la production	Prime par 1000 kg. de raffiné
		francs
1884-1885	14,52	7,26
1885-1886	29,40	14,70
1886-1887	36,44	18,22
1887-1888	27,24	13,62
1888-1889	26,19	10,47
1889-1890	28,54	11,41
1890-1891	19,35	5,80
1891-1892	23,83	7,15
1892-1893	19,47	5,84
1893-1894	21,19	6,36
1894-1895	21,73	6,52
1895-1896	20,88	8,06
1896-1897	21,61	6,48
1897-1898	28,00	8,40
1898-1899	29,30	8,79
1899-1900	//	//

La loi de 1884 a donc favorisé l'industrie sucrière, mais elle a fait du perfectionnement de la richesse saccharine l'unique objectif de la culture betteravière. Peut-être est-on allé trop loin dans cette voie, s'il est vrai, comme M. Dehérain l'a démontré, qu'une betterave moyenne donne à meilleur compte plus de sucre à l'hectare qu'une betterave riche. .

« Le régime actuel, dit M. Convert, est certainement loin d'être parfait au point de vue pratique aussi bien qu'au point de vue théorique. Son grand défaut est de peser sur la culture et sur l'industrie, de leur imposer des méthodes déterminées, d'apporter de lourdes entraves au libre jeu des circonstances économiques. Il est juste de dire que personne ne se dissimule ses inconvénients. Notre législation sucrière évolue depuis plus de cinquante ans sans être encore fixée, ni même orientée vers un but déterminé. Ses dispositions s'expliquent par la nécessité dans laquelle on s'est trouvé d'y avoir recours ; c'est leur défense et, dans une large mesure, leur justification ».

Culture de la betterave à sucre en France et à l'étranger. — La culture de la betterave à sucre occupe, dans l'agriculture française, une place importante ; elle constitue, suivant la juste expression de M. Méline, la clef de voûte de la production agricole dans vingt-cinq de nos principaux départements. D'après la statistique officielle du Ministère de l'Agriculture, cette plante n'a pas été cultivée en 1894 dans moins de quarante-quatre départements appartenant à différentes régions ; mais c'est principalement dans le Nord de la France qu'elle a pris la plus grande extension. Les départements qui lui consacrent la plus grande étendue sont l'Aisne

(51 000 hectares), le Nord (40 000 hectares), le Pas-de-Calais (37 000 hectares), la Somme (34 000 hectares), l'Oise (16 700 hectares), Seine-et-Marne (16 000 hectares). Viennent ensuite la Marne, Seine-et-Oise, le Puy-de-Dôme, l'Eure, les Ardennes avec des surfaces variant entre 3 000 et 15 000 hectares. La superficie totale cultivée en betteraves s'est élevée en 1898 à 262 251 hectares; il a été récolté 65 935 000 quintaux de racines, soit 25 142 kilogrammes à l'hectare; la valeur moyenne des 1000 kilogrammes a été de 27^{fr},80, ce qui donne pour la totalité de la récolte une valeur de 83 337 238 francs.

La superficie consacrée à la betterave à sucre a varié d'une année à l'autre; de 54 000 hectares en 1840, elle passait à 240 000 en 1882. Depuis lors, elle a été influencée par la crise sucrière causée par la concurrence austro-allemande, mais sous le stimulant de la loi de 1884, elle a pris une nouvelle extension. On estime à 277 374 hectares la surface occupée par la betterave à sucre en 1900.

De tous les pays producteurs, c'est l'Allemagne qui est la plus prospère au point de vue de la culture de la betterave; celle-ci s'étendait, en 1899, sur 428 000 hectares et la production du sucre s'est élevée, cette même année, à 1 770 000 tonnes.

La production du sucre en Allemagne a été

favorisée par le système des primes. La loi du 27 mai 1897, qui régit actuellement l'industrie sucrière, soumet les sucres à un impôt de 20 marcs (25 francs) par 100 kilogrammes. Il est prélevé, en outre, sous le nom d'impôt d'exploitation, une surtaxe de 0^{marc},10 sur les sucres produits pour une fabrication annuelle de 4 millions de kilogrammes au moins, avec une augmentation de 0^{marc},25 (0^{fr},31) par chaque million ou fraction de million de kilogrammes. En cas d'exportation, une prime de 2^{marcs},30 (2^{fr},87) est accordée par quantité minima de 500 kilogrammes sur les sucres bruts et sur les sucres raffinés.

L'*Autriche* vient immédiatement après l'Allemagne pour l'importance de sa production. En 1898, la culture de la betterave s'étendait sur une surface de 284 639 hectares, et le produit total s'élevait à 621 988 813 quintaux. Depuis 1888, des primes à l'exportation sont accordées aux fabricants. Les droits de consommation sont fixés à 13 florins (32^{fr},50) par kilogramme net et perçus dès que le sucre entre dans la libre circulation. En cas d'exportation, il est accordé des bonifications variant de 1^{fl},50 (3^{fr},75) à 2^{fl},30 (5^{fr},75) suivant le degré polarimétrique du produit et sous réserve d'un certain maximum.

La *Russie* est appelée à prendre, d'ici quel-

ques années, une place importante sur le marché universel des sucres ; elle occupe actuellement le troisième rang parmi les pays producteurs. La surface cultivée en betteraves à sucre est passée de 442 000 hectares en 1898, à 498 000 en 1899, le nombre de sucreries pendant la même période s'est élevé de deux cent quarante-deux à deux cent soixante-huit. La production totale en betteraves a atteint en 1898, 594 900 000 quintaux.

C'est en *Belgique* que la culture de la betterave à sucre a le plus d'importance par rapport à la superficie du territoire et à la population ; en 1898, la surface cultivée était de 54 000 hectares et la production totale a atteint 16 568 610 quintaux.

La *Hollande* consacre annuellement à la culture de la betterave sucrière une surface d'environ 38 000 hectares, et sa production totale s'élève à 11 519 317 quintaux. En 1885, la superficie cultivée en betteraves n'était que de 16 000 hectares, la production a donc doublé dans ces dernières années.

La production de la *Suède* s'est élevée, en 1898, à 7 300 000 quintaux pour une surface cultivée de 43 000 hectares environ. La loi suédoise ne soumet le sucre indigène qu'à la moitié du droit appliqué aux sucres étrangers.

Le *Danemark* produit environ 342 millions

de kilogrammes de betteraves ; en 1898, on comptait sept fabriques en activité, et la production du sucre s'élevait à 33 700 tonnes.

En *Angleterre*, on a essayé de développer la culture de la betterave à sucre. Actuellement, le Royaume-Uni doit tirer des pays étrangers la presque totalité des 1 500 000 tonnes de sucre nécessaires à sa consommation, c'est un débouché important pour les sucres français ; il est probable toutefois, qu'en raison de son climat humide et du sol, en général peu favorable à la culture de la betterave à sucre, l'industrie sucrière ne prendra jamais, en Angleterre, un développement suffisant pour satisfaire aux besoins locaux.

On a essayé, dans ces dernières années, d'implanter la culture de la betterave à sucre en Italie, en Espagne, en Roumanie, en allouant aux fabricants des primes directes plus ou moins élevées.

En *Italie*, la production du sucre de betterave a été de 77 693 quintaux en 1898-1899. Des fabriques nouvelles commencent à s'installer, et l'on estime que, dans quelques années, la production du sucre, en Italie, atteindra la moitié de ses besoins actuels de sucre brut, soit environ 40 000 tonnes.

En *Roumanie*, on cultivait la betterave à sucre, en 1898, sur une surface de 6 070 hectares et la

production totale s'est élevée à 1 619 000 quintaux. On estime qu'à partir de 1900, la Roumanie pourra fabriquer 18 millions de kilogrammes de sucre et qu'alors elle sera suffisamment alimentée pour sa consommation.

En *Espagne*, les premiers essais de culture de la betterave remontent à 1886. La production totale peut être évaluée actuellement à 300 000 tonnes de betteraves donnant de 25 à 30 000 kilogrammes de sucre.

En *Suisse*, en *Grèce*, en *Turquie* et en *Bulgarie*, on a essayé d'introduire la culture de la betterave à sucre mais sans succès. Rien ne dit cependant, que de nouveaux efforts ne seraient pas plus heureux.

En dehors de l'Europe, on cultive la betterave aux États-Unis, au Chili et dans la République Argentine. La culture de la betterave gagne peu à peu du terrain aux *États-Unis*. De 1893 à 1899, la surface betteravière a passé de 18 988 acres à 109 800 soit environ 44 425 hectares. En 1896, la production en sucre n'atteignait encore que 40 000 tonnes, mais des efforts extraordinaires sont faits depuis quelques années pour donner un essor considérable à cette nouvelle industrie. Il se consomme annuellement en Amérique plus de 2 millions de tonnes de sucre dont 734 000 proviennent du sucre de betterave ; l'étranger fournit environ 80 % du sucre consommé et,

dans cette proportion, l'Allemagne entre pour la plus grosse part. Depuis 1897, on a organisé aux États-Unis de nombreux champs d'expériences de façon à déterminer les conditions de culture les plus favorables ; mais, malgré les efforts accomplis pour s'affranchir de l'importation des sucres étrangers, la sucrerie indigène mettra encore un temps assez long pour atteindre une importance en rapport avec la consommation locale.

Lorsqu'on envisage l'ensemble des pays pro-

Production betteravière en 1899-1900

Pays de production	Superficie cultivée	Production totale en tonnes
	hectares	
Allemagne	428 142	1 237 600
Autriche-Hongrie	325 400	848 400
France	253 533	728 800
Russie	510 568	725 300
Belgique	59 990	198 100
Hollande	44 396	130 500
Suède	26 418	64 000
Danemark	14 000	34 200
Total	1 662 447	3 966 900

ducteurs, on voit que la culture de la betterave a pris, dans ces dernières années, un essor consi-

dérable (fig. 3). Depuis la loi de 1884, elle a progressé dans la proportion de 36 % environ. Nous donnons ci-dessus, d'après les chiffres fournis par l'Association internationale de Statistique sucrière, l'évaluation de la production betteravière en Europe pour la campagne 1899-1900.

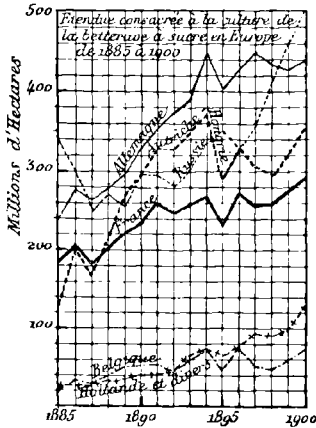


Fig. 3

Avenir de la culture betteravière. —

La production du sucre dans le monde s'est élevée, en 1899-1900, à 5 395 000 tonnes pour la betterave et à 2 734 000 tonnes pour la canne, soit une production totale de 8 129 000 tonnes qui dépasse de beaucoup la consommation. Sans doute, celle-ci augmente graduellement, mais l'industrie du sucre, grâce à l'outillage perfectionné dont elle dispose, peut augmenter son rendement dans de vastes proportions en l'espace de quelques années. Le stock qui s'accumule ainsi dans les magasins fait baisser le cours des sucres dans des proportions considé-

rables. On en jugera par l'examen du tableau suivant qui indique, d'après M. Dureau, les prix de réalisation du sucre depuis 1882.

Campagnes	Sucre blanc N° 3	Campagnes	Sucre blanc N° 3
	francs		francs
1882-1883	60,37	1891-1892	38,26
1883-1884	51,24	1892-1893	43,13
1884-1885	43,39	1893-1894	35,68
1885-1886	40,90	1894-1895	27,64
1886-1887	32,55	1895-1896	31,67
1887-1888	40,98	1896-1897	26,32
1888-1889	46,97	1897-1898	30,45
1889-1890	34,90	1898-1899	31,29
1890-1891	36,34	1899-1900	//

Comme on le voit par cette comparaison, le sucre blanc n° 3 après avoir valu, en moyenne, pendant la campagne 1882-83, 60^{fr},37 les 100 kilogrammes en entrepôt, a fléchi progressivement et est tombé, en 1896-97, à 26^{fr},32.

Cet effondrement des cours en 1896-97, était dû aux offres extraordinaires de l'Allemagne et de l'Autriche sur le marché universel. Quand l'Allemagne établit pour la première fois, en 1891, des primes directes à l'exportation, on ne prit aucune mesure correspondante en France ; mais, lorsqu'en 1897, ces primes furent majorées, l'industrie sucrière française réclama des avantages analogues et après des discussions nombreuses

au Parlement, le principe des primes directes à l'exportation a prévalu chez nous avec la loi du 7 avril 1897.

Ces primes, applicables aux sucres indigènes et coloniaux, varient en principe de 3^{fr},40 à 4^{fr},50 par 100 kilogrammes, suivant qu'il s'agit de sucres bruts ou de sucres raffinés. Les dépenses résultant de ces primes sont récupérées au moyen d'un *droit de raffinage* de 4 francs par 100 kilogrammes sur les sucres raffinés et d'un droit de fabrication de 1 franc par 100 kilogrammes sur les sucres bruts n'allant pas aux raffineries. Dans le cas où le montant des primes excède le produit des nouvelles taxes, il est ramené au chiffre nécessaire pour couvrir le Trésor de ses avances. C'est ainsi qu'en 1899, les primes initiales ont été réduites entre 2^{fr},76 et 3^{fr},55.

Les primes directes à l'exportation ont permis aux sucres français de lutter avec les sucres allemands et autrichiens sur le marché universel ; mais, comme le fait remarquer si judicieusement M. P. P. Dehérain (1), elles ne constituent qu'un palliatif, car on ne saurait continuer longtemps à faire payer aux contribuables français une marchandise destinée à la consommation étrangère.

(1) P. P. DEHÉRAIN. — *Les plantes de culture.*

Ce n'est que sous la pression de la nécessité que le système des primes a été introduit en France, aussi, en même temps qu'on l'a adopté, a-t-on prévu le moment où l'on pourrait y renoncer grâce à une entente avec les autres pays producteurs.

Dans une conférence organisée à Bruxelles, du 7 au 23 juin 1898, les représentants des différents pays voulurent établir les bases d'une convention ayant pour base la suppression des primes d'exportation qui surexcitent la production du sucre au détriment des trésors publics. Mais, sous le couvert de l'abolition des primes, certains gouvernements élevèrent la prétention de s'ingérer dans notre régime intérieur et de fixer à la France les bases et les conditions de sa législation fiscale. Dans de pareilles conditions, aucune solution n'était possible et les délégués en se séparant ne purent que laisser au gouvernement belge le soin d'entamer de nouvelles négociations diplomatiques afin de trouver une combinaison qui permit de poursuivre les travaux interrompus. Ces négociations ont amené, à la fin de 1900, la réunion à Paris des délégués des gouvernements d'Allemagne et d'Autriche-Hongrie, dans le but de trouver une base d'entente pour une prochaine conférence internationale sur la suppression des primes. Le bruit s'accrédite qu'une loi nouvelle sera

faite en 1901 en vue de réduire les bonis de fabrication.

Comme on le voit, la situation est grosse de conséquences et ce n'est pas en exagérer les périls que de dénoncer les dangers graves que courent tout à la fois la culture betteravière et l'industrie sucrière. Si nous ne pouvons plus exporter en Amérique ou en Angleterre, que ferons-nous des 400 000 tonnes de sucre résultant de la surproduction ?

« Il n'y a pas de combinaison, dit M. Convert (1), à laquelle on n'ait pensé pour sauvegarder la culture de la betterave et la fabrication du sucre ; il n'y en a qu'une qui puisse donner une sécurité absolue aux producteurs et aux fabricants, c'est l'augmentation de la consommation ».

Notre attention doit surtout se porter sur notre marché intérieur ; la consommation en France sera d'autant plus grande qu'on pourra se procurer le sucre à plus bas prix. M. Convert nous donne l'exemple de l'Angleterre pour montrer les résultats auxquels on peut viser. En 1848, le sucre était grevé en Angleterre d'un impôt de 66^{fr},13 par 100 kilogrammes et la consommation par an s'élevait à 11^{kg},28 par tête ; le droit fut supprimé en 1874, après avoir été réduit à 7^{fr},44

(1) CONVERT. — *L'industrie agricole.*

par quintal de 1848 à 1873. Parallèlement à ces réductions de droit, s'est produite une augmentation de la consommation moyenne qui a passé de 11^{kg},28 à 41^{kg},13 par tête et par an. Aux États-Unis, cette moyenne est de 28 kilogrammes, tandis qu'en France elle ne dépasse pas 14 kilogrammes.

Sans espérer que la consommation française puisse atteindre celle de l'Angleterre, il n'est pas douteux cependant qu'elle puisse s'élever, si on réduisait dans une large mesure l'impôt qui frappe actuellement le prix du sucre ; mais, comme le dit M. Dehérain, qui oserait proposer aujourd'hui d'enlever au budget une recette de près de 200 millions ?

Il est indispensable pourtant, si nous ne voulons pas se laisser produire une crise industrielle doublée d'une crise agricole douloureuse, d'augmenter notre consommation de sucre indigène. On prétend que l'obstacle des nécessités budgétaires n'est pas absolument insurmontable et quelques économistes sont convaincus que la France, suivant en cela l'exemple de la Russie et de l'Allemagne, trouverait, dans le monopole de la rectification et de la vente de l'alcool, des ressources suffisantes pour combler le vide produit dans le budget par le dégrèvement des sucres.

Mais sans nuire en rien aux intérêts du fisc

on peut exonérer de droits les sucres dénaturés, de manière à favoriser leur emploi dans la fabrication du vin, du cidre ou de la bière, dans la pâtisserie, la confiserie, la préparation des sirops et d'un certain nombre de produits chimiques. On a aussi conseillé de faire entrer le sucre dans l'alimentation du bétail ; mais quant à présent cet emploi ne paraît pas avantageux ⁽¹⁾.

En résumé, pour sauvegarder la culture de la betterave et la fabrication du sucre, il faut élargir le marché intérieur par l'augmentation de la consommation française.

⁽¹⁾ MALPEAUX. — *Emploi du sucre dans l'alimentation du bétail*. Annales agronomiques, 1896.

CHAPITRE II

DÉVELOPPEMENT DE LA BETTERAVE A SUCRE

Botanographie. — La betterave appartient à la famille des Chénopodées. Les botanistes, qui ne sont pas bien d'accord sur son origine la font dériver de sept à huit espèces parmi lesquelles la *beta vulgaris*, la *beta cycla* et la *beta maritima*. D'annuelle qu'elle était à l'état sauvage, elle est devenue bisannuelle sous l'influence de la culture, du climat, de la sélection, etc. Elle ne donne normalement des tiges florifères que la deuxième année, la première étant employée à la formation du pivot.

La betterave, comme toutes les plantes cultivées, fleurit et fructifie. Les feuilles sont grandes, ovales, oblongues ou obtuses, cordées à la base, plus ou moins longuement pétiolées; elles sont lisses ou crispées, dressées ou tombantes et disposées en bouquet, de couleur vert foncé ou clair, parfois rougeâtre. Les tiges

sont dressées, simples à la base, ramifiées au sommet, elles atteignent de 1^m,50 à 2 mètres de hauteur et apparaissent dans la deuxième année de végétation dans les conditions de culture normale. Les fleurs se trouvent par agglomérations de une à sept, aux aisselles des feuilles qu'on trouve sur toutes les tiges des betteraves porte-graines. Elles sont caractérisées par un calice pétaloïde persistant, composé de cinq pétales de forme concave à l'intérieur desquelles sont encastrées cinq étamines de longueur égale, portant à leur partie supérieure les anthères d'où sortira le pollen destiné à la fécondation des ovules. Au centre du réceptacle, se trouve l'ovaire surmonté d'un pistil à stigmate trilobé et contenant à l'intérieur un ovule campylotrope qui constitue en quelque sorte le bourgeon de la future semence. Comme on le voit, la fleur de betterave est hermaphrodite, toutefois elle ne peut être fécondée par ses propres éléments, car elle est en même temps dichogame, c'est-à-dire que ses organes sexuels mâle et femelle, arrivent à maturité à des époques différentes. Pour que la fécondation ait lieu, il faut que le vent, ou tout autre agent de transmission, apportent sur les lobes du stigmate nubile d'une fleur, des grains de pollen d'une autre fleur dont les anthères laissent échapper la poussière pollinique. De la succession régulière des phénomènes de

la fécondation dépend la valeur de la graine future ; dans certains cas, par suite d'influences dont les causes sont encore mal connues, l'ovule n'est pas fécondé, il s'atrophie alors et disparaît.

A partir de la fécondation, qui a généralement lieu dans la première quinzaine de juillet, l'ovule poursuit lentement son évolution pour devenir le fruit ou graine destiné à perpétuer l'espèce. Mais au fur et à mesure que la maturité avance, les fleurs d'une même agglomération se rapprochent et ne tardent pas à se souder complètement pour constituer ce qu'on a l'habitude de désigner vulgairement sous le nom de graine de betterave, mais qui, en réalité, n'est que la réunion de plusieurs fruits ou glomérule.

Les semences proprement dites, renfermées dans le glomérule, sont entourées d'une coque non adhérente, disposée à souhait pour les protéger contre les accidents pathologiques et leur servir de régulateur d'humidité, au moment de la germination.

La racine de la betterave est longue, dure, fibreuse, peu sucrée chez les espèces sauvages ; elle est grosse, fusiforme ou conique, cylindrique ou globuleuse, émergente ou souterraine, diversement colorée chez les races cultivées. Elle est constituée par un pivot central entouré de zones concentriques alternativement opaques et transparentes. Les premières

sont formées d'un tissu fibreux, opaque à la lumière transmise, composé de vaisseaux qui descendent des feuilles aux racines ; les secondes sont constituées par un tissu cellulaire lâche, très aqueux, très pauvre en sucre, mais très riche en matières azotées. On a une idée assez approchée de la valeur des racines par la façon dont elle se comportent à la râpe ; si elles sont dures, résistantes, le tissu fibreux est abondant et la richesse en sucre est grande ; les betteraves sont pauvres, au contraire, si le jus s'écoule avant toute pression préalable aussitôt que les dents de la râpe pénètrent dans un tissu mou et peu résistant.

Accroissement des feuilles et des racines. — Lorsqu'on arrache, à des époques différentes pendant toute la saison, des betteraves, de façon à déterminer leur poids moyen, et qu'en outre, on pèse séparément les feuilles et la racine, on trouve qu'au début de la période de végétation, l'appareil foliacé prédomine.

Les résultats obtenus par M. Pagnoul dans le Pas-de-Calais, en arrachant périodiquement un assez grand nombre de plantes pour avoir un échantillon moyen, sont indiqués dans le tableau de la p. 36.

M. A. Girard, dans ses nombreuses recherches sur l'origine du sucre dans la betterave ⁽¹⁾, a

(1) AIMÉ GIRARD. — *Développement progressif de la betterave à sucre*, 1887.

36 DÉVELOPPEMENT DE LA BETTERAVE A SUCRE

constaté également que les feuilles s'accroissent d'abord plus vite que les racines. En déterminant la composition de la racine à différentes époques de la végétation, il a trouvé, en outre, qu'en dehors de l'eau et du sucre, les divers produits qui concourent à sa constitution s'y rencontrent dans une proportion sensiblement constante.

Dates	Poids de la racine	Poids des feuilles	Feuilles p. 0/0 de racines
21 juin	15 ^{gr}	58 ^{gr}	187
1 ^{er} juillet.	20	189	267
11 //	149	270	181
21 //	200	338	169
31 //	388	420	108
10 août	440	365	83
20 //	526	366	70
30 //	622	310	50
9 septembre	726	305	28
19 //	844	254	30
29 //	850	212	25
9 octobre	916	218	23
19 //	962	233	24
29 //	971	176	18

A partir du moment où la plante est constituée, c'est-à-dire vers le mois de juillet, la somme de l'eau et du sucre est représentée par un nombre constant qui, en tenant compte des erreurs d'analyse, peut être fixé à 94 0/0 du poids

de la souche, comme le montre le tableau suivant :

Dates	Sucre	Eau	Total
2 juillet	5,40	88,58	93,99
15 "	8,98	85,11	94,09
29 "	9,96	84,26	94,22
10 août	11,17	82,87	94,04
24 "	11,30	82,74	94,04
5 septembre	9,41	84,59	93,98
18 "	10,46	83,34	93,80
1 ^{er} octobre	12,19	82,40	94,59

Ces variations en sens inverse, de l'eau et du sucre contenus dans la betterave, pourraient faire croire que, sous l'influence des pluies abondantes, la souche perd une partie du saccharose qu'elle avait précédemment emmagasiné. C'est même une opinion généralement admise qu'une quantité déterminée de sucre étant accumulée dans la racine, on voit, lorsque survient une période de pluies, le sucre disparaître pour servir à la formation de feuilles nouvelles, de telle sorte que, de cette consommation de sucre précédemment accumulé, résulte un appauvrissement de la racine.

M. A. Girard a montré que cet appauvrissement n'est qu'apparent ; la souche conserve, en temps de pluie, la quantité de sucre qu'elle a

reçue et si sa teneur en sucre semble avoir diminuée, il le faut attribuer à ce que, pendant cette période, elle a augmenté de poids en absorbant de l'eau; le poids réel de sucre qu'elle contenait précédemment n'a nullement disparu.

Les quantités de saccharose emmagasinées dans la betterave à une époque donnée doivent donc être considérées comme définitivement acquises par celle-ci.

Élaboration du sucre dans la betterave.

— Le phénomène essentiel de la végétation de la betterave est la production d'une racine pesante, dans de bonnes conditions de culture, 1 kilogramme environ et dans les tissus de laquelle on constate l'accumulation d'une quantité de saccharose s'élevant jusqu'à 18 et même 20 %.

D'où provient cette grande quantité de sucre ?

C'est en 1839 que, le premier, Pélégot se préoccupa de rechercher quelle était l'origine du sucre contenu dans la racine; il constata alors la présence du sucre cristallisable dans les feuilles. Sa découverte fut confirmée par les travaux de MM. Sotsmann, Violette, Corenwinder, Dehéraïn, Champoin et Pellet, Pagnoul, etc.

A. Girard, dans son travail sur le développement de la betterave à sucre, a constaté la présence constante du saccharose dans les feuilles : « Une étude approfondie de la composition

diurne et nocturne des feuilles et des pétioles permet d'établir que les limbes constituent le laboratoire dans lequel non seulement la matière organique, non seulement une matière sucrée quelconque, mais le saccharose lui-même se forme directement sous l'influence de la lumière solaire et proportionnellement à l'intensité de celle-ci ». Voici quelques chiffres extraits des tableaux de A. Girard et qui lui ont permis d'établir sa démonstration :

Dates		Saccharose p. 100 de la feuille	Sucres réducteurs p. 100 de la feuille
18-19 août 1884.	{ 4 heures, soir. . .	0,92	1,54
	{ 4 // matin . . .	0,35	1,14
29-30 août . . .	{ 4 // soir . . .	0,72	1,40
	{ 4 // matin . . .	0,48	1,55
1-2 septembre . . .	{ 4 // soir . . .	0,65	2,07
	{ 4 // matin . . .	0,23	1,84
5-6 septembre . . .	{ 4 // soir . . .	0,71	2,26
	{ 4 // matin . . .	0,51	2,91

D'après A. Girard, ce saccharose émigre en nature vers la racine où il s'accumule; on le trouve, en effet, dans les nervures médianes et dans les pétioles, à la fin du jour et à la fin de la nuit, en plus grande quantité, tantôt le

soir, tantôt le matin. Voici quelques exemples de cette irrégularité :

Dates		Saccharose	Sucres réducteurs
18-19 août.	{ 4 heures, soir.	0,19	1,60
	{ 4 // matin.	0,17	1,56
29-30 août.	{ 4 // soir.	0,24	1,37
	{ 4 // matin.	0,39	1,37
1-2 septembre	{ 4 // soir.	0,38	1,52
	{ 4 // matin.	0,58	1,50
5-6 septembre	{ 4 // soir.	0,29	2,09
	{ 4 // matin.	0,48	1,84

« De l'examen des nombres qui précèdent, dit A. Girard, résulte d'une manière certaine cette fois, le fait essentiel de la formation diurne du saccharose dans les limbes sous l'influence de la lumière, et de l'émigration consécutive de ce saccharose vers la souche ».

On a mis en doute, dans ces dernières années, l'hypothèse émise par A. Girard à propos de l'accumulation du sucre dans la betterave. M. Maquenne a été conduit à penser, à la suite de nombreuses expériences, que cette accumulation est réglée par une simple loi osmotique qu'il énonce ainsi : *Tout corps soluble peut s'accumuler en un point de l'organisme vivant*

quand sa formation en ce point donne lieu à un abaissement de la pression osmotique (1).

Cette loi, traduite sous une autre forme : *tout principe immédiat peut s'accumuler lorsque sa formation s'effectue par condensation*, permet de comprendre comment se fait l'emmagasinement de certains principes à l'état insoluble, dans les cellules de divers organes végétaux ; elle a fourni à M. Dehérain l'occasion d'expliquer, il y a longtemps déjà, l'accumulation de la fécule dans la pomme de terre. D'après M. Maquenne, le saccharose se forme dans les cellules de la souche même par condensation des sucres réducteurs provenant des feuilles. M. Dehérain, qui appuie cette opinion de sa haute autorité, explique ainsi la marche du phénomène :

« Deux liquides séparés par une paroi inerte et poreuse sont en équilibre lorsque, sous le même volume, ils renferment le même poids de la même matière en dissolution. C'est l'égalité de poids de la matière dissoute qui détermine l'arrêt de passage au travers de la paroi. Il n'en est plus de même quand les liquides sont séparés par les parois d'une cellule vivante ; c'est alors l'osmose qui entre en jeu et deux liquides séparés par une membrane de cette espèce sont

(1) MAQUENNE. — *Rôle de l'osmose dans la végétation et l'accumulation du sucre dans la betterave à sucre*. Annales agronomiques, 1896.

en équilibre quand ils renferment le même nombre de molécules dissoutes, quelque soit leur poids. Les vaisseaux qui descendent de la feuille à la racine y amènent des glycoses; en pénétrant dans la racine, ils deviennent saccharose; deux de leurs molécules s'unissent avec élimination d'eau pour n'en former qu'une seule de saccharose; par suite, le poids de matière dissoute dans le liquide de la racine doit être double de celui qui gorge les feuilles. Cette manière de voir a été soumise à de nombreuses vérifications expérimentales qui l'ont absolument justifiée ».

La nouvelle théorie de l'accumulation du sucre dans la racine est donc absolument différente de celle de A. Girard. Dans l'hypothèse de MM. Dehérain et Maquenne, il ne se formerait dans les feuilles que des sucres réducteurs et seulement une faible quantité de saccharose; les réactions physiologiques qui s'effectuent dans la feuille laboratoire et qui donnent naissance aux sucres seraient incomplètes et ne se termineraient que dans la souche-magasin par la réunion des molécules des réducteurs: lévulose et dextrose. Cette nouvelle théorie paraît conforme à la réalité des choses; elle trouve, du reste, un appui inattendu dans les travaux de M. Prinsen sur l'existence d'une diastase saccharogénique dans la racine (1).

(1) L. GESCHWIND. — *Les plantes sucrières*. Annales agronomiques, 1900.

ANALYSE DES BETTERAVES

	8 juin	19 juin	2 juillet	13 juillet	29 juillet	10 août	24 août	31 septembre	18 septembre	1 ^{er} octobre
1885										
Eau	89,09	88,81	88,58	85,11	84,26	82,87	82,74	81,57	83,34	82,40
<i>Matières solubles</i>										
Saccharose	1,45	4,49	5,40	8,98	9,96	11,17	11,30	9,41	10,46	12,19
Sucres réducteurs.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Autres matières organiques.	3,17	1,68	1,16	0,93	1,13	0,88	1,10	1,60	1,46	1,01
Matières minérales	1,81	1,30	1,25	1,13	0,98	1,20	0,95	0,91	1,06	0,99
Total	6,13	7,47	7,81	11,04	12,07	13,20	13,35	11,92	12,98	14,23
<i>Matières insolubles</i>										
Ligneux	4,10	3,40	3,37	3,58	3,41	3,70	3,93	3,30	3,49	3,17
Matières minérales	0,38	0,26	0,25	0,27	0,23	0,23	0,22	0,21	0,19	0,20
Total	4,48	3,66	3,62	3,85	3,67	3,93	4,15	3,51	3,68	3,37

CHAPITRE III

LES VARIÉTÉS DE BETTERAVES A SUCRE

Classification générale. — Grâce à l'application rationnelle des méthodes de sélection employées d'abord par Vilmorin, et grâce à la pratique du croisement, il existe, à l'heure actuelle, de nombreuses variétés de betteraves sucrières dont il est difficile d'établir une classification absolument rigoureuse, parce que les conditions locales de terrain, de climat et de traitement cultural peuvent faire varier la richesse d'une même betterave dans des proportions très larges. « Cependant, dit Vilmorin, lorsqu'on regarde les choses de près, on peut ramener toutes ces races à deux groupes (1) :

« 1° Celui des variétés à grande richesse tirées de la *betterave blanche* de Silésie (fig. 4) qui elle-même avait été façonnée en Allemagne, dès le commencement du siècle, par sélection de la

(1) H. L. DE VILMORIN. — *Les variétés de betteraves à sucre*, Journal d'agriculture pratique, 1897.

betterave fourragère blanche. On ne trouve plus guère, dans les cultures, cette race qui était presque la seule usitée il y a cinquante ans. C'était une betterave moyenne à petites feuilles, à racine conique, bien blanche, avec un collet très légèrement hors terre, un feuillage très développé et une richesse en sucre représentant à peu près 11 % du poids de la racine.

« 2° Celui des variétés à grand rendement et à richesse moyenne presque toutes d'origine française et paraissant plutôt dériver, par amélioration progressive, des variétés de betteraves fourragères ».

De ces deux groupes de betteraves, il est sorti de nombreuses variations qui diffèrent par la forme, le volume, la texture de la chair, le feuillage et la richesse saccharine et qui se sont complètement substituées aux types primitifs. Ces variations ont été surtout obtenues en France et en Allemagne ; dans ces conditions, il nous paraît rationnel de diviser les races les plus usitées anciennement et aujourd'hui en deux

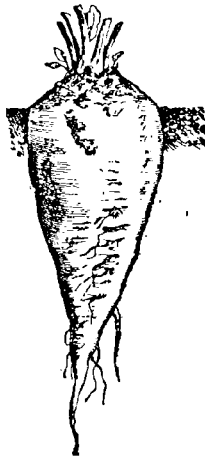


Fig. 4

catégories : les betteraves françaises, les betteraves allemandes.

Betteraves françaises. — La *betterave blanche à collet rose* (fig. 5) réunit une grande

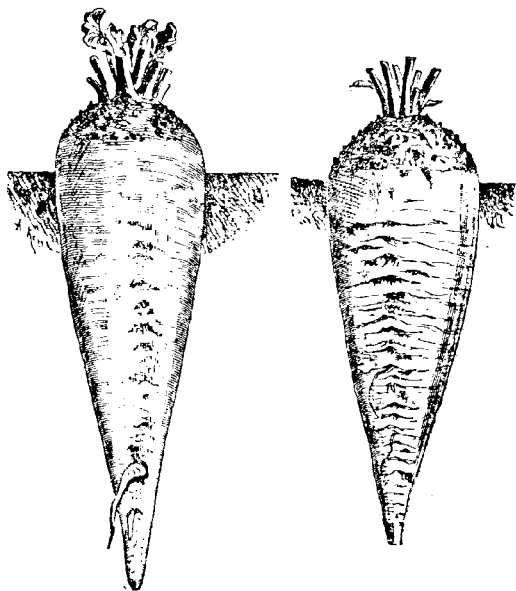


Fig. 5

Fig. 6

vigueur qui lui permet d'atteindre des rendements de 65 000 à 70 000 kilog. à l'hectare avec une forme régulière et une richesse très satisfaisante qui varie de 11 à 13 % de sucre. Le feuillage en est vigoureux et abondant, le collet,

très légèrement sorti de terre, est de teinte carminée. Cette variété est aujourd'hui délaissée par la sucrerie qui se défie avec raison des chances que son emploi pourrait faire courir, malgré le chiffre très élevé de son rendement en sucre à l'hectare. C'est aujourd'hui une betterave de distillerie et l'une des plus recommandables pour l'alimentation du bétail, en raison de sa très grande richesse en matière sèche.

La *betterave blanche à collet vert* (fig. 6), à racine volumineuse plus grosse et mieux faite que la betterave de Silésie. Le collet qui sort de terre, de quelques centimètres seulement, est teinté de vert. Cette variété nous a donné, en 1899, un rendement à l'hectare de 65 200 kilog. avec une richesse en sucre de 12,30 %. Brabant à Onnaing (Nord) en a tiré une excellente sous-variété : la *betterave Brabant* qui est devenue aujourd'hui betterave de distillerie à très fort rendement cultural, mais à richesse trop limitée pour ne pas exposer à de graves mécomptes dans les années peu favorables à la formation du sucre.

La *betterave blanche à collet gris*, appelée aussi dans le Nord *betterave bouteille*, *betterave demi-sucrière*. « Cette race extrêmement jolie, dit M. de Vilmorin, nette de forme, longuement ovoïde, est devenue, moyennant de légères modifications, une race fourragère ».

La *betterave rose hâtive*, sélectionnée par de Vilmorin, ne diffère de la collet rose que par sa forme très régulièrement conique, par sa couleur uniformément rose sur toute la hauteur de la racine, par son feuillage étalé et surtout par sa précocité.

Pendant longtemps, ces types de betteraves à

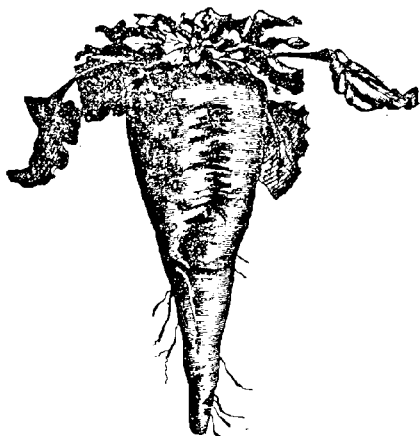


Fig. 7

grand rendement et à richesse moyenne ont été cultivés en France de préférence aux autres, mais quand, en 1884, a été introduit le système fiscal qui consiste à percevoir l'impôt sur la betterave travaillée en laissant au fabricant la possibilité d'obtenir des excédents indemnes de droits, la demande de betteraves très riches,

telles que celles qui jouissaient depuis longtemps d'une grande vogue en Allemagne, est devenue générale. Il existait déjà à cette époque une betterave extra-riche créée par de Vilmorin, en 1855, et connue sous le nom de :

Betterave améliorée Vilmorin (fig. 7). — Cette race obtenue par sélection opérée sur la race française à collet vert avait été créée dans un but purement scientifique, pour vérifier si les caractères, que nos sens ne suffissent pas à évaluer exactement, pouvaient se transmettre par hérédité aussi bien que ceux dont la vue permet l'appréciation directe. Pour aller droit au but, l'expérimentateur avait négligé les considérations accessoires de forme, de régularité et de volume. La race se montra rapidement très riche, mais elle présentait des défauts physiques qui lui valurent une défaveur marquée dont elle souffre encore aujourd'hui, bien que, depuis lors, par une sélection continue, ses défauts aient été supprimés dans la mesure où ils ne sont pas absolument inséparables de la grande richesse de la race.

Par suite des préventions qui existaient en France contre la betterave améliorée Vilmorin, on a cherché, à partir de 1884, par l'amélioration des races locales, à créer de nouvelles formes convenant au nouveau régime fiscal. La meilleure des variétés issues de ces recherches

MALPEAUX — La betterave à sucre

est la *betterave française riche*, désignée encore sous le nom de :

Betterave Fouquier d'Hérouel. — Cette race a pris naissance à Vaux-sous-Laon, par les soins de M. Fouquier d'Hérouel, en même temps que M. de Vilmorin l'obtenait à Verrières (Seine-et-Oise) par un travail parallèle au sien, mais complètement indépendant. C'est une Brabant plus enterrée et plus riche, qui se caractérise par la forme effilée de sa racine, par son collet qui lui donne quelque analogie avec le panais, par son feuillage uni et plus ou moins dressé à la maturité. On l'apprécie surtout pour les terres riches, profondes et relativement légères. Sa richesse s'élève souvent jusqu'à 16 % de sucre, mais elle présente moins de régularité que dans la betterave améliorée Vilmorin, par suite de l'influence exercée par la variété dont elle dérive.

La betterave type Vilmorin a été la base de nombreux croisements avec d'autres races généralement plus vigoureuses. Signalons parmi les variétés améliorées les plus connues : la *betterave Simon Legrand*, blanche, bien pivotante, à chair dure et sans racines latérales, dosant de 14 à 16 % de sucre ; la *betterave Fl. Desprez* à chair dure, à peau rugueuse, à racine très longue, propre aux terres riches et profondes ; elle a donné un très grand nombre de races ; la *bette-*

rave Demiaute issue de la betterave Fouquier d'Hérouel, à racine bien pivotante, dosant de 16 à 18 % de sucre. Enfin les betteraves Lemaire, Carlier, Legras-Besny, Eloir, Laurent-Mouchon, etc.

Betteraves allemandes. — De nombreux types de betteraves ont été également obtenus en Allemagne, en partant de la betterave blanche de Silésie.

Parmi les types anciennement cultivés, nous citerons d'après M. J. Troude (1) :

La *betterave blanche à collet rose de Silésie*, de création ancienne, plus riche que nos races françaises correspondantes, mais donnant des racines moins volumineuses.

La *betterave blanche de Magdebourg*, à racine fusiforme de grosseur moyenne, bien pivotante, enterrée, à collet vert, à peau blanche et plissée, à sillons saccharifères très marqués, à chair dure et cassante et à feuillage vigoureux.

La *betterave blanche de Breslau*, semblable à la précédente, mais moins riche en sucre.

La *betterave impériale* obtenue par Knauer en 1854 et caractérisée par une racine allongée, fusiforme, bien pivotante, par un collet petit, par des feuilles peu développées, frisées et retombant sur le sol.

(1) J. TROUDE. — *Les betteraves industrielles*. Agriculture nouvelle, 1900.

Par une longue sélection, Knauer a amélioré cette race et l'a rendue plus productive en poids. *L'impériale améliorée blanche* et *l'impériale améliorée rose* conviennent surtout aux terrains meubles profonds et en bon état de culture.

La *betterave électorale*, créée également par Knauer en 1860, dériverait, paraît-il de la

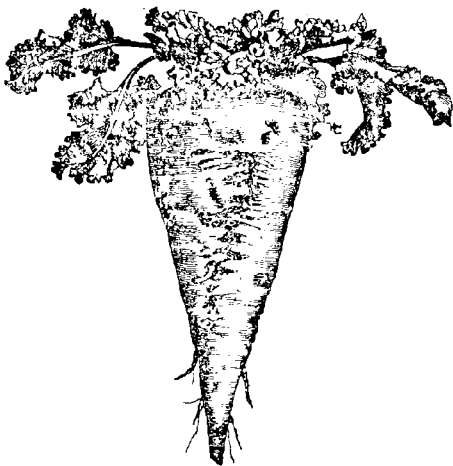


Fig. 8

betterave blanche du Nord. Cette variété est peu cultivée en Allemagne.

Tous ces types de betteraves ont aujourd'hui presque complètement disparu de la culture allemande; ils ont été supplantés par la *betterave Klein-Wanzleben* dont la création est due, d'après

M. Huwart, à MM. Rabbethge et Gresecke, fabricants de sucre à Klein-Wanzleben près de Magdebourg. La betterave Klein-Wanzleben (*fig. 8*) est une des plus cultivées en Allemagne et, de beaucoup, la plus cultivée en France; elle semble même, dit M. de Vilmorin, gagner de la faveur chez nous pendant qu'elle en perd dans son pays d'origine. Sa forme est conique, la racine est blanche à côtes très prononcées, le feuillage est abondant, frisé et fortement ondulé sur les bords, le collet large et plus ou moins carré, le sillon saccharifère est très marqué et bien rempli par les radicelles longues et fines.

Cette race vigoureuse et productive est considérée, en Allemagne, comme convenant surtout aux terres profondes, plutôt légères et de richesse moyenne, telles que les terres d'alluvion ou les terres de limon des plateaux.

Les producteurs allemands se sont ingéniés, comme en France, à créer des types plus ou moins améliorés, ne différant des types originaux que par quelques caractères secondaires, ayant trait au volume ou à la richesse saccharine. Parmi les races allemandes connues et appréciées en France, il faut placer au premier rang la *betterave Dippe*.

MM. Dippe Frères, producteurs de semences à Quedlinbourg (Saxe) ont amélioré la Klein-Wanzleben et l'Impériale et ils ont créé :

1° La *betterave Klein-Wanzleben améliorée Dippe*, qui convient surtout aux sols profonds et en bon état de fertilité ;

2° L'*impériale améliorée Dippe* un peu moins riche, pouvant être cultivée en terres moins profondes ;

3° La *plus riche de Dippe* qui accuse une richesse remarquable et qui est aujourd'hui très répandue dans le Nord et le Pas-de-Calais.

Signalons aussi les *betteraves Maurus Deutsch, Breusted, Otto-Breusted, Schneider, Elite-Braune*, etc.

Nous ne parlerons que pour mémoire de la *betterave jaune à sucre* ainsi que de la *rouge noire* et de la *noire à sucre* qui sont sans valeur industrielle. On les emploie comme témoins ou marques pour constater le semis, par le cultivateur, des graines qui lui ont été fournies à charge d'emploi.

Choix des variétés. — La condition essentielle pour obtenir des racines riches en sucre, celle qui, en quelque sorte, domine toutes les autres, c'est le choix judicieux de la graine. Or pour obtenir cette graine d'élite, il faut sélectionner d'année en année les betteraves, les soumettre à un contrôle rigoureux qui ne peut être obtenu que dans des sucreries ou de grandes fermes installées d'une façon spéciale.

Dans un rapport présenté au Congrès du syn-

dicat des fabricants de sucre de France, le 27 mai 1898, M. Hélot attirait l'attention des industriels sur l'intérêt qu'ils auraient à obtenir eux-mêmes les semences qu'ils livrent aux cultivateurs, de manière à faire disparaître notre infériorité sur les producteurs étrangers, en arrivant à plus de poids à l'hectare tout en augmentant la richesse saccharine (1). Ce résultat serait assuré par la production d'une graine adaptée à la nature du sol de chaque région, cultivée et améliorée par le fabricant lui-même. Il est malheureusement un fait brutal, indéniable, c'est que nous nous sommes asservis aux graines étrangères et principalement aux graines allemandes, laissant périliter notre production nationale que, malgré les déficiences du début, nous eussions pu stimuler ou régulariser. Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter un coup d'œil sur le tableau de la p. 56 qui renseigne clairement sur le bilan de nos transactions concernant les graines de betteraves.

Cette situation menace de devenir désastreuse pour peu qu'elle s'accroisse encore. Un droit de 30 francs par 100 kilogrammes mis à l'entrée en France n'a pas suffi, du reste, pour enrayer l'importation.

Quelles sont les raisons qui entraînent les

(1) HÉLOT. — *Nécessité de faire progresser en poids et en richesse la betterave à sucre.*

producteurs français à des achats exotiques ? Serait-ce parce que les graines allemandes sont supérieures aux nôtres ? Pour résoudre cette

Années	Importations	Exportations
	kilogrammes	kilogrammes
1895	2 895 276	1 201 916
1898	3 348 000	753 000
1899	3 570 600	826 300
1900	3 937 600	748 000

question, le Syndicat des fabricants de sucre de France a établi, il y a quelques années, plusieurs champs d'expériences ; malheureusement, il n'a pu arriver à des résultats concluants, faute d'une organisation convenable.

M. Manteau, Directeur de l'École nationale des Industries agricoles de Douai, a publié, en 1895, les résultats des expériences qu'il a faites sur le même sujet et desquelles il ressort que les semences récoltées en France ne le cèdent en rien aux graines allemandes.

Plus récemment, en 1899, M. Tribondeau a mis en comparaison, chez différents cultivateurs du Pas-de-Calais, plusieurs variétés de betteraves à sucre de provenances diverses ; les résultats ont été tour à tour favorables aux graines allemandes et aux graines françaises. Chez M. Masclef de Loison, la betterave Fouquier

d'Hérouel donne un rendement en sucre à l'hectare de 6 850 kilogrammes, tandis que la betterave Otto-Breusted qui arrive en tête parmi les variétés allemandes donne un rendement en sucre qui ne dépasse pas 6 405 kilogrammes par hectare. Chez M. Bachelet c'est la Klein-Wanzleben qui l'emporte avec 8 194 kilogrammes de sucre par hectare, puis viennent la Breusted, 8 523 kilogrammes, la Schreider, 8 195 kilogrammes, et enfin la betterave Bachelet, 7 605 kilogrammes (1).

La valeur des variétés dépend donc des soins qui sont apportés à la sélection des porte-graines : Dans les expériences comparatives, les races allemandes pourront, dans certains cas, se montrer supérieures aux races françaises, mais ce ne serait pas encore une raison pour dire avec intransigeance que pour faire de la betterave à sucre il n'y a que la graine allemande. Non seulement ce serait une erreur économique, mais ce serait encore accorder aux graines étrangères une faveur que rien ne justifie. Sans doute, les Allemands ont eu l'avance, ils ont produit la betterave riche bien avant la culture française qui n'y est encouragée que depuis 1884. Mais depuis lors, les producteurs français se sont mis à

(1) *Bulletin de la station agronomique du Pas-de-Calais*, 1899.

l'œuvre et certains d'entre eux ont actuellement réussi à fournir des graines qui luttent avec les similaires allemandes.

Il est d'ailleurs de toute évidence que les cultivateurs ont intérêt à employer des graines de betteraves sélectionnées, cultivées sur des terres de même nature agrologique que les leurs et présentant des caractères de richesse et de forme inhérents à la race elle-même. Bien que quelques grandes maisons de commerce offrent beaucoup de sécurité à l'acheteur, celui-ci ne doit pas oublier que, 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. Comme le dit avec juste raison M. Damseaux (1), il n'est nullement certain qu'une graine riche donnera, en toutes circonstances, une betterave riche, car il faut tenir compte du sol et du temps dont on connaît la grande influence. Dans les terres peu profondes, on doit rechercher les racines qui ont une faible propension au pivotement, et qui se renflent immédiatement sous le collet ; au contraire, dans les sols sablo-argileux, les terres limoneuses profondes, des betteraves pivotantes, comme la Dippe et la Klein-

(1) DAMSEAUX. — *Manuel général des plantes de la grande culture*, 1894.

Wanzleben conviennent mieux. Il en résulte que, pour des fermes ayant des terres de nature différente, on a avantage à adopter plusieurs variétés d'inégale précocité au grand avantage de la répartition du travail, de l'approvisionnement hâtif des usines et du réensemencement en temps opportun des terres avant l'hiver.

On ne peut donc indiquer *a priori* les variétés de betteraves auxquelles il faut donner la préférence ; leur choix dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels le sol a une très grande influence. *L'essai, la voie expérimentale, tel est le guide qui doit éclairer dans la recherche de la variété sucrière à préférer et que l'on pourra s'attacher à améliorer encore par une sélection rationnelle* (Damseaux).

CHAPITRE IV

—

PRODUCTION DE LA GRAINE

Importance. — Dans la culture de la betterave à sucre, le succès ne dépend pas seulement des conditions spéciales relatives au sol, aux engrais et au traitement cultural, mais encore et surtout de la valeur des variétés cultivées. C'est là un fait incontestable qui accorde à la production de la graine de betterave une importance considérable. On cultive, en effet, en France 262 000 hectares de betteraves à sucre, à raison de 20 kilog. de graines par hectare, il faut donc semer annuellement plus de 5 millions de kilogrammes de graines. Comme un hectare de porte-graines produit en moyenne 2 000 kilogrammes de semences, il faudrait cultiver annuellement environ 2 600 hectares de porte-graines pour subvenir aux besoins de la production française.

Malheureusement, ainsi que nous le faisons remarquer à propos du choix des variétés, nous avons négligé de faire nous-mêmes nos graines

de betteraves et nous ne produisons à l'heure actuelle que 13,5 % de ce qui nous est nécessaire. Il y a là un danger à conjurer et un mal auquel il est urgent de remédier.

Pour produire de la bonne graine de betterave, il faut éliminer par sélection tout ce qui est de richesse insuffisante, classer très judicieusement tout ce qui est bon pour la production, et enfin conserver soigneusement toutes les exceptions, les cultiver séparément pour trouver les nouvelles mères d'élite qui doivent perpétuer la race.

La betterave, en effet, comme les animaux, obéit aux lois de la descendance. On la considère comme soumise à deux forces distinctes, la *variation individuelle* et l'*hérédité*.

La variation individuelle la porte à présenter des caractères nouveaux par suite de son adaptation à des circonstances de milieu différentes. Cette qualité aboutit à la production de différentes familles.

L'hérédité, qui comprend l'hérédité de race, l'hérédité individuelle et l'atavisme proprement dit, est très complexe dans ses effets et agit souvent d'une façon inattendue.

La variation individuelle et l'hérédité agissent d'une façon convergente chez l'espèce sauvage, de façon à produire un individu semblable à ses ascendants. Mais la plante cultivée a été pour-

vue de propriétés nouvelles, de manière à l'adapter aux besoins variés de l'homme et, dans ces conditions, si le reproducteur choisi diffère tant soit peu des types de sa race, si, dans la suite, sa sélection est négligée, si le traitement cultural, la nature du sol, les conditions extérieures de la vie sont modifiés dans un sens défavorable à la race considérée, l'atavisme proprement dit ou de rétrogradation tend à prédominer, et la race dégénère.

Pour produire la graine de betterave dans des conditions rationnelles, il faut :

1^o Choisir les reproducteurs les mieux conformés. C'est le but de la *sélection physique* ;

2^o Choisir les reproducteurs les plus riches en sucre. C'est le but de la *sélection chimique* ;

3^o Choisir les sujets au point de vue de leur aptitude à transmettre les qualités dont ils sont doués à leur descendance. C'est le but de la *sélection généalogique* créée par M. de Vilmorin ;

4^o Multiplier identiquement à eux-mêmes les sujets les mieux doués au point de vue de la transmission des caractères. C'est le but de la *sélection généalogico-asexuelle* pratiquée par M. Gorain.

Sélection physique. — La première condition à remplir pour avoir des graines de bonne qualité est de faire un choix rationnel des portegraines. Avant l'arrachage, le producteur peut

distinguer les plantes qui, à raison du feuillage, du développement du collet réunissent les conditions qu'il recherche sous ce double rapport. Les betteraves choisies, arrachées immédiatement, sont alors triées une première fois, d'après les caractères tirés de la racine.

Tous les auteurs qui se sont occupés de la culture et de l'amélioration des betteraves à sucre, et notamment MM. de Vilmorin, Vivien, F. Desprez, Simon-Légrand, Pagnoul, Violette, Knauer, Pellet, Petermann, etc., sont d'accord pour dire qu'il faut accorder la préférence, comme porte-graines, aux racines longues, bien pivotantes, non racineuses, aplaties, à collet très petit et ne sortant pas de terre, présentant une peau blanche, grise ou rosée, rugueuse et plissée circulairement, pourvues de deux sillons spirales partant du collet (sillons saccharifères), garnis d'un chevelu fin et abondant. La chair doit être d'un blanc mat, ferme, cassante, ne donnant pas de jus sans pression, le pivot central dur, fibreux et très accentué. Les feuilles doivent être abondantes, larges, très vertes, de préférence crispées et étalées.

Il résulte d'essais entrepris tout récemment par M. Geschwind qu'il existe une relation très étroite entre la structure anatomique de la betterave et sa richesse saccharine. Le saccharose se trouve localisé dans des cellules petites,

formant autour des faisceaux une gaine de prosenchyme à laquelle on a donné le nom d'*assise saccharifère*. Or, cette gaine occupe autour des faisceaux une surface d'autant plus grande, par rapport aux autres éléments anatomiques, que la betterave est plus sucrée. Chez les racines fourragères, elle est faiblement accusée.

Les racines sélectionnées doivent être dépouillées de leurs feuilles ; quelques producteurs les enlèvent par torsion, mais c'est là une pratique vicieuse, et il est préférable de les enlever soigneusement avec un outil tranchant. Avant l'analyse, on procède à un troisième triage, de manière à éliminer tous les sujets n'ayant pas les qualités requises ou présentant des traces de dégénérescence.

On a beaucoup discuté sur la question de savoir s'il convient d'employer, comme porte-graines, des betteraves de petites dimensions, de préférence aux betteraves de gros volume ; à l'heure actuelle, cette question n'est pas encore bien élucidée.

Le professeur Marek, de l'Institut agronomique de Kœnigsberg, a fait de nombreuses expériences desquelles il résulte que la grosseur des porte-graines n'exerce aucune influence sur la qualité des betteraves des générations suivantes. « Avec les petites racines, dit-il, on réalise une économie de terrain, de frais de culture, de ré-

colte et d'ensilage et l'on réduit la dépense de travail et de temps à la plantation ». Ces petits porte-graines sont obtenus en faisant des semis tardifs en lignes rapprochées à 0^m,12, 0^m,15, que l'on éclaircit peu à peu.

Ce système nous parait incompatible avec un élevage rationnel. Les betteraves se sont développées d'une façon anormale, et il n'est guère possible de tenir compte de leurs caractères types, qui sont pour ainsi dire atrophiés. En outre, ces petits porte-graines produisent moins et livrent de plus petits fruits que des racines de moyenne grosseur. A notre avis, il est important de choisir ses porte-graines dans des racines pesant de 0^{kg},500 à 1 kilogramme. Quelques producteurs déterminent chaque année le poids moyen de leurs betteraves, et ne prennent comme porte-graines que les sujets dont le poids est au moins de 0^{kg},500 (1).

Sélection chimique. — Il importe extrêmement, pour obtenir des reproducteurs d'élite, de réunir les caractères déjà indiqués à une haute teneur en sucre des porte-graines. Ici les indications tirées du feuillage, de la conformation de la racine, de l'état de son épiderme, ne suf-

(1) La plupart des producteurs de graines préfèrent, pour leurs plantations, le plant moyen et le petit plant qu'ils cultivent d'une façon spéciale et auxquels ils donnent le nom de plançons.

fisent plus et il devient nécessaire de soumettre les porte-graines à un autre contrôle dans le but de constater leur teneur réelle en sucre. La richesse saccharine peut être déterminée à l'aide de solutions d'eau salée. Le principe de la méthode repose sur ce fait, que le poids spécifique d'une betterave est d'autant plus élevé que celle-ci à une richesse saccharine plus forte. Ce principe n'est cependant pas toujours vrai, la betterave contenant des gaz en quantité variable et son collet étant presque toujours creusé de cavités remplies d'air. Aussi la plupart des producteurs ont-ils abandonné le classement à l'aide de solutions salées devant les résultats fournis par le saccharimètre. Si on l'emploie, ce n'est que rarement comme à Klein-Wanzleben (Rapport de M. Hary) ⁽¹⁾ dans le but d'abrégier les travaux de polarisation en éliminant les racines qui présentent une densité peu élevée.

Pendant longtemps la détermination de la richesse saccharine de la betterave fut faite par le *procédé Violette*. Il est basé sur ce fait que, lorsqu'on traite la pulpe de betterave par un acide dilué, seul le saccharose est transformé en sucres réducteurs que l'on dose ensuite par les liqueurs cuivriques. A l'aide d'une petite sonde, on prélève un cylindre sur le tiers supérieur de

(1) *Congrès du syndicat des fabricants de sucre*, 1898.

la racine, de manière à avoir sensiblement la richesse moyenne de la betterave par l'analyse de cet échantillon. On enlève l'épiderme et on coupe le petit cylindre en lamelles fines dans le sens de la longueur. Ces lamelles sont hachées, puis on en prélève 10 grammes que l'on introduit dans une fiole jaugée de 100 centimètres cubes avec 10 centimètres cubes de liqueur normale d'acide sulfurique et 40 centimètres cubes d'eau distillée, on porte ensuite à l'ébullition. Après quinze minutes, on laisse refroidir, on complète à 100 et on dose le sucre par la liqueur Violette. Ce procédé est aujourd'hui à peu près délaissé; les opérations sont longues, la fin de la réaction parfois difficile à saisir et les résultats obtenus sont généralement trop forts.

Choix d'après la polarisation du jus. — La détermination de la richesse saccharine des jus au moyen du polarimètre est le seul mode certain quand il s'agit de la sélection chimique des porte-graines. Un très grand nombre d'appareils sont employés et nous ne saurions mieux faire que d'inviter le lecteur à se reporter, pour leur étude complète, au volume de M. Sidersky⁽¹⁾. Nous nous contenterons de donner quelques indications sur les méthodes de dosage employées

(1) SIDERSKY. — *Polarisation et saccharimétrie*. Encyclopédie des Aide-mémoire.

pour l'analyse des porte-graines dans la plupart des laboratoires.

Dans la majorité des cas, ce dosage est effectué par les méthodes d'analyses aqueuses à froid et à chaud de M. Pellet.

Le procédé, désigné sous le nom de *digestion aqueuse à chaud*, et qui fut appliqué pour la campagne 1887-1888, repose sur les principes suivants (1) :

Tout le sucre renfermé dans un poids donné de pulpe plus ou moins grossière est entièrement soluble dans l'eau chauffée à 70-80° et en maintenant la digestion pendant un temps qui varie avec le degré de division de la pulpe, depuis un quart d'heure jusqu'à une heure. Le liquide qui en résulte, refroidi, est complété à un volume déterminé, en tenant compte du volume occupé par le marc insoluble et le précipité plombique formé par le sous-acétate de plomb que l'on ajoute avec l'eau avant la digestion, afin de précipiter une grande partie des matières étrangères et notamment tous les composés pectiques qui possèdent un pouvoir polarisant de 3,75, le sucre étant 1.

La méthode aqueuse à chaud constitue une excellente méthode de contrôle, très exacte, mais

(1) PELLET. — *Analyse des betteraves et des porte-graines.*

pas assez simple pour être d'un emploi bien courant pour le travail d'une sélection.

La *diffusion aqueuse instantanée et à froid* a été étudiée par Pellet en 1888-1889; c'est actuellement la méthode la plus employée en raison de sa simplicité et de l'exactitude des résultats qu'elle donne. Elle est fondée sur les principes suivants : Lorsqu'une pulpe de betterave présente un certain degré de finesse, tout le sucre qu'elle renferme se diffuse instantané-

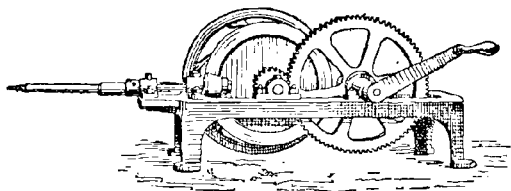


Fig. 9

ment dans l'eau en quantité suffisante, par rapport au poids de pulpe employé et en présence du sous-acétate de plomb.

Pour l'application de cette méthode à l'analyse des porte-graines, l'appareillage du laboratoire comporte :

1° Un ou plusieurs casiers avec places numérotées où on met les betteraves destinées à l'analyse ;

2° Un foret-râpe (*fig. 9*) à la main ou un moteur tournant à une vitesse de deux mille tours

par minute pour produire de la pulpe très fine dite pulpe-crème;

3° Une ou plusieurs balances ou trébuchets sensibles au centigramme;

4° Des tables, ballons gradués de 50 ou 100 centimètres cubes, soucoupes, entonnoirs, coupes en nickel, verres à précipité, pinces en cuivre numérotées, filtres en papier nécessaires pour l'analyse;

5° Un saccharimètre à lumière blanche ou jaune suivant le mode d'éclairage dont on dispose.

Voici la marche suivie par l'analyse :

Un ouvrier spécial présente chaque betterave au foret vers le tiers supérieur de la hauteur, en l'inclinant légèrement sans forcer. La betterave perforée de part en part est passée à un aide qui la range dans un casier avec une fiche portant un numéro d'ordre, le foret étant débrayé, la pulpe est extraite avec précaution et placée dans une soucoupe numérotée qui est remise entre les mains de l'ouvrier peseur. Celui-ci la mélange intimement et en prélève, dans une capsule en nickel tarée, un certain poids qui est ensuite transvasé à l'aide d'eau et par l'intermédiaire d'un entonnoir à large col dans un ballon jaugé (1). On ajoute du sous-acétate de plomb en

(1) Le poids normal de pulpe à employer est de 268^g,048 pour le saccharimètre allemand, 168^g,29 pour

solution à 30° B. pour produire la défécation du jus, puis on complète le volume avec de l'eau jusqu'au trait de graduation. Si besoin est, on abat la mousse avec quelques gouttes d'éther. Le ballon est agité, puis son contenu est versé

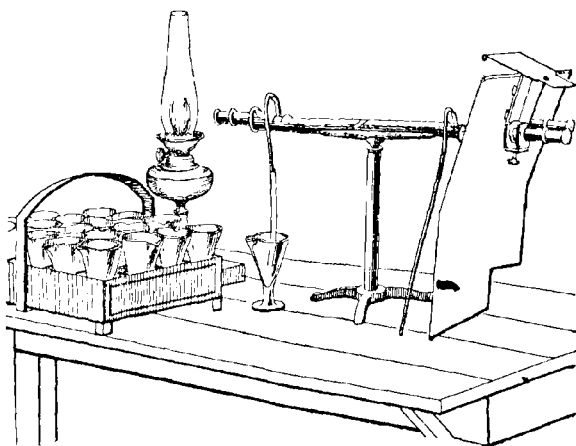


Fig. 10

sur un filtre. Le liquide obtenu, clarifié si c'est nécessaire avec quelques gouttes d'acide acétique, est polarisé au tube de 400 millimètres et, aussitôt, on a la richesse directe de la pulpe p. % de matière.

le saccharimètre français. Pour l'analyse des porte-graines, on pèse la moitié ou le quart du poids normal qu'on passe dans un ballon de 50 ou de 100 centimètres cubes.

Pour un grand nombre d'essais, on peut se servir du *tube à écoulement continu* (fig. 10)

Les chiffres représentant la richesse saccharine de chaque racine sont notés, au fur et à mesure des opérations, sur un registre spécial et, en face de chaque analyse, on porte le poids de chaque betterave reconnue bonne, poids que l'on détermine au moyen d'une balance spéciale.

Pour éviter la lecture fatigante des degrés, on peut adapter au saccharimètre, un dispositif électrique actionnant deux sonneries à timbres

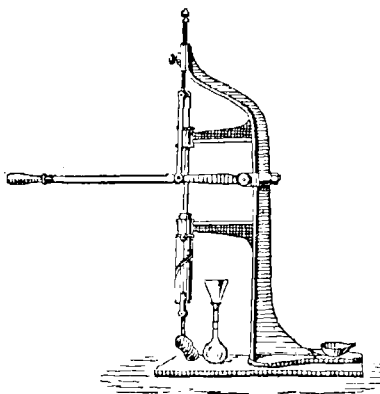


Fig. 11

différents, l'une grave, l'autre aigu. On fixe les richesses maxima et minima du lot moyen, d'après la richesse générale de l'année, d'après

le nombre de planchons que l'on veut obtenir et d'après le nombre de betteraves à analyser.

M. Hanriot a modifié la méthode d'analyse de M. Pellet. Il pèse, sur un cylindre de betterave prélevé à la sonde (*fig. 11*), le quart du poids normal et soumet l'échantillon à un broyage dans un moulin de façon à obtenir une pulpe fine ; à l'aide d'un dispositif spécial, il chasse, au moyen d'un courant d'eau, cette pulpe dans une fiole jaugée de 50 ou de 100 centimètres cubes. La suite des opérations est la même que précédemment.

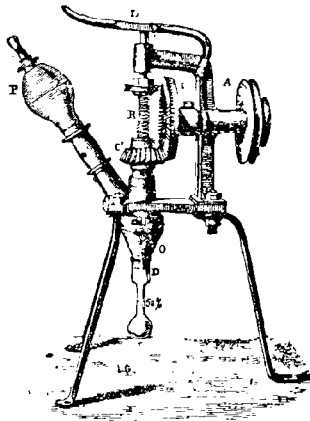


Fig. 12

Pour éviter la pesée du cylindre, M. Pellet a imaginé l'emploi d'un couteau à deux lames parallèles et réglables. Le nouveau procédé est basé sur ce fait que la différence de poids entre deux petits cylindres de betterave de même diamètre et de longueur déterminée, est insensible.

L'appareil Hanriot (*fig. 12*) peut râper 2 200 à

2 500 et même 3 000 cylindres par jour. Un couteau peut découper 15 à 18 000 cylindres par journée de dix heures.

Ce dispositif très élégant a été installé chez MM. Legras et C^{ie} à la sucrerie d'Aulnois-sous-Laon où on a fait jusqu'à 8 500 analyses par jour avec une sonde Leudeboom, un couteau et quatre appareils Harriot dont trois en marche. Pour avoir 93 613 betteraves nécessaires à la production des graines utiles aux ensemencements de cette usine, on a dépensé, en 1897, d'après M. Hélot :

Produits chimiques, filtres, etc.	2 089 ^{fr} ,50
Main-d'œuvre, y compris traitement du surveillant	1 728, 30
Éclairage	70, 30
Pétrole pour saccharimètre	17, 50
Charbon pour machine	199, 85
Pertes et dépréciations	153, 75
Total	<u>4 259^{fr},50</u>

D'où une dépense de 22 francs par mille porte-graines analysés.

Cette dépense est peu élevée, mais il importe de faire remarquer que toutes les usines ne sont pas outillées comme celle d'Aulnois, aussi le prix de revient de 22 francs doit-il être regardé comme un minimum. M. Geschwind estime la dépense à 51 francs par mille sujets analysés, non compris les frais nécessités par l'arrachage, le triage, les

soins divers, les rebuts, l'amortissement du matériel, les frais de culture, etc. En tenant compte de ces différents facteurs, on trouve que la graine ainsi produite ne revient pas à moins de 150 à 200 francs les 100 kilogrammes.

On comprend que les producteurs reculent souvent devant cette dépense. La semence qu'ils livrent aux cultivateurs est généralement de la graine de deuxième génération provenant de plançons, c'est-à-dire de petits porte-graines cultivés d'une façon spéciale et issus de betteraves-mères analysées.

La culture des plançons se fait, comme pour la betterave, dans un sol fertile, profond et sain, abondamment fertilisé au moyen de fumier de ferme et d'engrais azotés organiques avant l'hiver, de superphosphate et de nitrate de soude avant les semailles. Celles-ci ont lieu du 15 au 30 avril en lignes espacées de 25 centimètres avec 40 kilogrammes de graines à l'hectare. Les soins d'entretien sont les mêmes que pour la culture ordinaire et le démariage se fait en laissant de 5 à 7 et même parfois 10 betteraves au mètre courant. L'arrachage a lieu à la complète maturité; on prend les précautions voulues pour éviter d'endommager les racines, car les blessures occasionnent la pourriture en silos.

Il faut compter sur 50 % de betteraves rebutées lors du triage qui se fait après l'hiver au

moment du désilotage (1). Il reste donc environ cent mille plants d'utilisables par hectare qui fourniront les plançons nécessaires à la plantation de 8 hectares de porte-graines.

Sélection généalogique. — Le choix soigneux des betteraves-mères, d'après leur forme, et d'après la teneur en sucre ne suffit pas à lui seul pour assurer un succès complet ; car, ainsi que nous l'avons dit, la betterave est soumise aux lois de l'atavisme, elle possède la propriété de varier individuellement, suivant le milieu, la fumure, le traitement cultural et certaines conditions extérieures, et la sélection individuelle ne peut assurer dans la descendance l'hérédité absolue des qualités inhérentes à la race elle-même. Si l'on veut établir la sélection sur des bases plus sérieuses, il est nécessaire de déterminer, pour chaque sujet, le coefficient de transmissibilité des caractères ; dans ces conditions, la *sélection en famille* est tout indiquée. Les sujets analysés sont plantés et munis chacun d'une fiche spéciale indiquant le poids et la teneur en sucre. Les graines récoltées et semencées séparément forment une série de carrés d'expériences qui constitueront autant de familles dont on suivra la descendance. Celles

(1) L. GESCHWIND. — *Production de la graine de betterave*. Rapport au Congrès du Syndicat des fabricants de sucre de France, 1898.

dont les qualités ne seront pas héréditaires, seront rejetées, les autres qui auront donné toute satisfaction, serviront pour le prélèvement des mères. Après ce travail, le sélectionneur pourra marcher sûrement dans la voie de l'amélioration.

La sélection en famille est particulièrement bien faite à Klein-Wanzleben et à Quedlinbourg chez MM. Dippe frères.

Culture des porte-graines. — Beaucoup de producteurs opèrent la sélection chimique au printemps afin d'éliminer avant l'analyse les sujets qui sont peu aptes à la conservation en silos. Mais il y a toujours des pertes de sucre qui se produisent dans les racines ensilées et les richesses comparatives au printemps ne sont plus les mêmes qu'à l'automne ; par suite de circonstances diverses, température, situation des silos, nature des sujets, etc., on élimine des betteraves très bonnes mais ayant perdu une plus grande proportion de sucre que d'autres betteraves médiocres qui auront conservé approximativement leur richesse et qui, elles, seront prises à l'analyse. Il est donc préférable d'opérer la sélection aussitôt après la récolte ; mais, à cette époque, tout le personnel des usines est occupé par les soins de la fabrication et, pour cette raison, on préfère attendre le mois de février pour faire la détermination de la richesse saccharine des porte-graines.

Il importe de conserver les betteraves en prévenant les causes d'altération. On recommande dans ce but d'éviter la formation de silos volumineux ; ceux qui contiennent de 1500 à 2000 kilogrammes de racines sont les plus convenables. Généralement, on creuse une fosse de 0^m,30 à 0^m,40 de profondeur, dans laquelle on dépose les betteraves la pointe en bas et en les séparant par un peu de terre sèche ou de sable ; on recouvre le tout d'un peu de paille et d'une épaisseur de terre de 0^m,30 à 0^m,40, sous forme de toit protecteur en dos d'âne.

La mise en place des porte-graines a lieu au printemps dans une terre bien préparée et riche ; le champ le mieux approprié à la betterave à sucre est aussi celui qui convient le mieux pour la production de la graine. On recherche de préférence une terre bien fumée pour la culture précédente, et à laquelle on applique des engrais complémentaires : tourteaux, engrais organiques divers et surtout des engrais phosphatés. L'activité physiologique de la racine est d'autant plus grande que le sol est mieux pourvu en principes nutritifs. Ce sol, profondément labouré à l'automne, est travaillé au printemps à l'extirpateur et à la bêche, au besoin on laboure de nouveau.

Lorsque la préparation est terminée, on rayonne le sol dans deux directions se croisant

à angle droit, à l'écartement de 0^m,60 à 0^m,70. On plante aussi au cordeau et, dans ce cas, les lignes sont écartées de 0^m,80 et les racines sont placées sur la ligne à 0^m,45 ou 0^m,50.

La plantation se fait au moyen d'une bêche spéciale, légèrement rétrécie. Chaque planteur ouvre le sol d'un coup de bêche et au même instant un aide, qui porte les sujets dans un panier, introduit sa betterave, dont il a cassé la queue si elle est trop longue, le planteur retire sa bêche et boure la plante avec le pied. Un bon ouvrier peut planter 25 ares par jour, et ce travail lui est payé à raison de 14 francs l'hectare.

La betterave étant plantée, on cache son collet sous un peu de terre, afin de la protéger contre les froids tardifs.

Dans la suite, dès que la plante est suffisamment reprise pour que l'on puisse voir les rayons, on fait entre les lignes un binage à la houe à cheval. On renouvelle l'opération aussi souvent que c'est nécessaire, et tant que le développement des tiges permet de pénétrer dans la plantation. On donne parfois un buttage au moyen d'un butteur à cheval pour raffermir le pied de la plante et l'empêcher d'être déracinée par les grands vents ou les grandes pluies orageuses.

Si les pucerons font leur apparition, on s'en débarrasse par l'écimage des tiges attaquées ou

par la pulvérisation d'une solution de jus de tabac ou d'émulsions de pétrole ou de benzine. On récolte dès que la grande moitié des fruits est mûre ; à ce moment, les extrémités des pousses prennent une teinte brunâtre et la graine, croquée sous la dent, montre un intérieur blanc et farineux. On coupe à la faucille, voir même avec la moissonneuse-lieuse ; les tiges réunies en bottelettes sont mises en chaînes de douze bottes placées debout.

Lorsque la graine est suffisamment sèche, on rentre par un temps propice. Pour éviter les pertes par égrenage, on renverse les chaînes sur des toiles et on charge sur des chariots garnis également de toile. L'égrenage se fait en hiver par un temps bien sec ; on emploie pour ce travail des femmes et des gamins qui saisissent les tiges par poignées et les passent entre les deux machoires, munies de lames de scie, d'un appareil spécial. On égrene aussi mécaniquement au moyen de la machine à battre ordinaire dont on écarte le contre-batteur et supprime quelques organes.

La graine est ensuite séchée et nettoyée au moyen des instruments ordinaires de magasin. On se sert, dans quelques maisons de production, d'appareils spéciaux qui permettent la séparation complète des fragments de tiges ou tultots.

Les rendements varient selon le terrain et les circonstances atmosphériques, de 1 500 à 3 000 kilogrammes par hectare ; on peut considérer un poids de 2 000 à 2 500 kilogrammes comme un produit moyen. L'hectolitre de graines pèse environ 25 kilogrammes.

D'après les données fournies par M. Geschwind, le prix de revient d'un hectare de porte-graines s'établit de façon suivante :

1° Location	50 ^{fr}
2° Impôts, assurances, divers	12
3° Engrais, 520 fr. dont un tiers non employé 175 fr	345
4° Plant	240, 50
5° Labour	30
6° Hersages, extirpages, roulages, rayonnage	15
7° Plantation	24
8° Binages et buttage	46
9° Récolte	40
10° Engrangement	10
Total	812^{fr},50

Si nous supposons une récolte de 2500 kilog., il y a lieu d'ajouter à cette somme les frais d'égrenage et de nettoyage qui s'élèvent à 4 francs par 100 kilogrammes, soit 100 francs.

Total des dépenses : 912^{fr},50.

Les 100 kilog. de graines de betterave reviennent donc au producteur dans ces conditions :

$$\frac{912,50}{25} = 36^{fr},50.$$

« Ce prix, dit M. Geschwind, n'est pas le prix réel, car il faudrait tenir compte de l'intérêt de l'argent, des frais de vente, des impayés, etc. ».

La culture des grand'mères sélectionnées est à peu près la même, mais elle est plus coûteuse.

Méthodes de reproduction asexuelle. — La production des graines de betterave faite comme nous venons de l'indiquer ne permet de donner aux cultivateurs que des semences de deuxième génération et, en outre, ne développe que très lentement les qualités de race, étant donné qu'il faut plusieurs générations de deux ans, pour arriver à substituer de nouvelles souches généalogiques à la plante originale.

C'est pour obvier à ces défauts que l'on a cherché à accélérer la multiplication des betteraves par les méthodes de reproduction asexuelle : greffage, bouturage et sectionnement qui permettent de récolter dès la première année, une quantité de graine relativement considérable. Si, au lieu de 150 à 200 grammes de semence que l'on obtient par le procédé ordinaire, on arrive à une production de 8, 10 et même 12 kilog., on peut, après une seule génération, récolter assez de plançons pour produire une quantité énorme de graines provenant de la plante initiale.

Ces méthodes de multiplication, dénommées improprement asexuelles, ont été expérimentées

par MM. Briem et Novotchef en 1890 ; elles ont eu depuis lors des partisans et des détracteurs. L'Allemagne et la Russie ne semblent pas avoir beaucoup de confiance dans leur valeur, mais en France, l'exploitation de ces méthodes a été faite par plusieurs expérimentateurs et notamment par M. Gorain, agriculteur à Offekerque, qui en a obtenu des résultats sérieux et inédits.

La sélection physique, chimique et physiologique ayant mis en évidence la teneur en sucre remarquable d'un sujet de forme irréprochable et de grosseur exceptionnelle, appartenant à une variété appropriée au sol et au climat, le but à poursuivre est d'obtenir que la descendance de ce sujet d'élite soit mise sans retard à la disposition de l'agriculture, en même temps que la fixité de ses caractères sera démontrée. On obtient ce résultat par l'application rationnelle et combinée sur une même plante, du bouturage, du greffage et du sectionnement.

Vers le mois de février, les mères d'élite sont installées dans une serre chauffée par un thermo-siphon à une température moyenne de 15°, où elles sont placées, non en terre, mais à plat sur un plan incliné et recouvertes d'une légère couche de terreau qu'on arrose régulièrement.

Sous l'influence d'une température et d'une humidité convenable, les bourgeons se développent rapidement ; on les détache aussitôt qu'ils

ont un ou deux centimètres avec une petite gouge (fig. 13) pour le greffage et une lame de canif pour le bouturage (1).



Fig. 13

La *bouture Gorain* n'est à proprement parler qu'une fraction à un œil dont on a enlevé la majeure partie de la pulpe afin d'empêcher la pourriture du sujet pour conserver la plus grande surface possible d'épiderme (fig. 14) Elle diffère, par conséquent, de la bouture allemande (fig. 15) qui ne présente aucune trace de chair ni d'épiderme et qui,

plantée, grossit, s'étend en longueur et constitue une nouvelle betterave avec un appareil foliacé normal.

M. Gorain prélève généralement douze bou-



Fig. 14



Fig. 15

tures par racines qui fournissent des graines la

(1) D. HARY. — *Sélection des graines de betteraves Système Gorain*. Rapport au cercle agricole du Pas-de-Calais, 1899.

même année. Il en est cependant qui ne produisent aucune tige et donnent une racine analogue à celle des boutures allemandes; d'autres qui, au contraire, commencent à monter en serre et continuent de le faire rapidement en pleine terre. Les sujets qui présentent de tels cas d'alavisme sont éliminés des cultures expérimentales, la

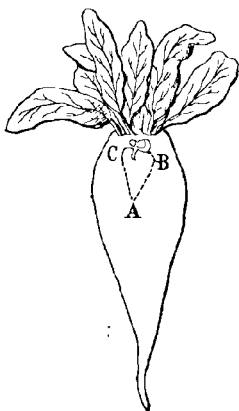


Fig. 16

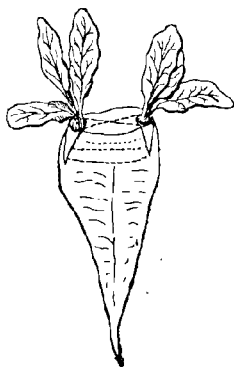


Fig. 17

dégénérescence des enfants prouvant suffisamment la tendance rétrograde de la mère.

La greffe, détachée à la gouge des mères d'élite dont le collet est bien pourvu en bourgeons, (fig. 16) est portée sur une belterave quelconque, sucrière ou ordinaire, de n'importe quelle race; elle est placée en pressant légèrement dans un trou pratiqué au préalable avec une gouge un

peu plus petite que celle qui a servi au prélèvement des greffons. Deux greffes peuvent être insérées sur un même planchon (*fig. 17*). Greffes et boutures sont placées en terre humide ou sous châssis, pour la reprise ; 15 à 18 degrés suffisent, les variations de température sont à éviter.

Comme pour les boutures, certaines greffes présentent des cas d'atavisme, mais ces cas, d'après M. Gorain, deviennent de plus en plus rares après quelques années de culture.

La proportion de graines obtenues de chaque asexuel peut être considérable. M. H. Sagnier qui visita les cultures d'Offekerque en août 1899, a constaté un rendement de 400 grammes sur une greffe double, de 300 grammes sur une bouture et 500 grammes sur une autre.

En adoptant comme moyenne de production le poids minimum de 250 grammes par greffe ou bouture, chaque betterave d'élite supposée définitivement fixée, produirait, en un an et pour 35 asexuels en moyenne, le total remarquable de 8^{kg},750 de graine. Il y a là un bénéfice évident de 8^{kg},500 sur les méthodes de production suivies jusqu'à aujourd'hui.

Après avoir prélevé, sur une betterave-mère, un certain nombre d'œilletons, on peut *sectionner* longitudinalement la plante en quatre ou six parties, dont les plaies seront pansées au poussier

de charbon, pour les planter en pépinière sur couche ou dans la serre à 20 centimètres cubes en tous sens. Chacune de ces sections est susceptible de donner un pied-mère se comportant comme l'aurait fait une betterave entière. Le vieux fragment de betterave ne sert le plus souvent que de support comme le porte-greffe, après avoir fourni le suc nécessaire à la première phase de la nouvelle végétation.

M. Gorain n'est pas un partisan convaincu du *fractionnement*. Il lui reproche, en effet, de ne présenter qu'une sûreté insuffisante au point de vue de la sélection, car il est difficile de suivre convenablement l'évolution des différents bourgeons et d'en éliminer ceux qui présente des cas d'atavisme. M. Geschwind, au contraire, trouve que c'est une méthode avantageuse qui commence à se généraliser; expérimentée à Klein-Wanzleben, elle aurait permis de doubler et même de tripler la production des graines pour un même sujet.

Les greffes, boutures et sections placées en serres humides pour la reprise, sont transplantées en pleine terre vers la fin de mars ou au commencement d'avril; elles ont ainsi une certaine avance sur les mères plantées directement en pleine terre.

M. Hélot, qui s'est occupé des méthodes de reproduction asexuelle d'une façon toute parti-

culière, a obtenu, en 1899, dans son exploitation de Noyelle-sur-Escaut, les résultats suivants :

1° Betteraves entières. Graine obtenue par sujet	0 ^{kg} ,210
2° $\frac{1}{2}$ betteraves. Graine obtenue par fraction : 180 grammes, soit	0 ^{kg} ,360
3° $\frac{1}{4}$ betteraves. Graine obtenue par fraction : 160 grammes, soit	0 ^{kg} ,640
4° Greffes. Graine obtenue par greffon : 325 ^{gr} , soit pour 40 gr. provenant d'une même racine.	13 ^{kg} ,

Par l'application rationnelle du greffage et du bouturage, M. Gorain prétend avoir résolu du même coup un double problème :

1° La production de la graine en plus grande quantité ;

2° L'amélioration de la race.

Il a démontré, par de récentes expériences, qu'il était possible de produire, dans une période de trois ans, toute la graine nécessaire à une usine, quelle que soit son importance, sans cesser de sélectionner les élites.

En ce qui concerne l'amélioration de la qualité des racines, il convient de faire des réserves, car la question est encore à l'étude. M. F. Desprez prétend que la méthode de multiplication sexuelle est supérieure à la méthode asexuelle, au point de vue du rendement à l'hectare et de la richesse en sucre.

M. Gorain tend à établir, au contraire, que la graine de ses asexuels est, en moyenne, non

seulement égale, mais supérieure à celle provenant de la mère. Par l'élimination annuelle des individus inférieurs, par le choix des œilletons meilleurs dont chacun a un caractère propre, on peut espérer obtenir des semences supérieures à celles provenant d'une élite même très purement sélectionnée, mais dans laquelle il y aura encore, malgré tous les soins, mélange de sang.

Il est utile qu'on soit définitivement fixé sur ces espérances que la généralisation des méthodes de reproduction asexuelle a fait concevoir. Mais en admettant même, ce qui n'est nullement prouvé, que les semences issues de boutures ou de greffes soient inférieures à celles qu'on obtient des racines directement sélectionnées, il restera à tenir compte de l'augmentation des rendements en semences réalisées. Il convient de faire remarquer, du reste, que la comparaison ne doit pas s'établir avec des semences de première génération, mais avec des semences du commerce dont le cultivateur est obligé de se contenter.

Détermination de la valeur des graines de betterave.— La valeur d'une graine dépend de plusieurs facteurs ;

- 1° De la race dont elle provient ;
- 2° De sa teneur en eau ;
- 3° Des impuretés ;
- 4° De son pouvoir germinatif ;

5° Du nombre de germes fournis par un certain poids de glomérules.

La détermination de la race ne peut se faire que par un essai de culture; les autres déterminations se font plus ou moins facilement au laboratoire.

A première vue, l'analyse de la graine de betterave ne semble offrir aucune difficulté; mais il n'en est malheureusement pas ainsi et les résultats fournis par différents expérimentateurs varient souvent dans des limites assez considérables. Les différences constatées tiennent surtout à l'échantillonnage et à la mise en germination.

L'échantillonnage est très délicat; la meilleure méthode est celle préconisée par MM. Beudet et Vivien, qui consiste à prélever à la main, sur chaque sac ou seulement sur une partie des sacs d'une livraison, une petite quantité de glomérules sur l'ensemble desquels, après mélange, on prélèvera en une seule fois toutes les prises destinées à l'analyse.

L'humidité est dosé sur cinq grammes de semence non broyée, on laisse à l'étuve de 96 à 98°, jusqu'à poids constant. La différence donne la teneur en eau. On calcule pour 100 grammes.

Pour le dosage des impuretés, il faut, d'après M. Vivien (1), opérer sur 200 grammes au mini-

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

mum, car il est illusoire d'espérer obtenir, dans un échantillon de 5 à 10 grammes, une répartition des impuretés comme elles se trouvent dans la masse de la livraison, la proportion de ces impuretés dépassant rarement 4⁰/₀, et se trouvant le plus fréquemment entre 1,5 et 2,5⁰/₀.

L'échantillon de 200 grammes est jeté sur un tamis à mailles d'un millimètre de côté pour séparer d'abord la poussière que l'on recueille sur une feuille de papier pour la faire passer dans une capsule tarée. On prend ensuite les graines une à une pour en détacher, au moyen d'une petite pince, les morceaux de tiges, les petites feuilles qu'on ajoute aux poussières dans la capsule. On considère également comme impuretés les molécules de terre, les cailloux, les balles de graines étrangères, les graines étrangères, les glomérules dont les graines sont parties, les feuilles, les coques de graines les glomérules avortées, etc.

Le nombre des glomérules dans un poids donné de semences, et le poids d'un certain nombre de glomérules se déterminent simultanément. M. Vivien recommande de faire trois prises d'essais d'environ cinq grammes que l'on pèse exactement; on compte le nombre de

de betterave. Bulletin des Chimistes de sucrerie et de distillerie.

glomérules contenus dans chaque échantillon. On calcule ensuite le nombre de glomérules contenus dans 100 grammes ou un kilogramme de graines, avec les chiffres des trois prises d'essais, puis avec le poids total de ces prises et le nombre total des glomérules qui y sont contenus.

Le *pouvoir germinatif* se détermine à l'aide d'appareils spéciaux connus sous le nom de germoirs. Nous pensons, avec M. Vivien, que les méthodes les plus simples sont les meilleurs ; tous les germoirs compliqués doivent être pros crits et, comme milieu de germination, il faut choisir entre le sable, la terre franche et le terreau. Pour obtenir des essais de germination un résultat comparable et utile, M. Vivien recommande de prélever une quantité de semence aussi rapprochée que possible de 5 grammes, contenant comme il convient les grosses et les petites graines et que l'on pèse. Les deux prises, dont le nombre se rapproche le plus de la moyenne, qui ont servi à la détermination des impuretés, sont employées pour les essais en double du pouvoir germinatif. Le dénombrement des grains germés et des germes poussées se fait le 7^e et le 13^e jour de l'essai ; la première numération sert à fixer l'énergie germinative. M. Vivien fait ce dénombrement au moyen de petits bâtonnets diversement colorés.

En possession du nombre de graines germées et de celui des germes obtenus d'un poids connu de semences pour deux essais conduits parallèlement, on fait les calculs pour chaque essai et si les résultats concordent, on prend la moyenne des deux pour confectionner le bulletin d'analyse.

M. Vivien a fait un très grand nombre d'analyses de graines de betteraves; voici les normes qu'il a proposées et qui doivent répondre aux desiderata des cultivateurs, en sauvegardant les intérêts des producteurs de graines :

Humidité : Maximum 15 0/0, latitude 2 0/0.

Impuretés : Maximum 3 0/0, latitude 2 0/0.

Si la graine se trouvait comprise dans ces latitudes, il y aurait lieu de faire une réfaction proportionnelle.

Nombre de glomérules germés par kilogramme après douze jours : Minimum 34 000 ; latitude 1500.

Pouvoir germinatif après douze jours : Minimum 73.

Valeur culturale après douze jours : Minimum 72,75, latitude 1,50.

Énergie germinative après six jours : Les $\frac{2}{3}$ de bonnes graines doivent avoir germé.

CHAPITRE V

—

INFLUENCE DU CLIMAT ET DU SOL

CLIMAT

Influence du climat sur la quantité et la richesse de la betterave à sucre. — Le climat joue un rôle considérable dans la production de la betterave riche et des récoltes abondantes. Les cultivateurs n'ignorent pas que la betterave aime un climat chaud et humide, ni trop sec, ni trop froid, une température moyenne variant entre 10 et 15° ; ces conditions sont surtout réalisées dans la zone tempérée, c'est à-dire entre le 47° et le 54° degrés de latitude Nord.

La chaleur et la lumière sont les compléments indispensables à la formation du sucre. Plus la végétation est régulière pendant les 5 à 6 premiers mois que la plante doit rester en terre, plus les résultats sont satisfaisants. Un printemps tardif, une température irrégulière, un automne pluvieux produisent généralement les plus mau-

vais effets, et les rendements en poids et en sucre notamment, sont toujours très médiocres.

De la quantité de chaleur reçue par la betterave dépend surtout la durée de la végétation. Souvent les agriculteurs, parfois les agronomes, peu versés dans les questions de physique, ont cru éclairer le problème en totalisant le nombre moyen de degrés de chaleur auxquels la plante s'est trouvée quotidiennement portée à une même heure du jour, pendant les semailles et la levée, le développement de la partie végétative et la maturation.

Est-il besoin de dire que de tels calculs présentent une incorrection évidente ? Ce qu'il importe de déterminer pour chaque phase de l'évolution végétale, c'est, d'une part, le *degré de chaleur* minimum, optimum, maximum et la *quantité de chaleur* (nombre de calories) reçue par la plante. Il est regrettable que nous manquions de données précises à ce sujet.

M. Pagnoul s'est particulièrement occupé de l'influence de la température sur les rendements et la richesse en sucre de la betterave. En comparant les observations météorologiques de chaque campagne avec l'évaluation des récoltes depuis 1870, il lui a paru que les températures de mai, juin et juillet avaient une influence prépondérante sur les rendements et que la température de septembre avait une influence

très accentuée sur la richesse. Le diagramme ci-joint (fig. 18) montre très nettement cette influence.

L'action de la lumière est non moins importante. Le sucre se forme dans les feuilles en quantités d'autant plus grandes que les radia-

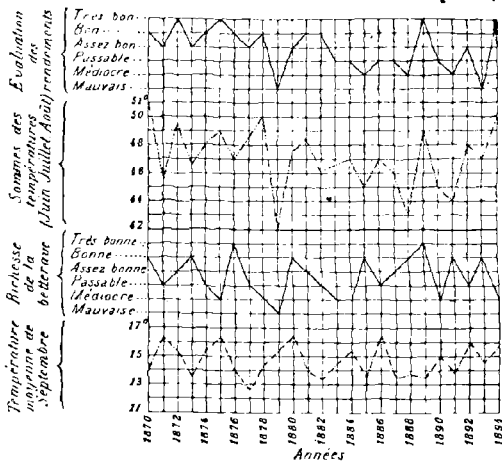


Fig. 18

tions solaires sont plus vives. M. Pagnoul a fait, à ce sujet, des expériences très concluantes, en cultivant des betteraves sous cloche transparente et sous cloche noire (tableau de la p. 97).

Les résultats obtenus montrent que la lumière influe non seulement sur la formation du

sucre, mais qu'elle agit encore sur la formation

Désignation	A la lumière		Dans un demi-jour	
	2 août	13 septembre	2 août	13 septembre
	grammes	grammes	grammes	grammes
Poids moyen des racines. . . .	460	224	1017	667
Sucre p. $\frac{0}{0}$. . .	9,45	1,66	1,042	4,69
Sels alcalins p. $\frac{0}{0}$.	0,764	1,451	0,560	1,420
Nitrates alcalins p. $\frac{0}{0}$	0,113	1,197	0,050	0,551

des principes azotés et des sels minéraux surtout des nitrates et des carbonates (1).

La pluie agit plus ou moins favorablement sur le rendement quantitatif et qualitatif de la betterave, mais les phénomènes météorologiques sont tellement complexes, qu'il est bien difficile de déterminer exactement son influence.

Les pluies prolongées au début de la végétation la retardent sensiblement ; au moment de l'arrachage, elles déterminent une dépression de la richesse en sucre. Mais comme nous l'avons montré, en parlant du développement de la betterave (Chap. II), cet appauvrissement n'est qu'apparent, il résulte de l'accroissement en

(1) PAGOUL. — *Bulletin de la station agronomique d'Arras*, 1885.

pois de la racine par suite d'une absorption d'eau. On conçoit, cependant, quelles différences doit présenter dans ses résultats le rendement d'une culture, suivant que la récolte en est faite à la suite d'une période de pluie ou d'une période de sécheresse.

SOL.

Nature du sol. — La betterave à sucre est assez exigeante sous le rapport du sol, elle demande de bonnes terres franches, profondes et fraîches sans être humides ; les sols argilo-siliceux, argilo-calcaires, riches en humus sont ceux qu'elle préfère. D'une manière générale, on peut dire que les bonnes terres à blé sont propres à la betterave, avec cette différence toutefois, que le blé végète bien dans des terres caillouteuses où il donne un grain très lourd, alors que la betterave a besoin d'une terre meuble, facile à travailler, se prêtant sans résistance à la levée de la graine et à la pénétration de la racine, tout en favorisant le développement de celle-ci.

Les terres soulevées, les sols crayeux ou sableux, les argiles tenaces et humides, les terres défrichées récemment, constituent pour la betterave des stations très défavorables, surtout au point de vue de l'élaboration du sucre.

En général, les terres où l'argile, le calcaire et le sable sont mêlés à peu près en parties égales sont les meilleures pour la betterave, pourvu qu'elles renferment de l'humus ; c'est précisément pour cela que les limons argilo-sablonneux de la région du Nord et des environs de Paris sont ceux qui donnent les meilleurs résultats au point de vue de la culture de la betterave. La seule chose qui leur manque est la chaux, mais on y pare facilement par l'emploi de la marne provenant du sous-sol, ou par l'apport d'écumes de défécation.

En Allemagne, en Autriche et en Russie, la culture de la betterave à sucre s'est aussi centralisée dans les terres d'alluvions.

Dans la culture allemande, les bonnes terres à betteraves doivent présenter les caractères suivants : sol chaud, actif, friable, facile à travailler, ni trop humide, ni trop sec, ni pierreux, avec sous-sol homogène et perméable.

La profondeur du sol est à prendre en sérieuse considération. Deux terres d'inégale fertilité peuvent, en effet, différer plutôt par leur épaisseur que par leur richesse en éléments fertilisants. Plus le sol est favorable au développement des racines, et plus ces racines pénètrent profondément dans la terre pour y puiser l'humidité qui permet de faire face à l'évaporation journalière, évaporation qui est énorme pendant

les grandes chaleurs. L'ameublissement profond du sol est donc la condition même de la réussite de la culture de la betterave.

Assolement. — Le travail soigné des terres, l'usage des engrais chimiques ont donné au cultivateur, en ce qui concerne la place à accorder à la betterave dans la rotation, une indépendance autrefois méconnue ; mais il ne faut cependant pas perdre de vue qu'un bon assolement, approprié au sol, est nécessaire pour la culture de la betterave comme pour celle d'un grand nombre d'autres plantes.

Dans la plupart des circonstances, la betterave ne revient dans la même terre que tous les trois ou quatre ans ; ce n'est qu'en terres très riches, comme il s'en rencontre dans la région du Nord, qu'on peut la répéter avec succès dans un délai plus court.

Suivant les conditions si diverses de sol, de climat et de traitement cultural, on la fait venir après une céréale, après la pomme de terre ou une plante fourragère quelconque.

La betterave constitue un excellent précédent pour toutes les cultures et, en particulier, pour le blé ; les fumures abondantes qu'on lui accorde, les nombreux sarclages qu'elle exige, les labours profonds qu'elle nécessite exercent la plus heureuse influence sur les récoltes suivantes. D'après une statistique publiée par la Société

d'agriculture de Valenciennes, la production du blé dans cet arrondissement depuis l'introduction de la betterave a passé de 35 300 à 44 000 hectolitres (1).

Nulle plante, par conséquent, n'améliore davantage le sol et n'est plus favorable à la culture du blé que la betterave. Dans l'assolement le plus suivi en France, la betterave vient en tête de rotation et reçoit la fumure, ce qui oblige, dans certaines années, à semer le blé trop tard et dans des terres mal préparées. En Allemagne, au contraire, le blé vient en tête de rotation et la betterave lui succède ; on part, en effet, de ce principe : que le fumier nuit à la qualité de la betterave et que le blé cultivé en ligne, bien sarclé et provenant de variétés résistantes peut supporter une assez forte fumure et prendre la première place dans l'assolement. M. Dehérain s'élève contre cette pratique. « Les dangers, dit-il, sont évidents : d'une part, la verse, d'autre part, l'introduction des mauvaises herbes ». Nous ferons remarquer que l'assolement allemand se justifie mieux dans ce pays que dans nos régions, en raison du climat plus continental qui rend les froments moins pailleux et est moins favorable à l'envahissement du sol par les herbes nuisibles. On

(1) J. BÉNARD. — *Influence de la betterave sur les rendements du blé*. Congrès international d'Agriculture, 1900.

prévient d'ailleurs en partie la verse par l'emploi des engrais phosphatés et par le choix d'une variété résistante, comme le shériff.

On a essayé d'introduire en France l'assolement allemand, mais sans succès. Les betteraves cultivées dans les conditions ordinaires répondent suffisamment aux exigences de la sucrerie qui n'a même pas intérêt à demander mieux, car il n'est nullement prouvé que le fumier employé assez longtemps avant les semailles exerce une influence pernicieuse sur la betterave, surtout s'il est bien décomposé. Si on fait remarquer, d'ailleurs, que l'emploi du fumier pour la culture du blé est rendu difficile par suite du manque de temps à une époque où les attelages et les ouvriers sont occupés par l'arrachage des racines, on comprend que les cultivateurs n'aient pas donné suite aux essais entrepris dans une voie qui leur était indiquée par leurs concurrents.

D'après M. Schribaux, l'assolement en Allemagne ne s'éloigne guère du suivant : 1^{re} année, *légumineuses et plantes sarclées* ; 2^e année, *céréales d'hiver fumées* ; 3^e année, *betteraves* ; 4^e année, *céréales de printemps*. Parfois les plantes fourragères sont laissées en dehors de l'assolement et celui-ci devient triennal ; mais toujours la betterave succède à une céréale fumée.

En France, l'assolement triennal : 1^{re} année,

betterave ; 2^e année, *blé* ; 3^e année, *avoine*, est aujourd'hui encore très suivi. Mais comme le fait remarquer M. H. Raquet (1), un pareil assolement est fort épuisant et salissant ; de là ce double conseil de détruire les mauvaises herbes par le déchaumage et de faire un large emploi des engrais commerciaux.

En raison des exigences de la betterave, du prix peu élevé du blé, de l'extension à donner aux cultures fourragères, on fait entrer généralement la betterave dans un assolement de quatre ans : 1^{re} année, *betteraves, fumier et engrais chimiques* ; 2^e année, *blé, engrais chimiques* ; 3^e année, *avoine ou orge, avec semis de trèfle dans une partie* ; 4^e année, *partie en trèfle, partie en féverole, vesce, ou plantes diverses*.

M. Dehérain a proposé l'assolement suivant : 1^{re} année, *betterave* ; 2^e année, *avoine* ; 3^e année, *trèfle* ; 4^e année, *blé*, pour obvier aux inconvénients qui résultent de la récolte tardive de la betterave à sucre.

Les exemples pourraient être multipliés, mais ceux que nous venons de donner suffiront pour renseigner le lecteur sur la valeur des différents assolements adoptés dans les régions betteravières. Les formules varient du reste à

(1) H. RAQUET. — *Manuel du cultivateur de betteraves à sucre*, 1885.

l'infini, et suivant les nécessités des saisons, des circonstances imprévues, on remplace sans hésitation une plante par une autre. L'essentiel est de tirer du sol le plus de produits possible sans l'épuiser et en le maintenant dans un état de propreté convenable.

Préparation du sol. — Une bonne préparation du sol est une des conditions essentielles de la réussite dans la culture de la betterave à sucre. Généralement, on fait venir cette plante après une céréale, blé ou avoine et, dans ces conditions, il convient de donner un labour de déchaumage dans le but d'aérer le sol, de permettre aux eaux pluviales de s'infiltrer dans les profondeurs pour y former les réserves d'humidité indispensables à la végétation, et de détruire les mauvaises herbes.

Le déchaumage n'est qu'une opération préparatoire du labour. Celui-ci est exécuté fin octobre ou novembre et doit être aussi profond que possible ; la betterave est, en effet, une plante pivotante qui exige, pour son développement normal, une couche de terre bien ameublie et pourvue d'une puissante réserve d'humidité dans les profondeurs. M. Mariage a fourni, au Congrès betteravier de 1882, des résultats qui montrent bien tous les avantages de l'ameublissement profond du sol (tableau de la p. 105).

L'ameublissement profond du sol est la con-

dition même du succès dans la culture de la betterave; il contribue, comme l'a montré M. De-

Désignation	Betteraves cultivées	
	Sur défoncement fait avant l'hiver	Sur labour ordinaire au printemps
	kilogrammes	kilogrammes
Poids moyen	1,397	1,073
Densité du jus	6,1	5,1
Sucre % de betterave	12,97	10,37

héraïn (1), à assurer l'approvisionnement d'eau du sous-sol lequel exerce une influence décisive sur l'abondance des récoltes.

Mais les labours profonds ne sont pas toujours possibles; en tous cas, il y a une progression à observer. Un cultivateur, qui exécuterait de prime abord un labour de 25 à 30 centimètres de profondeur sur un champ qui n'a jamais été travaillé qu'à 12 ou 15 centimètres, s'exposerait aux plus graves mécomptes. Il ne faut opérer l'approfondissement de la couche arable qu'avec une extrême prudence, et bien souvent ce résultat ne sera obtenu que par une série de labours successifs dont l'exécution demandera plusieurs années.

(1) P. P. DEHÉRAIN. — *Le Travail du sol*. Annales agronomiques, 1896-98.

Dans ces conditions, pour arriver rapidement à l'accroissement d'épaisseur de la terre

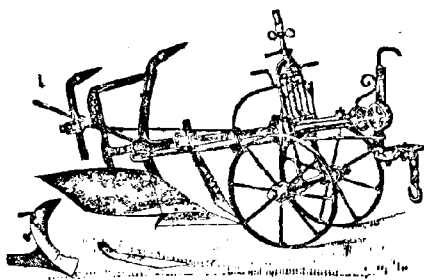


Fig. 19

arable, on aura recours à l'emploi de charrues fouilleuses (*fig. 19*) qui ameubliront le sous-sol sans le ramener à la surface. On pourra se

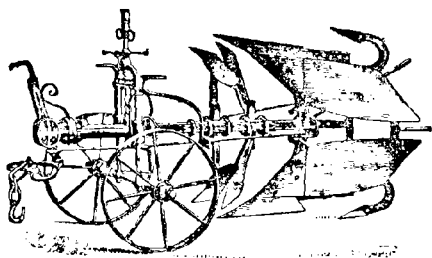


Fig. 20

servir, dans le même but, d'une sorte de griffe adaptée à la partie postérieure de la charrue et qui fouille le fond de la raie (*fig. 20*).

L'ameublissement du sol à une grande profon-

deur, quel que soit le procédé employé, entraîne une augmentation considérable des frais de culture, aussi n'est-il pas encore entré dans la pratique courante. Les cultivateurs ne doivent pas oublier cependant que c'est à la condition de faire des labours profonds seulement, qu'ils obtiendront des betteraves riches et conservant leur régularité de forme. S'il en est autrement, la betterave développera des racines latérales en forme de pattes d'araignée, son arrachage sera plus onéreux en même temps qu'elle donnera lieu à des tares plus considérables.

Une fois le labour exécuté, il n'y a plus qu'à laisser la gelée agir sur la surface retournée. « La gelée mûrit les labours, disent les paysans et, en effet, elle travaille pour eux en pulvérisant le sol infiniment mieux qu'ils ne pourraient le faire avec leurs instruments (1) ». Au printemps, quand le temps est favorable et que le sol paraît en bon état d'humidité, on donne les façons superficielles en vue des prochaines semailles. Il faut chercher à obtenir une terre meuble, bien rassise, car c'est à cette condition que la betterave pourra se développer régulièrement et avoir une bonne levée.

Certains sols, trop fermes après un hiver sans gelées ou après de fortes pluies, auront besoin

(1) DEHÉRAIN. — *Loc. cit.*

d'un labour superficiel au printemps, mais généralement les façons préparatoires données à la herse et au scarificateur suffiront. On passera d'abord avec la herse puis, pour obtenir une couche bien pulvérisée, on complétera la préparation en passant à plusieurs reprises avec le scarificateur, la herse et le rouleau. Le mode d'emploi de ces instruments varie, du reste, suivant l'appréciation du cultivateur.

CHAPITRE VI

—

ENGRAIS

Exigences de la betterave. — La question des engrais pour la betterave est absolument prépondérante ; elle a trait non seulement à la nature et à la quantité de ceux-ci, mais encore à l'époque de l'épandage et au mode de répartition dans le sol, elle dépend aussi, dans une certaine mesure, de l'assolement adopté.

La betterave est au nombre des plantes dont la culture contribue le plus à placer les terres dans les conditions les plus favorables à la production. Le sucre, en effet, qui est la base de sa valeur culturale, n'enlève rien au sol des éléments de fertilité puisqu'il se forme dans les feuilles aux dépens des éléments de l'air et de l'eau, mais pour qu'il puisse s'accumuler dans la racine, il faut donner à la plante une nourriture complète au moyen du fumier et des engrais chimiques. Les avances ainsi faites au sol

ne sont pas totalement perdues, elles sont récupérées en partie par les feuilles et par les collets que l'on enfouit, par les pulpes qui sont consommées par le bétail et dont une partie des éléments se retrouvent dans le fumier, par les écumes, les dépôts des bassins de décantation, les débris de racines, en un mot tous les résidus du travail aux usines que l'on utilise comme engrais. Les seules parties de matières enlevées au sol par la betterave et qu'il semble difficile d'éviter, sont celles occasionnées par le bétail auquel le cultivateur distribue les pulpes, et par le sucre et les mélasses sous forme de matières salines.

Lorsqu'on considère la faible importance de ces pertes et que l'on met en regard l'amélioration qui résulte de la culture de la betterave, on est amené à reconnaître que celle-ci contribue le plus efficacement à placer les terres dans des conditions favorables à la production en général.

Quels sont les engrais qui conviennent à la betterave ?

Pour répondre à cette question, il faut évidemment connaître la nature et la quantité des éléments fertilisants que la plante emprunte au sol pour acquérir son complet développement. Or, d'après MM. Muntz et Girard, une récolte moyenne de 30 000 kilogrammes de feuilles en-

lève au sol les quantités suivantes d'éléments utiles (1) :

Désignation	Quantités d'éléments pris au sol		
	Racines	Feuilles	Total
	kilogrammes	kilogrammes	kilogrammes
Azote	48	36	84
Acide phosphorique	33	12	45
Potasse	120	48	168
Chaux	15	43,2	58,2
Magnésie	21	39,6	60,6

Nous ne donnons ces chiffres qu'à titre de simple indication, car ils sont très variables, non seulement avec le rendement à l'hectare, mais encore avec la richesse saccharine de la betterave. Il résulte des recherches de M. Pagnoul que la betterave riche épuise moins le sol que la betterave pauvre. Nous indiquons, p. 112, les résultats obtenus avec des racines de richesses différentes (2) :

La betterave riche, bien qu'elle exige de fortes doses d'engrais, est donc, en réalité, moins épuisante que la betterave pauvre qui est plus chargée d'éléments de production, mais les différences entre les facultés épuisantes des bette-

(1) MUNTZ et GIRARD. — *Les engrais*, t. I.

(2) PAGNOUL. — *Bulletin de la station agronomique du Pas-de-Calais*, 1882-1883.

raves de qualités diverses sont dues encore à une autre cause. Les feuilles laissées sur le sol lui restituent une certaine proportion des matières fertilisantes enlevées ; or, la teneur en matières minérales est plus élevée dans les feuilles de

Rendement à l'hectare	Sucre p. 0/0	Sels enlevés à l'hectare	Azote enlevé à l'hectare	Valeur de l'engrais enlevé à l'hectare
kilogrammes		kilogrammes	kilogrammes	francs
38 000	15	114	76	198
40 000	13,5	140	88	232
43 000	12,2	176	103	275
46 000	11,0	207	114	321
50 000	9,5	250	150	400
55 000	8,4	330	192	516

betteraves riches que dans les feuilles de betteraves pauvres, ainsi qu'il résulte des analyses de MM. Champion et Pellet, et, d'un autre côté, le poids des feuilles augmente au fur et à mesure que la richesse s'élève.

M. Dehérain, en comparant une betterave riche à une betterave pauvre, a trouvé que le poids des feuilles pour cent de racines était de 61 dans la première et de 20 dans la seconde.

Ainsi la culture de la betterave riche, c'est non seulement le bénéfice pour le cultivateur, mais encore la fertilité du sol ménagée et l'avenir sauvegardé.

Application et appropriation des engrais. — Pour obtenir une bonne récolte de la betterave à sucre, il est nécessaire que le sol renferme en quantités et en proportions déterminées chacun des éléments fondamentaux de la production. Comme l'a si bien dit M. Wagner, *le rendement est toujours proportionnel à la quantité de matières fertilisantes qui existe dans le sol en quantité moindre relativement aux autres éléments.* Il est donc important de restituer au sol les éléments fondamentaux de la production dans un rapport convenable. Le fumier seul ne pourrait être employé dans ce but, d'autant plus que lorsqu'il est appliqué peu de temps avant les semailles, il déprime la richesse saccharine, augmente la teneur en sels minéraux et donne des betteraves racineuses. En Allemagne, on a même abandonné, pour ainsi dire, le fumier pour la betterave qui vient après blé fumé. Il y a là cependant de l'exagération. M. Maerker fait remarquer qu'un grand nombre de cultivateurs des plus distingués de la province de Saxe emploient maintenant des doses modérées de fumier à l'automne, et ils obtiennent des rendements élevés sans que la richesse et la pureté du jus en souffrent.

On serait fondé à interdire le fumier répandu au printemps, l'inobservation de cette règle est

l'une des causes de la pauvreté des racines que la petite culture livre, dans certaines années, aux sucreries. Malheureusement, il arrive fréquemment que la quantité de fumier nécessaire à la fumure de la betterave, à l'automne ou pendant l'hiver, est insuffisante et, dans ces conditions, on est obligé de fumer au printemps une partie des terres consacrées à la culture de cette plante ; l'engrais tient alors le sol léger et rend la betterave racineuse. C'est pour parer à cet inconvénient que M. Raquet a recommandé de ne se servir, en hiver, que de litière coupée et de n'enterrer que fort peu le fumier.

Dans tous les cas, la proportion de cet engrais ne doit jamais être exagérée ; un excès d'azote, surtout s'il ne doit agir que dans la dernière période de la végétation, entraîne toujours une diminution de la richesse saccharine, tandis qu'il augmente la proportion de matières salines contenues dans la sucrerie. Comme exemple de cette influence funeste du fumier employé à forte dose nous pouvons citer l'expérience suivante faite par M. Pagnoul :

Désignation	avec abus de fumier	avec engrais chimiques
	grammes	grammes
Poids moyen des racines . .	4920	820
Sucre p. ^o / _o de betterave . .	4,42	13,51
Sels alcalins p. ^o / _o de betterave	1,026	0,402
Nitrate p. ^o / _o de betterave .	0,728	0,402

Le parcage des moutons nuit aussi à la qualité de la betterave; cependant son influence est moins fâcheuse s'il est fait modérément avant l'hiver. L'emploi des engrais liquides exerce également une action nuisible sur la qualité des racines, lorsqu'il est pratiqué trop tard en saison. La fumure qui paraît la plus convenable est l'application, avant ou pendant l'hiver, de 25 à 30 000 kilogrammes de fumier; le complément est fourni au printemps par les engrais du commerce.

Engrais azotés. — L'azote est un des éléments les plus nécessaires au développement de toutes les plantes; mais, pour la betterave, il importe de ne pas en exagérer l'emploi et de le donner sous une forme rapidement assimilable. Les engrais azotés appliqués en excès retardent la maturation et diminuent la richesse en sucre, en même temps qu'ils augmentent la teneur en sels minéraux. Nous citerons un seul exemple pris dans les expériences de M. Pagnoul :

Désignation	Sans engrais	Forte dose de sulfate d'ammoniaque
	grammes	grammes
Poids moyen des racines . .	368	867
Richesse en sucre	13,3	10,5
Proportion de cendres alcalines	0,339	0,667

Ces résultats se sont encore confirmés dans une autre expérience faite sur deux parcelles, dont l'une avait reçu de l'azote et l'autre de fortes doses d'engrais minéraux sans azote. Cette dernière donna des racines qui contenaient deux fois moins de sels alcalins que la première.

Ces recherches ont été faites en 1873-1874, c'est-à-dire à une époque où l'on prétendait que la betterave, dans les régions où elle était cultivée depuis longtemps, ne pouvait plus donner que des résultats fort inférieurs à ceux que l'on en obtenait à l'origine de la sucrerie, que le sol était épuisé par l'abus de cette culture et que l'industrie sucrière serait obligé d'abandonner un jour ces contrées qu'elle avait rendu si prospères.

Cette opinion a été très nettement combattue par MM. Dehérain et Pagnoul qui montrèrent que l'appauvrissement de la betterave résultait de l'abus des engrais azotés, les terres enrichies par de copieuses fumures, ne recevant pas d'engrais phosphatés, ne portaient plus que de grosses racines gonflées d'eau, riches en substances albuminoïdes, mais pauvres en azote. « La culture, dit M. Dehérain, périssait non par famine, mais par pléthore ». C'est ce qu'ont complètement confirmé les résultats obtenus en grande culture depuis 1884.

Parmi les engrais azotés, le nitrate de soude

est celui dont l'emploi est le plus répandu. Il faut l'associer avec les engrais phosphatés et potassiques dans des proportions convenables pour offrir à la betterave une alimentation normale. Si on en exagère les doses, surtout si les applications ont lieu tardivement, il détruit l'équilibre nutritif, retarde la maturation et déprime la richesse en sucre. En employant des doses considérables de nitrate de soude, Helriegel a fait tomber la teneur en sucre de 15,5 à 13,6 %.

A une certaine époque, on a abusé du nitrate de soude et, dans la région du Nord, on en a employé jusqu'à 1 000 et même 1 500 kilogrammes par hectare. Actuellement, on dépasse rarement 400 à 500 kilogrammes par hectare; on a reconnu, en effet, que les doses excessives de nitrate, outre qu'elles entraînent en pure perte des dépenses considérables, exercent un effet désastreux, tant sur la qualité de la récolte que sur les propriétés physiques du sol.

Parmi les expérimentateurs qui se sont occupés de la fumure de la betterave, certains, et c'est le plus grand nombre, recommandent l'emploi du nitrate de soude, d'autres donnent la préférence au sulfate d'ammoniaque. Dans les expériences de M. Maerker, le sulfate d'ammoniaque s'est montré inférieur au nitrate de soude, lequel a donné un supplément de rende-

ment s'élevant en moyenne à 2 000 kilogrammes par hectare. M. Pagnoul a obtenu avec le nitrate de soude une richesse saccharine un peu plus élevée et un rendement un peu plus grand, mais il lui a paru difficile de conclure en faveur de l'un ou de l'autre de ces engrais.

Nous sommes d'accord avec M. Pagnoul pour dire que l'azote, sous ses différentes formes, agit toujours à peu près de la même façon, à condition qu'il soit suffisamment assimilable ; le cultivateur doit surtout tenir compte, dans le choix des engrais, du prix auquel l'azote lui est offert par le commerce.

Dans la région du Nord, on diminue souvent la proportion de nitrate pour lui substituer des engrais organiques : sang desséché, viande desséchée, guano de poissons, tourteaux, etc. M. Dehérain a particulièrement étudié l'action des tourteaux sur la betterave à sucre. Dans ses expériences de Grignon et de Wardrecques (Pas-de-Calais), les fortes doses de cet engrais ont légèrement élevé le rendement, mais elles ont un peu diminué la richesse ; toutefois les différences étaient faibles.

Le calcul des quantités d'engrais azotés à employer pour la betterave est des plus difficile, car il faut tenir compte de la richesse du sol, de l'azote du fumier et faire une part assez large à l'imprévu. Si nous admettons toutefois, avec M. Dehérain,

que le tiers de l'azote du fumier peut être utilisé, la différence, qui existe entre la quantité d'azote exigée par une récolte de 40 000 kilogrammes et la somme supposée de l'azote utilisable fourni par le sol et le fumier, représente la proportion qu'il faut demander aux engrais complémentaires.

En tenant compte des pertes probables, 250 à 300 kilogrammes de nitrate de soude et 250 à 300 kilogrammes de sang desséché représenteraient peut-être le meilleur ensemble d'aliments azotés à fournir à la betterave, soit :

35 kilogrammes d'azote nitrique ;

30 à 35 kilogrammes d'azote organique,

On pourrait remplacer le sang desséché par les tourteaux ou tout autre engrais organique facilement décomposable, mais à la condition de les employer de bonne heure, parce que leur assimilation exige des transformations préalables qui la rendent plus difficile et plus lente.

Engrais phosphatés. — L'acide phosphorique est aussi indispensable que l'azote au développement de la betterave, et cependant son influence ne s'est pas toujours manifestée d'une manière aussi constante que celle de l'azote dans les expériences qui ont été faites avec les engrais phosphatés. Cette diversité d'action tient surtout à la proportion plus ou moins grande de phosphate assimilable préexistant dans le sol. Les nombreuses expériences culturales de

MM. Pagnoul et Petermann constatent l'influence salutaire d'une addition de superphosphate sur les terres dont la richesse en acide phosphorique est inférieure à 0,1 %. En ajoutant ces engrais au nitrate, M. Pagnoul a obtenu une richesse en sucre plus grande et, ce qui est particulièrement à noter, une proportion moindre de nitrates dans la plante et de carbonates alcalins dans ses cendres.

D'après le professeur Stoklasa, de Prague, l'acide phosphorique agit principalement sur la formation de la matière colorante verte des feuilles, la chlorophylle, de laquelle dépend l'élaboration du sucre, et même la vie de la plante. La présence de l'acide phosphorique paraît favoriser la levée ; mais quelle que soit le mode d'action de cet élément, son intervention dans les phénomènes de la végétation est absolument nécessaire et, en supposant que la terre en soit suffisamment pourvue, il est toujours avantageux de le faire entrer dans la composition des engrais employés, afin de restituer au sol la portion qui lui est enlevée par les plantes. Le prix des engrais phosphatés est d'ailleurs peu élevé, leur excès ne peut nuire, comme le ferait un excès d'azote, et ils constituent une réserve utilisable pour l'avenir. On obtiendra de bons résultats en associant l'azote et l'acide phosphorique dans le rapport de 2 à 3, soit environ

500 à 600 kilogrammes de superphosphate par hectare. On pourrait substituer partiellement ou complètement les scories aux superphosphates dans les terres pauvres en calcaire. MM. Tétard et fils, de Gonesse, ont fait à ce sujet dans leur exploitation modèle des essais comparatifs dont les résultats fournissent de très utiles indications sur la valeur comparée des deux sources d'acide phosphorique. Voici sommairement les résultats obtenus :

Désignation		Rendement à l'hectare	Sucre p. 0/0	Sucre à l'hectare
	kilog.	kilog.		kilog
1 ^{re} Parcelle	500 scories	34 720	13,88	4 819
	200 chlorure de potassium.			
	300 nitrate de soude . . .			
2 ^e "	1000 scories	42 076	14,80	6 227
	200 chlorure de potassium.			
	300 nitrate			
3 ^e "	600 scories	51 256	14,38	7 337
	200 chlorure de potassium.			
	300 nitrate			
	200 superphosphate. . . .			
4 ^e "	200 chlorure de potassium.	42 300	14,05	5 803
	300 nitrate			
	500 superphosphate. . . .			

L'emploi des phosphates minéraux naturels n'est pas très répandu, ces engrais étant d'une

assimilation très lente; toutefois, en raison de leur prix peu élevé, on peut les répandre avec avantage dans les terres suffisamment fournies d'acide phosphorique assimilable.

Engrais potassiques. — De grandes divergences de vues se sont produites en ces dernières années, au sujet de la valeur des engrais potassiques appliqués directement à la culture de la betterave à sucre. On admet généralement que ces engrais, surtout ceux qui sont riches en chlore, dépriment le tant pour cent de sucre et abaissent même le rendement en poids. Les recherches de M. Petermann ont mis en évidence l'influence nuisible du chlorure de potassium sur la richesse saccharine, mais, d'autre part, des essais effectués en Allemagne et en Belgique par MM. Maerker, Damseaux et Smets, en terres lourdes comme en terres légères, avec de fortes doses de potasse, même sous forme de kaïnite riche en chlore, ont donné des résultats favorables, tant au point de vue de la qualité que de la quantité de la récolte.

M. C. Schreider, agronome de la province du Limbourg, a fait de nombreuses expériences avec les engrais potassiques dans des sels de natures différentes et il a obtenu partout des résultats favorables, sauf dans les terres sablonneuses, où il a constaté une dépression de la richesse saccharine aussi bien avec le chlorure

de potassium qu'avec le sulfate de potasse. Il est probable, dit-il, qu'une application hâtive des engrais potassiques et une addition suffisante de chaux ou de calcaire assureraient l'action de la potasse dans tous les sols.

En Allemagne, on a beaucoup préconisé l'emploi des engrais potassiques ; toutefois il ne faut pas'en abuser, surtout dans les terres fortes, qui sont généralement bien fournies de potasse. A doses modérées, ces engrais donnent souvent de bons résultats, tant pour la qualité que pour la quantité ; mais ici encore, l'essai direct doit guider le praticien. « On ne peut méconnaître, dit M. Damseaux, que la betterave a de grandes exigences en potasse et que la diffusion de ce corps dans la couche arable et dans les profondeurs est très lente. Si des cultivateurs ne l'appliquent pas utilement à l'état d'engrais potassique proprement dit, il faut considérer s'ils n'en alimentent pas leurs terres autrement, par exemple, par des fumures abondantes de fumier riche, par des chaulages dégageant la potasse de ses combinaisons, etc. Quoi qu'il en soit, c'est sous forme de sulfate ou bien de carbonate de potassium qu'il convient surtout d'appliquer la potasse à la betterave, et, pour plus de sécurité, à la culture précédente ».

Enfin il va sans dire que le sol doit renfermer de la chaux en quantité suffisante ; la meilleure

manière pour lui restituer cet élément au voisinage des sucreries, est d'appliquer des écumes de défécation qu'on transporte sur les terres en janvier ou février, et qu'on enterre par des labours ; dans la région du Nord, on les emploie à la dose de 20 à 30 000 kilogrammes à l'hectare. Ces matières fertilisantes qui renferment non seulement du calcaire, mais encore de la chaux libre et de l'azote organique, réussissent particulièrement bien dans les terres argileuses.

Champs d'essais. — On voit d'après les indications que nous avons données, combien il serait utile aux cultivateurs de bien connaître tout à la fois : 1° ce que réclament les plantes qu'ils cultivent, et 2° ce qui manque à leur terre.

La recherche des principes nécessaires aux plantes réclame les ressources de la chimie et rentre particulièrement dans le domaine de la science expérimentale. Mais il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de rechercher ce qui manque au sol. Pour résoudre cette question, on peut se baser sur les indications fournies par les analyses chimiques des terres, mais les plus directes et les plus sûres sont celles que donnent les plantes elles-mêmes. Il faut que la précision et le calcul interviennent aujourd'hui dans les opérations de la culture comme ils interviennent dans les opérations industrielles, il faut que chaque cultivateur ait son champ, et même ses champs d'essais qui lui

permettront d'étudier, d'une manière méthodique sur des parcelles isolées, les différents éléments fertilisants seuls ou associés, en faisant varier les quantités et en supprimant même un ou plusieurs des éléments. Point n'est besoin pour cela d'opérer sur de grandes surfaces, car les expériences sont toujours onéreuses lorsqu'elles sont faites sur une grande échelle, elles ne permettent pas, du reste, d'opérer dans des conditions bien identiques et d'effectuer des mesures et des pesées exactes.

On n'a pas à craindre d'appauvrir le sol par la suppression des principes fertilisants reconnus inutiles, les champs d'expériences peuvent toujours indiquer, en effet, le moment où ces principes commencent à faire défaut et où leur achat constitue une dépense rémunératrice. Les champs d'essais bien établis pourraient dispenser de faire l'analyse du sol ; mais ce qu'il y a de plus sûr, dit M. Risler, c'est d'employer à la fois les deux moyens : l'un sert de contrôle à l'autre.

Mode d'emploi des engrais. — Le mode d'emploi des engrais est loin d'être indifférent. M. Petermann, qui a particulièrement étudié cette question, a trouvé que l'enfouissement des engrais artificiels à la charrue est de beaucoup supérieur au procédé qui consiste à les répandre à la surface du labour et à les enfouir à l'extirpateur.

Dans la culture de la betterave à sucre on répand généralement les engrais à la volée ; c'est en quelque sorte le mode de répartition classique conseillé par tous les agronomes. Cependant M. Derome de Bavay s'est fait, il y a quelques années, l'ardent propagateur de l'épandage des engrais sous les lignes de semis ; les résultats qu'il a obtenus en distribuant l'engrais et la semence au moyen d'un semoir mixte de sa construction ont été d'autant plus favorables que les lignes étaient plus rapprochées.

De nouvelles expériences furent établies en Russie, en 1898, par le D^r Kudelka, pour déterminer l'influence de la distribution des engrais dans la culture de la betterave. Les chiffres du tableau de la page suivante attribuent à l'engrais aggloméré un avantage manifeste.

La répartition des engrais sous les lignes de semis permet donc de tirer des matières fertilisantes un effet plus utile et plus complet ; mais elle offre des difficultés d'exécution dans la grande culture, car il est, à l'heure actuelle, bien peu de semoirs mixtes qui distribuent à la fois l'engrais et la semence d'une façon satisfaisante. « Il est bien à désirer, dit M. Berthault ⁽¹⁾, que l'ingéniosité des constructeurs se porte sur ce point

(1) BERTHAULT. — *La répartition des engrais et ses conséquences*. Annales agronomiques, 1900.

et nous ne doutons pas que les semoirs mixtes ne se substituent rapidement aux instruments aujourd'hui employés, nous pensons même que les résultats obtenus assureront aux semoirs en lignes une faveur beaucoup plus généralisée que celle dont ils jouissent actuellement ».

Nature des engrais	Poids de la récolte	Sucre 0/0	Excédent	
			en poids	en sucre
	kg.		kg.	kg.
1 Sans engrais.	121,2	16,4	//	//
2 { 5 quintaux superphosphate à la volée. 2 quintaux nitrate.	193,2	16,8	72	12,52
3 { 3 quintaux superphosphate dans les lignes 2 quintaux nitrate.	197,0	17,1	75,8	13,81
4 { 5 quintaux superphosphate dans les lignes 2 quintaux nitrate.	218,0	16,9	96,8	17,07
5 { 5 quintaux superphosphate dans les lignes 4 quintaux nitrate.	200,0	17,0	79,8	15,20

Depuis quelques années, on voit se propager l'emploi du nitrate de soude en couverture. Cette pratique prévient le durcissement du sol et permet à l'engrais d'être beaucoup mieux utilisé. Elle ne doit pas être confondue avec celle que l'on suivait autrefois et qui était sévèrement

prohibée par les fabricants. En effet, dans ce cas, outre la fumure principale enterrée avant les semailles, les betteraves recevaient, à une période déjà avancée de leur végétation, une certaine quantité de nitrate de soude qui provoquait un nouvel essor de la végétation, déterminait une augmentation de poids, mais en même temps une diminution de richesse en raison du retard que la fumure apportait à la maturation des racines.

La répartition des nitrates en couverture, à la condition de ne pas être faite tardivement, assure un développement rapide et régulier de la betterave sans nuire à la richesse saccharine, ainsi que le montrent les expériences suivantes de MM. Schnidewind et Muller de la station expérimentale de Halle (1).

Désignation	Rendement pour 25 ares	Sucre p. 0/0	Pureté	Sucre produit	Cendres p. 0/0	Azote dans la racine
	kilog.			kilog.		
Sans engrais.	10 280	15,0	88,3	1 542	2,34	0,83
Nitrate de soude aux semailles.	11 830	15,9	87,8	1 881	2,46	0,92
Nitrate de soude en couverture	13 960	15,8	88,4	2 206	2,52	1,04

(1) SCHNIDEWIND et MULLER. — *Le nitrate de soude en couverture*. Agriculture rationnelle, 1889.

Il est cependant des circonstances où l'emploi du nitrate de soude en couverture, en permettant à la plante d'en absorber de plus grandes quantités, peut offrir des dangers ; c'est lorsque, par exemple, on cultive la betterave dans des terres riches en matières azotées par suite de la production d'un nombreux bétail et d'une culture fourragère intensive. Par conséquent, pour se guider dans l'emploi rationnel du nitrate de soude, il faut, comme le recommande M. le Dr Maerker, examiner les conditions dans lesquelles on se trouve placé. Si l'on croit avoir affaire à une terre riche en combinaisons azotées, ce ne sera pas encore une raison pour s'abstenir complètement de la fumure en couverture, mais on devra limiter les doses d'azote conformément aux indications précédentes.

CHAPITRE VII

—

SEMAILLES

Choix de la graine. — Le choix de la semence joue un rôle capital et c'est ici surtout que nous trouvons un nouvel exemple de l'application des données de la science à la culture pratique. Il résulte, en effet, des recherches de M. Petermann qu'une graine de betterave de bonne qualité ne doit pas contenir plus de 15 % d'impuretés et pas plus de 15 % d'eau ; elle doit posséder un pouvoir germinatif minimum de 80 % et fournir environ cent mille germes par kilogramme.

Les cultivateurs ont tout intérêt à n'employer que des graines de betteraves issues de mères riches, rigoureusement sélectionnées ; la culture des porte-graines constitue d'ailleurs une spécialité dans les détails de laquelle nous sommes entrés au Chap. IV.

Il en résulte que, dans la grande majorité des cas, le cultivateur doit se procurer sa semence

dans des maisons de commerce ; souvent aussi elle lui est livrée par le fabricant. Mais, dans tous les cas, la graine doit être soumise avant sa livraison à un contrôle rigoureux, sous le rapport de sa pureté, de sa teneur en eau, de son pouvoir et de son énergie germinatifs. Toutes ces déterminations se font assez facilement au laboratoire suivant les indications que nous avons fournies à propos de la production de la graine.

On a souvent agité la question de savoir s'il existait une relation entre la grosseur des semences et leur valeur ; à notre avis, on lui a attaché une importance exagérée. D'après Nobbe, les grosses semences contiennent un embryon plus vigoureux, une réserve de matières plus forte et donnent un germe plus robuste qui se traduit par une plus forte récolte en poids que si le glomérule était moins pesant.

D'après Maerker : « On peut penser que la semence à petits glomérules contient les grains les plus faibles et donne des germes plus faiblement développés, livrant moins de plantes qui peuvent devenir plus grosses ; mais cela n'est pas exact, puisque la graine à petits glomérules se trouve dans la semence des meilleures variétés de betteraves ».

Mareek a fait des expériences sur des graines séparées en deux grosseurs, les résultats dé-

montrèrent que les grosses graines ne fournissent nullement de meilleures racines que les petites, la légère différence qu'il a constatée était même en faveur de ces dernières. M. Dureau a obtenu des résultats négatifs en faisant des expériences comparatives avec des semences de grosseurs différentes.

Comme on le voit, les opinions sont très partagées, quant à la valeur relative des grosses ou des petites semences. Il importe d'ailleurs de faire remarquer que les grosses graines ne se trouvent pas toujours dans les plus gros glomérules, car il faut tenir compte du lest, dont la proportion est en rapport avec le poids de la semence proprement dite. Le D^r Briem a montré que les betteraves issues des différentes semences d'un même glomérule n'étaient nullement identiques comme poids et comme forme. Il fit des essais sur trois grosseurs de glomérules qui furent semés simultanément. Au démariage, on sépara, pour chaque grosseur, les plantules robustes et les plantules chétives qui furent repiquées séparément ; on avait donc ainsi six séries d'essais dont nous donnons les résultats dans le tableau de la page suivante.

En présence de ces résultats, il est impossible de conclure à la supériorité d'une quelconque des trois catégories de glomérules.

« Le seul avantage des graines grosses ou

moyennes, dit M. Vivien ⁽¹⁾, est leur pouvoir germinatif plus élevé. Cela tient à ce que ces graines étant placées à la partie inférieure et moyenne des tiges proviennent de fleurs mieux fécondées, mieux nourries et à maturité plus parfaite que les petites graines qui proviennent de fleurs situées à la partie supérieure des tiges; beaucoup de ces dernières avortent ou, si la fructification a lieu, la nourriture leur est distribuée plus parcimonieusement, leur maturité est rarement complète et elles restent très souvent vertes.

Désignation		Poids moyen des racines	Sucres p. 0/0
		grammes	
Gros	{ 1° Plantules robustes.	343	13,05
glomérules	{ 2° // chétives.	437	13,31
Petits	{ 1° // robustes.	347	12,47
glomérules	{ 2° // chétives.	332	12,93
Moyens	{ 1° // robustes.	317	12,95
glomérules	{ 2° // chétives.	437	13,04

« Le pouvoir germinatif plus élevé des gros glomérules semblerait indiquer que ceux-ci doivent être préférés pour les ensemencements,

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

mais il ne faut pas oublier le point de vue économique. En effet, plus grosse est la graine, plus il faudra en employer par hectare, car malgré qu'une grosse graine fournisse trois, quatre ou même cinq plantules, une seule subsistera 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 graines, tout en possédant un plus grand nombre de glomérules germables par kilogramme. C'est à cela, croyons-nous, que devraient s'appliquer les producteurs de graines de betteraves ».

Préparation des graines. — Dans le but d'obtenir une levée rapide et régulière, présage d'une bonne récolte, on a souvent recommandé le trempage ou mouillage des graines, même avec des dissolutions de produits chimiques. Cette pratique nous semble généralement condamnable, sauf dans le cas de semis tardifs, exécutés dans des terres encore fraîches. En dehors des accidents observés parfois à la suite de sécheresse prolongée après la semaille, nous conseillons aux cultivateurs, s'ils ne veulent s'exposer à de plus graves mécomptes, d'être très prudents et de n'employer, pour cette pratique, que des substances inoffensives. Il résulte, en effet, d'expériences nombreuses faites par dif-

férents agronomés et notamment par MM. Crochetelle et Hicks, que le nitrate de soude et le chlorure de potassium, même à doses très faibles, sont très préjudiciables à la germination des graines. Il faudra donc éviter d'employer ces sels et leurs analogues d'un effet plus ou moins douteux. Si l'on veut tremper et praliner les semences, il faut s'adresser de préférence aux engrais alcalins, c'est-à-dire au purin, aux scories, à la chaux, etc.

Ces différentes matières, agissant par leur alcalinité pour hâter la levée, sont encore très efficaces pour assurer la nourriture des plantes, aussitôt qu'elles ont épuisé les réserves qui, au début de leur existence, étaient fournies par les graines.

Les semences mises à tremper pendant deux ou trois jours, sont ensuite conservées en couches minces, de façon à prévenir leur échauffement. Pour faciliter leur épandage, on recommande de les enrober avec du plâtre ou du sable sec.

Époque des semailles. — L'époque des semailles doit varier avec le climat et la nature du sol. D'après M. de Vilmorin, ce sont les semailles de la deuxième quinzaine d'avril qui donnent les récoltes les plus égales et qui réussissent le mieux.

M. Vivien est d'avis que, dans les terres

froides, il faut semer de bonne heure, au 15 avril au plus tard. Dans les autres terres, on peut se contenter de semer du 1^{er} au 30 avril.

M. Hitier fait observer que, plus on sème tôt, mieux cela vaut ; des semis effectués fin mars ont donné un rendement supérieur de 30 % à des semis du commencement de mai.

D'une manière générale, on peut dire que les semailles doivent être effectuées, suivant le temps, du commencement d'avril au 10 mai. La date du 15 avril paraît convenable pour assurer la possibilité de recommencer les semis dans de bonnes conditions, si le premier ensemencement a manqué. Il est certain cependant que, si on était assuré d'une température régulière et suffisamment élevée à la fin de mars ou au commencement d'avril, il serait préférable de commencer les semailles plus tôt, mais si la graine subit des arrêts dans sa germination, par suite du refroidissement du sol, ou s'il survient de grandes pluies avant que la plantule ait pris un développement suffisant, la levée est irrégulière et on remarque fréquemment dans les semis une tendance notable à la montée en graines. Par contre, les betteraves issues d'une semaille tardive parviennent rarement à maturité, et l'on sait combien l'absence de maturité est une cause puissante d'amoindrissement dans la production du sucre.

Avec les semailles faites en temps opportun, on obtient les meilleurs résultats, tant sous le rapport de la levée et du rendement que des qualités saccharifères de la racine. En conséquence, il est bon que le cultivateur, avant de confier ses graines à la terre, se rende compte de la température moyenne dominante. Si cette température est basse il ne doit pas trop se presser, surtout s'il s'agit du semis en sol froid. Il y a là pour lui une question de raisonnement fort importante s'il veut éviter les manques nombreux qui se produisent toujours dans une assez forte proportion, lorsque les circonstances atmosphériques s'opposent à une prompt levée.

Différents modes de semis. — L'emploi des semoirs mécaniques est aujourd'hui général dans la culture de la betterave à sucre. Dans les petites exploitations, on se sert encore de semoirs à bras dits semoirs à brouettes, mais grâce aux perfectionnements apportés dans la construction des machines agricoles, en général, l'usage des semoirs mécaniques tend à se généraliser de plus.

Les semailles s'effectuent en lignes continues ou en poquets, le premier mode est encore le plus répandu. Les semoirs Smyth, Sack, Hartu, Liot, Zimmermann sont les plus employés en grande culture, mais la petite et la moyenne culture de la région du Nord utilisent encore

beaucoup de semoirs à trois ou quatre lignes, à socs fixes du système Jacquet-Robillard. Ces instruments donnent généralement de bons résultats lorsque la préparation du sol est parfaite.

Certains semoirs sont pourvus de rouleaux compresseurs qui tassent la graine en arrière des socs pour en favoriser la germination.

M. Derome, de Bavay, est un de ceux qui, les premiers, se sont préoccupés de la question de la répartition des engrais en même temps que la semence. Son semoir mixte, qui dépose les matières fertilisantes dans un sillon au-dessous de la bande semée, répond bien à l'idée que nous avons précédemment développée à propos de l'agglomération des engrais au voisinage des plantes cultivées.

Le *semis en touffes* ou *en poquets* a eu, il y a quelques années, de chauds partisans dans tous les pays betteraviers, particulièrement en Allemagne et en Autriche; des semoirs spéciaux ont été établis par Rud Sack, Zimmermann et Smyth, mais, peu à peu, on a abandonné cette méthode pour revenir aux semis en lignes continues. A la suite d'expériences faites en 1898, en Belgique par M. Max le Docte, de Gembloux, la question des semis en poquets a été remise au premier plan. Cet agronome a fait usage d'un semoir spécial du système Frennet qui dépose les graines dans les sillons en *lignes interrom-*

pues de 2 à 3 centimètres de longueur se répétant à volonté de distance en distance.

Ce mode de semis a permis à M. Max le Docte de faire une économie de semences d'environ 10 kilogrammes par hectare, de diminuer les frais de démariage et d'obtenir, en outre, un supplément de récolte d'environ 5 000 kilogrammes de racines par hectare avec un accroissement de richesse de 0,50 à 0,75 % sur les moyennes constatées ailleurs.

Une enquête, faite en Belgique en 1898, auprès des cultivateurs qui avaient fait des semis de betteraves en poquets, a permis de reconnaître que sur 153 réponses motivées, 125 étaient favorables à cette pratique. Les essais, faits en 1899 par M. Pluchet à Roye et par M. Tétard à Gonnesse, ont montré que la culture en lignes interrompues l'emporte comme régularité d'espacement et vigueur de végétation, sur la culture en lignes continues.

Il serait à désirer que des expériences multiples soient renouvelées par les planteurs de betteraves, encouragées et contrôlées par les sociétés agricoles, de manière à établir aux yeux des cultivateurs les avantages de ce mode de semis.

Quantité de graines par hectare. — Une bonne levée est un point capital; il ne faut donc pas la compromettre en plantant trop peu

de graines. La quantité à répandre varie de 20 à 30 kilogrammes par hectare, suivant l'époque des semailles, la nature du sol, les circonstances climatériques, la valeur culturale de la semence. On met d'autant plus de graines que les semailles sont faites plus tôt ou qu'elles ont lieu dans une terre compacte durcissant facilement.

D'une manière générale, il faut plutôt semer un peu dru, car la levée semble plus facile, les dégâts par les ennemis de la plante moins compromettants, et la protection mutuelle des plantules est meilleure. Comme le fait remarquer justement M. Dureau, le cultivateur le plus économe et le plus prévoyant, est celui qui emploie la graine sans compter, sans aller cependant jusqu'à l'exagération.

Espacement des plants. — L'espacement des plants a une grande influence sur le rendement de la betterave et sur sa richesse en sucre. Toutes les expériences faites à cet égard concluent sans exception en faveur des faibles écartements et, cependant, la tendance habituelle est encore d'éloigner largement les lignes, parce que l'on est convaincu que la culture serrée diminue les rendements, en même temps qu'elle occasionne plus de dépenses, étant données les difficultés qu'elle oppose à l'emploi des houes à cheval et le nombre plus élevé de racines à arracher par hectare. Ces

objections ne sont pas sérieuses, car il est bien prouvé que les semis rapprochés sans exagération, donnent autant de poids à l'hectare et plus de richesse en sucre que les semis écartés.

M. Pagnoul, l'un des premiers, a montré les avantages de la culture de la betterave en lignes rapprochées. Voici les résultats obtenus par lui en 1869 :

Désignation	Nombre de plants au mètre carré	
	4	10
	grammes	grammes
Poids de la racine	1 575	809
Sucre p. $\frac{0}{100}$ du poids de la racine .	10,2	12,2
Sels alcal. p. $\frac{0}{100}$ du poids de la racine.	0,721	0,512
Rendements à l'hectare	63 000	80 900
" en sucre.	6 426	9 870

Avec la plus petite distance, on obtient donc une richesse supérieure, une augmentation sensible de la production du sucre par unité de surface, un poids de sels beaucoup moindre et partant des jus plus purs.

L'influence du rapprochement se fait sentir non seulement sur la richesse en sucre, mais encore sur le taux de matières minérales ; les résultats obtenus par M. Pagnoul ne laissent

aucun doute à cet égard. C'est donc bien à tort que l'on a dit que les betteraves rapprochées épuisent davantage le sol.

Quel doit être l'espacement à adopter ?

F. Desprez a fait, dans ces dernières années, une série d'essais très intéressants pour déterminer cet espacement. Voici la moyenne des résultats qu'il a obtenus, en 1898, sur quatre variétés :

Désignation	Rendement à l'hectare	Sucre	
		p. 0/0	à l'hectare
	kilog.		kilog.
Betterave à 16,6 au mètre carré	43 750	16,71	6 975
" 12,5 "	42 324	16,75	6 755
" 10,0 "	39 665	16,56	6 248
" 8,3 "	30 095	16,42	6 095

Ces chiffres montrent bien clairement que l'espacement qui donne le plus grand rendement en sucre à l'hectare est celui auquel correspond le plus grand nombre de betteraves au mètre carré.

Nous pensons toutefois qu'on n'aurait pas avantage à adopter le nombre de 16 plants 6 au mètre carré, car, dans ce cas, les racines ne sont éloignées que de 0^m,17 sur la ligne, les lignes étant à 0^m,35 les unes des autres. Il y a lieu de tenir compte, dans le calcul de l'espace-

ment, de plusieurs facteurs trop souvent négligés : d'une part, la nature et la richesse du sol et la variété cultivée et, d'autre part, la facilité des binages au moyen de la houe à cheval.

Plus la terre est riche et profonde, et plus, en général, on peut laisser de plants par unité de surface. L'écartement sur un même sol doit aussi varier avec les espèces cultivées ; avec un rapprochement exagéré, telle variété de betterave donnera une augmentation de profit, alors que les autres donneront une diminution. C'est ainsi que dans les expériences effectuées à Gembloux par M. Petermann, le produit en argent a été supérieur pour la betterave Vilmorin avec le rapprochement de 35 centimètres sur 18 centimètres, tandis qu'il a été moindre pour les autres variétés expérimentées.

Pour avoir richesse et quantité, on admet qu'il faut de dix à douze betteraves au mètre carré. On obtient ce résultat, pour des espacements de 35, 40, 42 et 44 centimètres, en laissant les plants sur la ligne à 31, 25, 24 et 22 centimètres de distance. On comprend que nous ne puissions fixer de règles absolues à cet égard, car l'écartement doit être laissé dans une certaine mesure à l'appréciation du cultivateur. Ici, comme en toutes choses, *l'expérience culturale peut seule indiquer le nombre de plants à l'hectare auquel on doit s'arrêter.*

M. Derome, de Bavay, a proposé, il y a déjà plusieurs années, un mode de semis spécial connu sous le nom de *semis en bandes* et consistant en lignes alternativement contiguës et éloignées. Ce système de plantation, combiné avec l'agglomération des engrais sous les lignes, a permis à cet expérimentateur d'obtenir des résultats favorables, tout en facilitant les binages par les instruments attelés.

Ces semis en bandes consistent à disposer les lignes avec des écartements alternatifs de 0^m,28 et de 0^m,52. Un écartement de 0^m,28 et un autre de 0^m,52 équivalent à un total de 0^m,80, c'est-à-dire à deux écartements égaux de 0^m,40. Ils comportent le même nombre de plants au mètre carré, mais ils ont cet avantage que l'écartement de 0^m,52 permet à un animal de passer facilement entre les lignes et sans causer de dégâts.

M. Dehérain a obtenu avec les semis en bandes des résultats fort divergents qui ne lui ont pas permis de dire à quel mode il faut donner la préférence. A l'heure actuelle, la question est à l'étude et il faut attendre de nouveaux résultats pour apporter quelque lumière à sa solution.

Profondeur des semis. — La profondeur des semis, qui exerce une très grande influence sur la rapidité et la régularité de la levée, et

partant, sur la végétation entière de la betterave, varie avec la nature du sol et les circonstances atmosphériques.

Le D^r Grasmann a fait, à ce sujet, des expériences très concluantes à la station agricole de Grobers. Ces expériences ont montré qu'au delà de 2 centimètres, la proportion de germes p. % diminue rapidement pour tomber à moins de 10, au-dessous de 6 centimètres ; au delà de 9 centimètres, la graine ne lève plus.

C'est donc à environ 2 centimètres de profondeur que le semis est dans les meilleures conditions de réussite. Comme le dit un vieux proverbe, « la graine de betterave doit voir partir son semeur et entendre sonner l'angélus ». Cependant, pour des terres légères sèches, il faut planter plus profondément, c'est-à-dire de 30 à 35 millimètres.

Quoi qu'il en soit, la profondeur de l'ensemencement doit être absolument uniforme, condition que l'on réalise facilement avec un bon semoir, bien réglé et fonctionnant en terrain bien préparé.

CHAPITRE VIII

—

SOINS D'ENTRETIEN

Soins après l'ensemencement. — Dès que les semailles sont terminées, la terre doit recevoir un coup de rouleau de façon à augmenter la résistance du sol au dessèchement et d'assurer à la semence, par le tassement du sol autour d'elle, l'humidité indispensable à son évolution. Cette opération est inutile pour les terres compactes.

Si une pluie battante survient après le semis, elle forme à la surface du sol une croûte suffisamment résistante pour s'opposer au libre développement du jeune embryon ; il est alors nécessaire de la briser avec une herse légère à dents fines et aiguës, ou même avec un rouleau Croskill.

Étant données les conditions très variables dans lesquelles se pratique la culture de la betterave, on ne saurait donner au cultivateur de règles absolues pour les opérations que nous ve-

nons d'indiquer, tout aussi bien d'ailleurs que pour les façons ultérieures.

Binages. — Il n'y a pas de plantes cultivées qui réclament plus de façons que la betterave. Dès que la levée est à peu près complète, ce qui, dans les conditions normales, a lieu vers le dixième ou le douzième jour, on donne une première façon superficielle à la houe à cheval ; la betterave souffre visiblement d'un retard de quelques jours apporté à cette opération. On répète les binages autant de fois que cela est nécessaire ; *les champs de betteraves, en effet, ne sont jamais binés ni trop, ni trop souvent.*

Pour obtenir une bonne récolte, il faut donner au moins trois binages, les frais que nécessitent ces opérations sont largement payés par l'excédent de produit qui en résulte, surtout si on les exécute avec la houe à cheval. On peut s'en rendre compte par les résultats ci-après obtenus par Knauer :

1 sarclage	15 920	kilogrammes de racines à l'hectare.
2 "	18 252	" "
3 "	24 371	" "
4 "	28 145	" "
5 "	29 480	" "

On fait les binages à la main et à la houe à cheval, en augmentant peu à peu leur profondeur, jusqu'au moment où le développement des feuilles empêche la circulation entre les lignes.

Leur exécution doit être surveillée de très près, de façon qu'elle ne soit pas trop précipitée, contrairement à la tendance toute naturelle des tâcherons.

Effets des binages. — Dans quelques régions betteravières, on dit qu'il faut faire le sucre à coups de houe et que les binages opportuns et bien exécutés sont de l'or pour la betterave. Les binages, en effet, ameublissent la surface du sol et favorisent la destruction des mauvaises herbes; ils modifient avantageusement les propriétés physiques du sol, sa température et son état d'humidité. Les terres binées restent plus fraîches, aussi a-t-on pu dire que deux binages valent un arrosage.

On a cru pendant longtemps que les binages maintenaient l'humidité dans le sol, en modifiant la capillarité, mais M. Dehérain a montré récemment que le binage d'une terre dépourvue de végétation n'exerce aucune action sur l'approvisionnement d'eau des couches profondes (1). D'après les expériences faites par ce savant agronome, le binage est surtout efficace par la destruction des mauvaises herbes qui pullulent dans toutes les terres cultivées et qui absorbent à leur profit l'humidité et les matières fertilisantes des terres en culture.

(1) P. P. DEHÉRAIN. — *Binages et sarclages*. Annales agronomiques, 1900.

Placement et démariage. — Le placement et le démariage ont une importance capitale, car on sait que ce qu'on nomme vulgairement une graine de betterave est, en réalité, un fruit qui, contenant plusieurs graines, donne naissance à plusieurs plantes.

Le placement est effectué à la houe à main, en laissant à intervalles régulières des bouquets de quelques plantes ; on procède ensuite au démariage, de manière à ne laisser subsister de chaque touffe que le sujet principal, celui que présente le meilleur développement. Quelquefois le placement et le démariage se succèdent à quelques jours de distance ; d'aucuns prétendent que ce système est préférable au précédent.

On est généralement enclin à faire le démariage à une époque tardive, alors qu'au contraire, il faudrait l'exécuter de bonne heure, aussitôt que la plante a pris ses quatre feuilles, à moins que l'on ne craigne des gelées nocturnes, une forte sécheresse ou les ravages des insectes. « La plante démariée jeune, dit M. Laurent-Mouchon (1), souffre beaucoup moins ; elle fournit toujours une végétation plus vigoureuse et donne des rendements plus élevés que celle qui a été travaillée tardivement : en 1898, par exemple,

(1) LAURENT-MOUCHON. — *La culture de la betterave à sucre*. Bulletin de la Société des agriculteurs du Nord, 1897.

nous récoltions, par hectare, 36 675 kilogrammes sur un champ d'essai démarié à quatre feuilles, tandis qu'un champ voisin cultivé de la même façon nous donnait seulement 29 886^{kg}.

Au moment du démariage, on s'arrange de manière à ce que les betteraves soient suffisamment rapprochées. Le calcul de cet espacement est facile en se servant de la relation suivante, dans laquelle e représente en centimètres la distance entre les lignes, d , la distance entre les betteraves sur la même ligne et n , le nombre de betteraves par mètre carré :

$$e \times d \times n = 10\,000;$$

d'où :
$$d = \frac{10\,000}{en}.$$

Le démariage doit être l'objet d'une surveillance incessante de la part du cultivateur, car il est souvent difficile d'obtenir des ouvriers l'observation des petites distances indiquées. Le système des primes adopté dans quelques exploitations, donne d'excellents résultats et il y aurait grand intérêt à le généraliser.

Dans les régions industrielles où le manque de bras se fait souvent sentir, on emploie pour faire le placement des betteraves des *houes éclaircisseuses*, qui passent dans les interlignes et coupent les plantes sur deux lignes en les laissant en bouquets plus ou moins rapprochés,

selon l'écartement adopté. L'emploi des houes éclaircisseuses exige une plantation bien régulière pour donner de bons résultats.

Effeuillement. — Une fois la betterave en pleine végétation, il n'y a plus qu'à attendre l'époque de l'arrachage. Mais, durant son développement, il faut bien se garder d'effeuiller les racines, ainsi qu'on le fait dans la petite culture pour procurer une nourriture verte aux vaches laitières. La suppression des feuilles a, en effet, pour conséquence de diminuer la transpiration et par suite l'élaboration des substances alimentaires, de ralentir la respiration et l'assimilation du carbone. Le résultat général est facile à prévoir : il y a moindre accroissement de la racine et, conséquemment, récolte plus faible en betteraves et richesse saccharine moindre. Ce qui confirme encore le rôle des feuilles dans la production du sucre, c'est que les betteraves les plus riches sont toujours celles dont les organes foliacés sont les plus développés.

Des expériences nombreuses ont montré combien l'effeuillage est préjudiciable au développement de la betterave et à l'accumulation du sucre dans la racine. Nous citerons seulement les résultats obtenus par M. Violette (tableau de la p. 152).

L'effeuillage, comme on le voit, a pour effet de diminuer le rendement en poids et le rende-

ment en sucre d'une manière notable et, de plus, d'introduire dans le jus une proportion de matières organiques et de matières minérales

Désignation	Betteraves effeuillées	Betteraves non effeuillées
Densité du jus	1 048	1 060
Sucre par litre de vin . . .	102	135,11
Matières organiques autres que le sucre	12,6	10,8
Cendres réelles par litre de jus	6,64	6,20

plus grande que celle qui se trouve dans le jus des racines non effeuillées.

Les feuilles constituent une médiocre nourriture dont la composition s'éloigne beaucoup de celle de l'herbe de prairie. Administrées aux vaches laitières, elles donnent un lait très aqueux ; aussi comprend-on facilement qu'il n'est nullement avantageux, dans aucun cas, de les enlever. L'utilisation d'un aliment aussi pauvre en matières nutritives ne peut compenser le tort que l'on cause aux betteraves en les effeuillant.

CHAPITRE IX

ACCIDENTS, ENNEMIS ET MALADIES

Pendant sa végétation, la betterave, comme la plupart des plantes cultivées d'ailleurs, est sujette à plusieurs accidents et maladies qui diminuent parfois son produit dans une large mesure. A ce point de vue, nous mentionnerons la montée en graines et les attaques de quelques parasites animaux et végétaux.

Montée en graines. — Quoique bisannuelle, il arrive parfois que la betterave pousse des tiges et fructifie dès la première année; en 1890 et 1894 notamment, cet accident s'est produit sur une assez grande échelle dans diverses régions.

Il résulte d'analyses dues à M. Pagnoul que les racines montées sont aussi riches que les autres en sucre, par contre, elles sont ligneuses, se conservent mal et créent de grandes difficultés au travail en fabrique.

La montée en graines a vivement préoccupé les agronomes et les cultivateurs. On s'accorde

généralement aujourd'hui pour diviser les causes qui la provoquent en deux catégories : les unes sont *internes* ou *individuelles*, c'est-à-dire consistent dans une prédisposition héréditaire transmise par les ascendants ; les autres, sont *externes*, c'est-à-dire attribuables à des circonstances indépendantes de l'espèce, comme l'époque et la profondeur des semis, le volume et l'âge de la graine, les blessures et les conditions météorologiques.

Quelle est la part prise par ces différents facteurs ?

C'est là une question que F. Desprez a cherché à élucider. Des expériences qu'il a entreprises en 1896, avec le concours de différents cultivateurs et professeurs d'agriculture, il a pu tirer les conclusions suivantes ⁽¹⁾ :

Les causes de la montée en graines sont de trois sortes :

1^o Les plus certaines et les plus importantes de toutes sont les causes météorologiques ;

2^o D'autres causes également certaines, mais d'importance beaucoup moindre, proviennent des caractères héréditaires de race et de variété ;

3^o Enfin l'on peut supposer que la conformation même de la graine, surtout quant au germe, peut exceptionnellement causer ce phénomène.

(1) *Bulletin de la Société des agriculteurs du Nord*, 1897.

Le seul moyen préventif qui peut être employé avec toutes les chances de succès est le semis tardif; malheureusement, il ne peut être recommandé d'une manière générale, parce qu'il produit toujours un rendement inférieur en poids et en sucre à celui des semis hâtifs.

M. Cserchati (1) s'est livré en 1898, en Autriche, à des recherches également intéressantes sur la montée en graines, en étudiant de préférence l'influence des facteurs qui sont sous la dépendance des cultivateurs, comme l'époque des semailles, la profondeur des semis, le choix de l'espèce et le volume des semences. En ce qui concerne l'époque des semailles, M. Cserchati a reconnu que la montée est favorisée par des semis trop hâtifs. C'est ainsi qu'il a obtenu, avec les mêmes graines semées à des époques différentes, les résultats indiqués dans le tableau de la p. 156.

Faut-il conclure de ces résultats que, lorsqu'on sème dès le mois de mars il faut s'attendre à beaucoup de montée en graines? Non, car on doit compter avec les circonstances météorologiques variables d'une année à l'autre; mais il convient cependant de faire remarquer que les semailles opérées dès le mois de mars sont sujettes à don-

(1) CSERCHATI. — *Les causes de la montée en graines des betteraves*. Agriculture rationnelle, 1899.

ner lieu à une montée notable, si des gelées ou toute autre cause météorologique viennent contribuer à la réalisation de cet accident.

Une opinion assez générale attribue aux pe-

Numéros des parcelles de 25m ²	Époque des semis	Nombre de betteraves montées par parcelles		
		Graines normales	Graines de betteraves montées 1 ^{re} année	Graines de betteraves fourragères
1	4 mars	15	39	1
2	28 "	6	25	0
3	16 avril	0	5	0
4	19 "	0	4	0
5	14 mai	0	0	0
6	2 juin	0	0	0

tites graines l'inconvénient de produire des betteraves prédisposées à la montée. On explique ce fait en disant que les petites graines donnent des pousses chélives, se développant lentement, très longtemps sensibles aux changements atmosphériques et, par suite, très sujettes aux circonstances qui favorisent la montée. Les expériences de M. Cserchali n'ont pas confirmé cette opinion.

L'espèce, c'est-à-dire l'hérédité a, sur la montée en graines, une influence directe et la précocité des semilles n'est qu'une cause extérieure favorisant l'effet de la disposition atavique à la

montée. Cette influence héréditaire a été bien mise en relief par les travaux de M. Gorain sur la production des graines par les méthodes asexuelles. Un des beaux sujets sélectionnés par cet expérimentateur a donné, en 1899, six boutures sur douze qui montaient en graines dans la serre, et cependant ce sujet s'était comporté jusque-là d'une façon normale; l'œil le plus observateur n'aurait pu découvrir, parmi les bourgeons en évolution, une seule apparence de tige. C'était une betterave à écarter, car elle ne pouvait causer que des déceptions par suite de sa prédisposition à monter prématurément.

Pour atténuer les effets de la montée en graines, on a conseillé l'enlèvement des tiges au moment où elles commencent à se former. Cette opération, surtout si la montée se déclare peu de temps avant la récolte, est un remède pire que le mal. En effet, la betterave veut monter en graines quand même, elle tend à tourner l'obstacle opposé à son développement en poussant des tiges secondaires qui se produisent aux dépens du poids de la racine et de la richesse en sucre. Les résultats obtenus à ce sujet, par M. Pagnoul, sont indiqués dans le tableau de la p. 158.

Insectes nuisibles. — Les insectes qui s'attaquent à la betterave sont très nombreux, ils augmentent encore à mesure que cette culture

prend de l'extension et qu'elle se répète à bref délai sur le même sol. Ils apparaissent en masse considérable dans certaines années et leurs dé-

Designation	Betteraves		
	ordinaires	montées	à tiges coupées
Poids moyen	grammes 550	grammes 419	grammes 375
Densité du jus.	7,0	66	6,2
Sucre par décilitre de jus .	15,79	14,79	14,22
Pureté	84	85	86
Pulpe sèche.	5,42	6,16	6,44

gâts sont alors d'autant plus sérieux que le cultivateur est souvent désarmé contre eux.

L'un des plus redoutables ennemis de la betterave est la larve du *sylphe opaque* qui a causé, en 1888, en 1894 et en 1900, des dégâts importants dans quelques régions betteravières. A l'état d'insecte parfait, le sylphe est long de 1 centimètre, ovale, aplati ; ses élytres et surtout le dessous du corps sont recouverts d'une pubescence roussâtre qui lui donne une couleur gris noirâtre. La larve brune et de forme sensiblement ovalaire, ressemble à un cloporte ; elle est pourvue de six pattes assez longues qui lui permettent de se mouvoir avec une extrême agilité et de se dérober à la main qui veut la saisir.

Elle dévore le parenchyme des feuilles des jeunes betteraves, ne respectant que les nervures. Si les betteraves sont déjà fortes, si l'invasion a peu d'importance, les dégâts sont peu marqués et la végétation ne subit qu'un retard de quelques jours. Mais si, au contraire, les larves apparaissent en nombre considérable dès que la betterave forme ses premières feuilles, c'est-à-dire dans le courant du mois d'avril, il suffit de quelques jours pour que la plus belle récolte soit anéantie complètement. Les champs placés en bordures de blés de betteraves souffrent particulièrement des ravages du sylphe. Il peut se produire deux générations dans la même année ; mais les dégâts commis par la seconde passent souvent inaperçus, surtout si la betterave est vigoureuse.

La *casside nébuleuse* nuit par sa larve qui ronge les feuilles de la betterave en les criblant de trous ; elle travaille de compagnie avec la larve du sylphe au début de la végétation.

L'*antomaire linéaire* attaque les jeunes racines et les feuilles. Cet insecte, qui mesure 1^{mm},5 de longueur, apparaît en mai ou en juin. Les larves se nourrissent des racines des jeunes plantes qui ne tardent pas à noircir, l'insecte parfait se porte sur les feuilles dont il ronge les bords. Comme le sylphe, ce coléoptère passe d'un champ à un autre, même à une année d'intervalle.

La *larve du hanneton* ou *ver blanc*, que nous n'avons pas besoin de décrire parce qu'elle est trop connue, détruit les radicelles de la betterave puis ronge le pivot. Elle s'attaque à la plante quand elle a déjà acquis un certain développement, c'est-à-dire à une époque où il est presque impossible de remplacer les emblavures détruites. Les dégâts du ver blanc ont été surtout marqués en 1900 dans quelques districts betteraviers du département de l'Aisne.

L'*altise*, que tout le monde désigne vulgairement sous le nom de *puce de terre*, s'attaque principalement aux crucifères et quelquefois à la betterave au début de la végétation ; toutefois, ses dégâts sur cette dernière plante sont généralement peu importants.

La *larve du taupin des moissons* s'attaque volontiers à la betterave dont elle dévore les radicelles après la levée, on reconnaît ses ravages à l'époque des binages, en examinant les plantes flétries sur pied. Cette larve, connue sous le nom de *fil de fer* en raison de sa forme de petit ver jaune de 20 à 25 millimètres de longueur, s'attaque à un grand nombre de plantes mais particulièrement aux emblavures de printemps.

Le *ver gris* est une chenille grisâtre qui donne naissance à un papillon, la *noctuelle des moissons*. Cette chenille mesure environ 4 cen-

timètres de longueur quand elle a atteint son entier développement. Elle apparaît en juillet et ronge le collet des racines qu'elle perfore de part en part ; elle s'attaque aussi aux feuilles pendant la nuit.

La *pégomye de la betterave* ou mouche de la jusquiame est un diptère dont la larve, qui mesure environ 3 millimètres de longueur, vit à l'intérieur des feuilles à la manière des chenilles mineuses, dévorant le parenchyme sous l'épiderme supérieur. Il y a deux générations par an, la première en mai, la seconde fin juillet ou courant d'août.

Le *nématode de la betterave*, encore appelé le *phylloxera de la betterave*, est un des plus grands fléaux de cette culture quand il se multiplie dans le sol en nombre prodigieux, comme cela arrive quelquefois. Signalé pour la première fois, en Allemagne, par Schacht, en 1859, il était presque tombé dans l'oubli quand Schmitt, en 1871, reprit son étude ; divers auteurs s'en sont alors occupés comme Kühn et Strubel en Allemagne, Girard et Chatin, en France.

Le nématode n'éveille l'attention des cultivateurs que lorsqu'il s'est multiplié dans le sol en nombre tel que la culture en souffre réellement.

Il est peu difficile sur le choix de la plante et s'attaque indifféremment à la betterave, au

blé, au seigle, à l'avoine, à l'orge, aux crucifères en général et à un grand nombre de plantes adventices ; mais la betterave lui convient particulièrement, son retour fréquent dans les terres nématodées étant une des conditions favorables à la multiplication du parasite. Sa diffusion dans les cultures industrielles s'explique par l'entraînement de l'helminthe dans les eaux et les boues de lavage employées à la fumure des terres, par le passage des instruments et des attelages dans les champs infestés.

La nature du sol joue un rôle important dans le développement des nématodes, les terres légères chaudes et suffisamment humides sont celles qui lui conviennent le mieux ; au contraire, les terres argileuses, compactes, lui sont défavorables, probablement en raison des difficultés qu'il éprouve à s'y déplacer ; les terres calcaires sont aussi peu exposées à ses ravages.

Comme son nom l'indique, le nématode, ou anguillule de la betterave, est un petit ver microscopique dont les sujets les plus forts atteignent à peine un demi-millimètre de longueur. On l'appelle *heterodera* parce qu'à l'âge adulte la femelle, au lieu d'être cylindrique comme le mâle, a la forme d'un petit citron blanc facile à reconnaître sur les radicelles de betteraves où il existe en nombre prodigieux. Au sortir de l'œuf, la larve, qui affecte la forme d'un petit ver d'un

demi-millimètre environ, terminé par une queue très pointue et muni à son extrémité céphalique d'une coiffe d'où sort un style aigu, se dirige vers une radicelle de betterave, s'introduit dans son intérieur pour se nourrir des sucs de la plante et devient immobile. Si l'individu doit être une femelle, il prend la forme d'une petite outre qui, en augmentant de volume, refoule l'épiderme, forme une espèce de hernie d'où sort bientôt la femelle prête à être fécondée. Si c'est un mâle, l'évolution est un peu plus longue, il se forme une sorte de cocon que le ver, arrivé à l'état parfait, crève pour s'échapper au dehors.

On compte environ trois cents œufs pour chaque femelle, comme il peut y avoir cinq générations par saison, c'est par milliards d'individus qu'il faut compter la descendance d'un couple.

M. Chatin a constaté que les capsules à œufs se recouvrent, à l'approche de l'hiver, d'une enveloppe chitineuse très résistante, ce sont les *kistes bruns*.

Les betteraves attaquées par les nématodes ne meurent pas, mais elles sont atteintes dans leur développement, leurs feuilles jaunissent, s'atrophient et se fanent, et finalement la récolte est très réduite, bien qu'il y ait dans le sol tous les éléments nutritifs nécessaires à une abondante

production. Pendant longtemps, alors qu'on ignorait l'existence des nématodes, on a attribué la diminution de rendement dans les champs infestés, à la fatigue du sol, connue sous le nom de *fatigue betteravière*.

Maladies parasitaires. — Les maladies qui s'attaquent à la betterave sont nombreuses, mais on lutte d'autant plus difficilement contre elles qu'on ne connaît pas encore de procédés pratiques de destruction.

La *rouille de la betterave* (*uromyces betæ*) est caractérisée, comme tant d'autres rouilles, par l'apparition sur les feuilles de petits amas ronds, ponctiformes et de taches jaunes. Cette maladie ne sévit avec intensité que dans des cas exceptionnels ; d'après les observations faites jusqu'à présent, elle ne doit pas être considérée comme une affection fort fréquente.

Le *peronospora de la betterave* ou *maladie de la frisure* (*peronospora Schatii*), apparaît en mai et juin, aussitôt que les feuilles de la betterave ont pris quelque développement. Les feuilles au milieu de leur croissance et les feuilles du cœur montrent une teinte d'un vert plus pâle et sont plus ou moins frisées, déformées, comme moutonnées ; en même temps, elles se couvrent, à la face inférieure, d'un dépôt duveteux, généralement d'un gris cendré qui est le mycélium du champignon parasite. Le *peronospora* ne

paraît pas avoir, jusqu'à présent, causé de dommages sérieux.

La *pourriture du cœur* (*phoma betæ*) attire plus particulièrement l'attention, parce qu'elle provoque la pourriture de la racine. La maladie se manifeste par l'apparition sur le pétiole des feuilles du centre, en particulier, de petites taches blanchâtres cerclées de brun. Peu après le pétiole et le limbe se dessèchent, et on ne tarde pas à constater, au fur et à mesure que la maladie fait des progrès, que la racine est d'abord traversée de bandes noires ou tachées plus ou moins, puis envahie entièrement.

Cette maladie peut diminuer notablement le rendement parce que, d'une part, un grand nombre de racines sont perdues même avant la récolte et que, d'autre part, toutes les racines attaquées fournissent un poids inférieur à la normale.

M. Franck a reconnu, dans les betteraves atteintes par la pourriture, la présence d'un champignon, le *phoma betæ*, dont les spores se conservent dans le sol et vivent en saprophytes sous la forme mycélienne dans les matières végétales en décomposition.

La *tachure des feuilles* (*cercospora beticola*) se remarque dans le courant de l'été sur les feuilles bien développées. Les taches, de 1 à 2 millimètres de diamètre, traversent toute

l'épaisseur du limbe, de sorte qu'elles sont visibles sur les deux faces. On ignore la forme hivernale du *cercospora beticola*.

Les feuilles couvertes de taches conservent leur teinte verte et leur activité vitale et, par suite, la plante n'en souffre pas d'une façon appréciable.

Le *brunissement des feuilles* (*sporidesmium putrefaciens*) est le nom donné à une maladie que l'on constate parfois sur les feuilles de betterave qui jaunissent et se revêtent, en certains endroits, d'un enduit noirâtre. Cette maladie n'a pas causé jusqu'ici de dommages sensibles.

La *bactériose* ou *jaunisse* apparaît en pleine période de végétation, elle se caractérise par le jaunissement prématuré des feuilles, sans qu'on puisse découvrir sur elles aucun parasite capable de leur nuire. En arrachant la betterave on constate que le pivot radiculeux est mort, de teinte noirâtre, extrêmement flasque et raltiné. On y trouve des bactéries qui remplissent les cellules et même l'intérieur des vaisseaux.

Cette maladie, qui a été étudiée en 1898 par MM. Prillieux et Delacroix, a été constatée dans les cultures betteravières du Nord et des environs de Paris. On ignore comment les bactéries attaquent la plante et de quelle manière se déclare la maladie, désignée par Franck sous le nom de *pourriture du pivot*.

Il est beaucoup question depuis quelques

années de l'influence exercée par les parasites contenus dans les semences de betteraves à sucre. MM. Linhart et Stoklasa ont fait de ces parasites une étude approfondie d'où il résulte, que la graine sert d'agent convoyeur à de nombreux germes microbiens (*bacillus subtilis*, *mycoïdes vulgare*, etc. ; *phoma betæ*, *rhysoctonia violacea*, *pythium de baryanum*, etc., dont le développement, lorsqu'on expérimente au laboratoire, cause du dommage aux jeunes germinations.

A ce sujet, la station d'essai de Vienne a décidé de spécifier sur ses bulletins le nombre de germes malades que l'analyse aura permis de constater. Toutefois, ainsi que le fait remarquer le professeur Franck, la question du transport des germes parasites par les graines est encore trop peu avancée pour que l'on puisse tirer des expériences faites au laboratoire des conclusions véritablement pratiques. Toutes les graines ferment, du reste, des germes et M. L. Geschwind a trouvé les fructifications du *phoma betæ*, pour ne citer que ce champignon, sur toutes les tiges de porte-graines qu'il a examinées. Tous les sols en sont également infestés et il n'y a, par conséquent, aucune raison pour incriminer plutôt la graine que le sol.

Moyens employés pour combattre les ennemis et les maladies de la betterave à

sucre. — Les procédés employés contre les ennemis et les maladies de la betterave sont, le plus souvent, moins des moyens directs de les tuer que des remèdes préventifs opposés à leur propagation. Aucun cultivateur ne peut espérer, des nombreux moyens de destruction actuellement connus, 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. Une bonne préparation du sol, avec l'application d'engrais appropriés et en quantité suffisante, permettent un départ rapide de la végétation et assurent aux jeunes racines une force de résistance capable de les faire triompher de leurs ennemis.

Comme le fait remarquer M. Briem, Directeur de la station agronomique de Wohanka (1), c'est à l'inobservation de ces lois fondamentales que, trop souvent, on doit l'apparition et le développement des maladies. Dans ces cas-là, il est vraiment difficile de fournir des secours contre des ennemis qui se développent intantamment.

Les moyens employés pour combattre les ennemis de la betterave constituent actuellement une collection considérable, mais tous sont loin d'être efficaces. Nous parlerons seulement

(1) BRIEM. — *Les moyens les plus usités pour combattre les parasites animaux et végétaux de la betterave à sucre.* Agriculture rationnelle, 1897.

des principaux, en indiquant leur mode de préparation et leur emploi.

Pour lutter contre les ravages du *sybphe opaque*, on a d'abord recommandé le ramassage des insectes, l'écrasement, les roulages, les binages, l'emploi d'obstacles divers, bandes de zinc, fossés, toiles goudronnées placées en bordures des champs de betteraves ; mais ces moyens mécaniques sont absolument insuffisant, ils sont, du reste, inapplicables lorsque de grandes surfaces sont attaquées par l'insecte. Les cultures intercalaires de plantes-pièges, les débris animaux, ne donnent que des résultats nuls ou incomplets. L'emploi des insecticides mérite seul de fixer l'attention. Nous citerons parmi les produits les plus connus :

1° Le vert de Paris (arsénite de cuivre).

2° Le pourpre de Londres (arséniate de chaux).

3° La bouillie arsénicale de M. Gaillot.

4° L'insecticide à base de savon vert et d'huile de colza, de M. Fouquier d'Hérouel.

Le *vert de Paris* et le *pourpre de Londres* ont été préconisés par M. Grosjean, Inspecteur général de l'Agriculture, qui en avait vu faire l'emploi en Amérique pour la destruction du *doryphora* de la pomme de terre. Ces deux matières, étant solubles, sont employées à l'état sec, en mélange avec des substances inertes ou en

suspension dans l'eau. Un seul traitement suffit ordinairement.

Les préparations peuvent se faire de la manière suivante :

Emploi à l'état sec	Emploi à l'état liquide
Vert de Paris ou pourpre de Londres (pulvérisés) 1 kg.	Vert de Paris ou pourpre de Londres 1 kilogramme
Plâtre ou sable fin. 100	Farine 1 à 2 //
	Eau 450 litres

L'emploi à l'état sec se fait au moyen d'un soufflet analogue à celui employé pour le soufrage des vignes. La solution est distribuée à l'aide d'un pulvérisateur ; elle doit être agitée fréquemment, pour que le produit puisse se tenir en suspension parfaite.

La *bouillie arsénicale* de M. Gaillot est ainsi composée :

Acide arsénieux.	100 grammes
Carbonate de soude	100 //
Sulfate de cuivre	1 000 //
Chaux vive	1 000 //
Mélasse.	2 000 //
Eau	100 litres

L'emploi se fait avec un pulvérisateur. Deux traitements sont souvent nécessaires ; ils se font à raison de 400 litres par hectare, ce qui entraîne une dépense de produit de 3 à 4 francs pour chaque opération.

Désireux de supprimer les produits arsénicaux d'un emploi toujours dangereux, M. Fouquier d'Hérouel a proposé une formule ne comportant aucune matière toxique :

Huile de colza.	15 kilogrammes
Savoia vert	1 "
Eau	84 litres.

L'application se fait de préférence par un temps chaud, au moyen d'un pulvérisateur. La dépense de main-d'œuvre et de matières premières s'élève à 20 ou 25 francs par hectare.

Quand la récolte paraît au début gravement compromise, il est préférable de réensemencer plutôt que d'employer des insecticides qui ne constituent qu'un palliatif inefficace dans le cas d'invasions réitérées.

Contre les *altises*, on a proposé l'alternance des cultures, et aussi l'épandage d'insecticides à base de goudron ou de naphthaline, mais on n'a pas eu jusqu'à présent trop à se préoccuper des ravages de ces insectes pas plus que de ceux de la *casside* et, dans ces conditions, on n'a pas à s'inquiéter des moyens spéciaux pour les détruire.

Contre l'*antomaire linéaire*, on a préconisé l'imprégnation des semences avec l'huile de cameline, et l'alternance des cultures.

Pour la destruction du *ver blanc*, on a beaucoup parlé, il y a quelques années, de l'emploi de cultures pures d'un champignon cryptogame, le

botrytis tenella, dont l'action nocive a été parfaitement établie en théorie par M. Le Moul't et quelques autres expérimentateurs. Il ne paraît pas que la pratique agricole ait sanctionné les espérances que les essais de laboratoire avaient fait naître. Le hannetonnage, le ramassage des larves et le déchaumage sont encore actuellement les seules armes de défense qui aient fait leurs preuves dans la lutte contre le ver blanc.

Contre les *nématodes*, on a proposé de nombreux moyens de destructions. Tout d'abord, l'alternance des cultures et même l'abandon temporaire de la culture de la betterave dans les champs nématodés, étant donné que le retour fréquent de la betterave dans le même sol est la cause principale de l'helminthiasis, la mise en luzerne des terres et l'emploi d'engrais rapidement assimilables.

Puis la culture de plantes-pièges préconisée par Kühn, telles que le colza, la navette, dont les nématodes sont très avides. La méthode, un peu délicate, il est vrai, a donné de bons résultats en Allemagne, mais elle n'a pas encore reçu d'application bien sérieuse en France.

L'emploi des insecticides a été également recommandé. Nous ne parlerons que pour mémoire du moyen indiqué par A. Girard : injections dans le sol, à l'aide d'un pal, de sulfure de carbone à haute dose (300 grammes par mètre

carré), soit une dépense de 30 à 35 francs par hectare, non compris la main-d'œuvre.

Récemment, M. Willot a préconisé les arrosages avec les eaux d'épuration du gaz de houille qui ont, en même temps, l'avantage de fumer le sol. M. Schreider, agronome de l'État belge à Hasselt, poursuit depuis plusieurs années des expériences sur l'action des sels ammoniacaux dans les terres nématodées. Le sulfate d'ammoniaque lui semble être un bon némato-cide, préférable aux eaux du gaz dont l'emploi est très onéreux en raison des frais considérables de transport et de main-d'œuvre. Ce sel, administré à doses intensives compatibles avec la croissance des plantes, agit à la fois comme engrais et comme insecticide. Ce serait cependant se faire illusion, dit M. Schreider, que de croire qu'il est possible d'exterminer jusqu'aux derniers nématodes par un seul traitement; l'application du sulfate d'ammoniaque doit être répétée sans interruption pendant un certain nombre d'années, variable avec le degré de contamination du sol.

Pour détruire le *ver gris* on recommande parfois les roulages, mais pratiquement les betteraves souffrent plus du traitement que de l'insecte.

Contre le *taupin*, on a proposé l'emploi, avant les semailles, d'une grande quantité de tourteau

de colza ; mais ce procédé est peu efficace. Le taupin est, paraît-il, sensible au contact des matières salines, aussi a-t-on recommandé l'emploi du nitrate de soude, de la kaïnite et même du sel de cuisine comme moyen de préservation ou de destruction.

Pour lutter contre les *maladies cryptogamiques*, on a signalé un grand nombre de produits chimiques, mais il faut attendre que des essais fructueux aient été constatés pour se prononcer sur leur efficacité.

Le sulfate de cuivre en solution à 2 ou 4 ‰, a donné, entre les mains de MM. Prillieux et Delacroix, de très bons résultats pour la destruction des germes microbiens, et particulièrement du *phoma betæ*, renfermés dans les glomérules. Mais le *phoma betæ* étant très répandu dans le sol, le trempage des graines dans des solutions cuivriques ne suffit pas pour enrayer ses ravages. Jusqu'à présent on n'a pas trouvé le moyen de l'y détruire. On en est donc réduit, dans cette lutte, à l'emploi des procédés que l'expérience a reconnus capables d'écarter le plus possible les causes qui favorisent le mal, comme l'ameublissement et l'aération du sol, le roulage après les semailles, l'emploi de la chaux vive, etc.

En ce qui concerne les maladies cryptogamiques une règle importante, pour éviter leur propagation, est d'enlever des champs, le plus

tôt possible, les parties malades des plantes, afin d'empêcher l'infection de la couche arable.

Par ce qui précède, on voit que la science et la pratique fournissent de nombreux moyens de défense contre la multitude des insectes qui s'attaquent à la betterave ; il y a lieu d'espérer, en ce qui a trait aux maladies, que la science ne restera pas impuissante. Mais quels que soient ces moyens de défense, le cultivateur se garantira de bien des ravages, s'il observe exactement les lois fondamentales de la production.

CHAPITRE X

RÉCOLTE ET CONSERVATION

Maturité de la betterave. — L'arrachage de la betterave à sucre doit se faire aussitôt la maturité; mais à quels signes reconnaît-on que la betterave est mûre ?

Jusqu'à présent on n'a trouvé aucun indice certain de la maturité. Le D^r Briem a fait de nombreuses expériences desquelles il résulte que, dans les betteraves arrivées à complète maturité, le rapport du poids des racines au poids des feuilles est de 70 à 30. Ce rapport est atteint fin septembre à fin octobre suivant :

- 1° l'époque plus ou moins hâtive des semailles ;
- 2° la fertilité du sol et la nature des engrais ;
- 3° enfin, selon les circonstances météorologiques.

Cette méthode est assurément ingénieuse, mais, comme le fait remarquer M. G. Dureau, le rapport entre le poids des feuilles et celui des racines doit varier avec les variétés. En général, plus la variété est riche, plus le poids des feuilles p. %₀ de racines est élevé, et il y aurait probablement lieu de tenir compte de ce fait.

Une opinion qui a généralement cours aujourd'hui veut qu'à une époque déterminée, vers la fin de septembre ordinairement, la souche de la betterave atteint une teneur en sucre qui dorénavant doit rester stationnaire. Cependant, il résulte des observations faites par le D^r Briem d'abord, par A. Girard ensuite, qu'une nouvelle période d'accroissement peut succéder, pendant la saison automnale, à la période stationnaire dont tous les observateurs ont constaté l'existence. Voici les résultats obtenus par A. Girard avec des betteraves de différentes provenances cultivées en 1885 au champ d'expériences de l'Institut agronomique, à Joinville-le-Pont :

Désignation	Poids des racines		Sucre p. 0/0		Sucre au mètre carré		Gain en sucre par mètre carré
	20 Octobre	21 Décembre	20 Octobre	21 Décembre	20 Octobre	21 Décembre	
	gr.	gr.			kg.	kg.	
Betteraves Desprez	213	285	13,97	13,42	0,243	0,323	79
Betteraves Fouq. d'Hérouel . .	200	267	11,57	12,73	0,214	0,298	84
Betteraves Simon Legrand	175	227	11,85	10,39	0,162	0,248	86
Betteraves Vilmorin	150	200	11,76	11,96	0,175	0,241	76

Étant donné que la production et l'emmagasinage du sucre peuvent se prolonger au-delà de l'époque à laquelle la betterave est habituellement livrée aux sucreries, on serait tenté de condamner les arrachages hâtifs s'ils ne se justifiaient pas par les exigences du travail industriel de la sucrerie et par les conditions particulièrement fâcheuses qu'offrent à la conservation en terre le climat auquel les betteraves sont soumises et le terrain où elles végètent. On comprend facilement le danger des pluies et des gelées pour la récolte ; le retard est particulièrement défavorable dans les sols argileux où la terre adhère fortement aux racines.

Au sujet de la pluie qui survient au moment de l'arrachage, observons qu'elle ne fait pas passer le sucre dans les feuilles comme on l'a quelquefois prétendu. S'il y a moins de pour cent de sucre dans la racine, c'est parce qu'il y a eu, ainsi que l'a démontré M. Girard (Chap. II) accroissement du poids de la racine dû à une forte absorption d'eau.

Dans la région du Nord, où la betterave à sucre occupe de grandes étendues, la récolte commence vers le 15 septembre ; les industriels accordent souvent un supplément pour les livraisons faites à cette époque. Il faut reconnaître, du reste, qu'il n'est pas facile, surtout dans les exploitations betteravières, d'arracher

toutes les pièces en même temps et au moment précis de la maturité. Le manque de main-d'œuvre, la difficulté des transports, la nécessité d'ensemencer en céréales d'automne, en un mot, une foule de circonstances empêchent le cultivateur d'opérer sa récolte en temps opportun.

Arrachage. — L'arrachage se fait soit à la main, avec des outils spéciaux tels que bêche ou fourche, soit à l'aide d'arracheuses mécaniques.

L'arrachage à la main est encore le plus répandu aujourd'hui; l'outil à préférer varie avec la nature du sol et aussi, dans une certaine mesure, avec la variété cultivée. Quel que soit l'instrument employé, il y a un principe qui doit prédominer, c'est que la betterave ne doit jamais être blessée, car toute racine atteinte par le fer est condamnée à la pourriture dans un délai plus ou moins court.

Les betteraves arrachées sont d'abord secouées pour en détacher la terre, puis déposées en trains alignés que suivent les ouvriers chargés du *décolletage*.

L'arrachage à bras d'homme est lent et coûteux, surtout lorsque le sol est durci par la sécheresse, aussi a-t-on cherché depuis longtemps à employer des machines.

On s'est servi tout d'abord d'une forte charrue à soc étroit labourant tout le terrain dans le

sens des lignes de betteraves, mais ce procédé très lent rendait très difficiles les charrois pendant les temps humides.

En 1867, M. Lefebvre-Flamant substitua au sep et au soc ordinaires de la charrue, une barre de fer aciérée, terminée en pointe et il obtint ainsi une sorte de fouilleuse.

D'autres appareils furent imaginés par MM. Delahaye, Bajac, Lecq, Cartier, Cande-

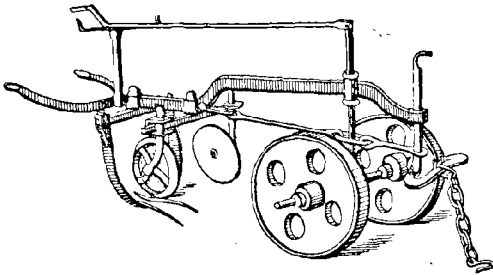


Fig. 21

lier, etc., mais ce n'est guère qu'à partir de 1885, que les arracheurs mécaniques commencèrent à se répandre dans les régions betteravières. Les instruments les plus employés aujourd'hui sont du type Bajac (*fig. 21*), à soc à griffes, ou du type Candelier, à soc unique; mais malgré les avantages qu'ils présentent au point de vue de la rapidité et de la facilité de l'arrachage de la betterave, ils sont loin encore de représenter

l'idéal. Ce que l'on pourrait demander de mieux, à une époque où la question de la main-d'œuvre s'impose de plus en plus à l'attention des agriculteurs, serait une machine arrachant parfaitement toutes les betteraves et complétée par un appareil qui couperait les collets à la bonne place, débarrasserait les racines de la terre adhérente et les déposerait en tas ou en lignes dans le champ pour être chargées ensuite sur les voitures.

A l'heure actuelle le problème n'est pas encore complètement résolu, mais les constructeurs font tout leur possible pour en trouver la solution pratique. Déjà un constructeur belge, M. Frennet, a imaginé une arracheuse pourvue

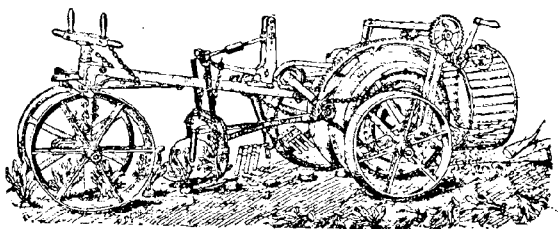


Fig. 22

d'un décolleteur et d'un nettoyeur de betteraves (*fig. 22*). Les racines soulevées par le mouvement de rotation de deux couronnes à disques tranchants, après avoir été décolletées automatiquement, sont portées à la hauteur

d'un décrocteur, placé en arrière de la machine, qui les secoue et les rejette sur le côté du rayon où il n'y a plus qu'à les ramasser.

L'arracheur Frennet a été expérimenté avec un certain succès aux concours de Cambrai en 1895 et de Laon en 1899; mais il est loin encore de représenter la machine idéale qu'on pourra, à juste titre, dénommer : « La Moissonneuse de betteraves du xx^e siècle ».

« Si, dit M. Bajac (1), la mécanique agricole parvenait à doter la culture de l'appareil décolletant convenablement, nettoyant et mettant les betteraves en chaînes continues ou en tas régulièrement espacés, elle comblerait évidemment bien des désirs.

« Rien n'est impossible et le xx^e siècle verra bien sans doute cet outil merveilleux. Espérons donc l'idéal, mais en attendant vivons avec la réalité ».

Conservation. — Généralement les betteraves sont transportées, après la récolte, aux fabriques ou aux dépôts placés au voisinage des sucreries, au fur et à mesure des livraisons, qui se succèdent rapidement pendant le mois d'octobre et même pendant une grande partie du mois de novembre. Les betteraves sont accumu-

(1) A. BAJAC. — *Arrachage mécanique de la betterave*. Congrès international d'Agriculture, 1900.

lées en tas qu'on enlève pour les besoins de la fabrication ; comme celle-ci se prolonge jusqu'en janvier et même février, il est nécessaire de soustraire les racines aux causes d'altération en les accumulant sous des hangars ou en les ensilant.

Il est possible de conserver assez longtemps les betteraves sans grande altération en suivant les règles édictées par la pratique et par l'expérience. Or, comme le fait observer M. Leroux, la betterave se décompose et perd son sucre sous l'influence de trois causes : l'eau, l'air, la chaleur, et tous les efforts pour obtenir une bonne conservation doivent reposer sur l'atténuation de l'influence de ces trois facteurs ; c'est dans ce but qu'on fait des silos.

L'essentiel pour que les betteraves puissent se conserver intactes est qu'elles soient exemptes de blessures profondes, qu'elles soient légèrement humides, bien décollées et propres. Les silos doivent être établis en terrains perméables et disposés de façon à ce que l'eau s'écoule régulièrement et n'entre pas dans les tas de betteraves. Il faut éviter de former des silos trop volumineux, il en résulte peut-être un supplément de travail, mais il est bien compensé par le rendement plus élevé en sucre que l'on retire des betteraves.

On doit surveiller de très près les racines en-

silées et contrôler la température au moyen d'un thermomètre. Aussitôt que celui-ci accuse une élévation extraordinaire, il faut démolir le silo et mettre immédiatement les betteraves en œuvre.

Mais si une trop grande élévation de température est nuisible à la bonne conservation des racines, un refroidissement considérable est tout aussi préjudiciable. Les betteraves soumises à l'action des gelées et conservées après le dégel perdent rapidement une partie de leur sucre cristallisable qui se transforme en incristallisable, pour subir ensuite les fermentations alcooliques et acides. M. Pagnoul a fait des recherches très intéressantes concernant l'action des gelées sur la composition des betteraves à sucre. Voici les résultats qu'il a obtenus : 1° avec le jus extrait d'un lot de betteraves gelées ; 2° avec le jus extrait des moitiés de ces mêmes betteraves dégelées :

Désignation	1°	2°
Densité du jus	11,0	6,6
Sucre au décilitre	22,03	13,75
Pureté	76,1	80
Sucre p. ‰ au coefficient 95	19,03	12,25
Glucose au décilitre	1,81	0,59
Acide en acide acétique	0,21	0,15

Les betteraves soumises à l'action du froid ne paraissent pas subir de transformations avant le dégel, mais, avec un peu d'habitude, on distingue les portions atteintes à leur transparence particulière qui se remarque surtout lorsqu'on enlève une portion de la chair avec un couteau. L'emploi de ces racines dans la fabrication présente de nombreux inconvénients. Elles ralentissent le râpage qui devient plus difficile et plus coûteux, elles donnent lieu à une usure plus rapide du matériel, elles nécessitent une plus grande dépense de main-d'œuvre, de force et de combustible; le nettoyage en est plus difficile, enfin les cosselles sont épuisées moins complètement.

Il convient, par conséquent, de protéger les betteraves contre les froids en recouvrant les silos d'une couche de terre assez épaisse pour empêcher la gelée d'y pénétrer. On ne met pas en silos les racines que l'on veut travailler au début de la campagne jusqu'à la fin de novembre environ. On les conserve en tas dans la cour des fabriques en les recouvrant d'une simple couche de paille ou de bâches imperméables.

En Allemagne, on utilise pour l'ensilage des betteraves des installations spéciales qui, non seulement, conservent bien les racines, mais encore facilitent le chargement et la vidange du silo. On a même installé dans quelques usines,

notamment à Elsdorf et à Euskirchen aux environs de Cologne, des silos à ventilation artificielle.

On constate toujours dans les betteraves conservées une déperdition de sucre due à des transformations qui s'opèrent dans les tissus de la plante et qui donnent lieu à un dégagement d'acide carbonique. D'après M. Vivien, on peut évaluer le sucre consommé pendant une période de trente jours comme étant égal à 5 kilogrammes par 1000 kilogrammes de racines. Cette proportion augmente après les deux premiers mois de conservation, surtout quand la température moyenne de décembre et de janvier est élevée.

En sucrerie, la meilleure période pour la fabrication s'étend de la fin de septembre à décembre inclusivement ; à partir de ce moment, la teneur saccharine et la pureté baissent énormément.

CHAPITRE XI

VENTE DES BETTERAVES A SUCRE

Les marchés de betteraves. — Généralement, la vente des betteraves à sucre se fait par marché, c'est-à-dire que le cultivateur prend l'engagement de faire de la betterave dans des conditions déterminées et à un prix fixé d'avance. Au moment des semailles, le fabricant cherche à s'assurer pour la future campagne une certaine quantité de racines, de manière à pouvoir négocier sur une quantité ferme de sucre livrable après fabrication ; de son côté, le cultivateur cherche à s'assurer un débouché pour sa récolte. Ils font entre eux un *compromis* par lequel le cultivateur 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. Dans la plupart des cas, le cultivateur est libre de diriger sa culture à son gré et d'employer les engrais qui lui conviennent ; le fabricant fournit la semence afin d'être certain

de l'authenticité et de la valeur des variétés cultivées.

Quelques cultivateurs ne prennent pas d'engagement en ce qui concerne leur livraison de betteraves aux usines ; ils préfèrent attendre pour la vente le mois de septembre, de manière à pouvoir discuter le prix de leurs racines en se basant sur les cours des sucres. Mais, dans ce cas, ils peuvent être à la merci du fabricant, s'ils ne veulent voir leur récolte compromise ; aussi est-il plus prudent pour eux de signer un compromis.

La livraison des racines est souvent faite à l'usine, mais c'est là une source de grosses dépenses que certaines fabriques s'efforcent de réduire en établissant, à leurs frais, des dépôts pourvus de balances à proximité des cultures et sur les artères très fréquentées.

La vente des betteraves se fait d'après la densité ou d'après le degré saccharimétrique. Dans les deux cas, elle comporte différentes opérations : la prise d'échantillon, la tare et l'analyse du jus.

Prise d'échantillon. — La prise d'échantillon se fait à la voiture ou au wagon et, dans certains cas, dans le champ ou au silo.

Lorsque la vente se fait au wagon ou à la voiture, on fait une détermination de densité ou de richesse saccharine pour chaque wagon

ou par chaque deux ou trois voitures, en ayant soin de choisir les racines dans toute la masse de manière à obtenir un échantillon moyen.

Le prélèvement des échantillons a lieu parfois sur le champ même. On arrache, par exemple, une certaine quantité de racines que l'on dispose en lignes par ordre de grosseur, puis on prélève la dixième, la vingtième, etc., pour obtenir vingt-cinq à trente racines à l'hectare. On peut opérer de la même façon avant l'arrachage en partant d'une ligne prise au hasard et en se dirigeant en ligne droite.

Le fabricant se réserve toujours le droit de contrôler la densité de vente par des prises d'échantillon faites au moment de la livraison des racines aux sucreries.

Les betteraves entraînent toujours au moment de leur arrachage, principalement dans les années humides, une certaine quantité de terre dont le poids doit être défalqué de celui qu'a indiqué la bascule. Pour établir exactement le poids des racines pouvant servir à la fabrication, on en prélève une certaine quantité au moment de la livraison, on les lave et on les nettoie soigneusement à la brosse, puis on en fait le décolletage perpendiculairement à l'axe, à la naissance de la première feuille. C'est ce qui s'appelle faire la *tare*; cette opération doit être surveillée de près par le cultivateur.

D'après la loi du 7 avril 1897 et le décret du 13 juillet relatif à son application, toutes les bascules servant au pesage des betteraves livrées par le cultivateur doivent être munies d'un appareil enregistreur agencé de manière à imprimer successivement sur le même ticket et

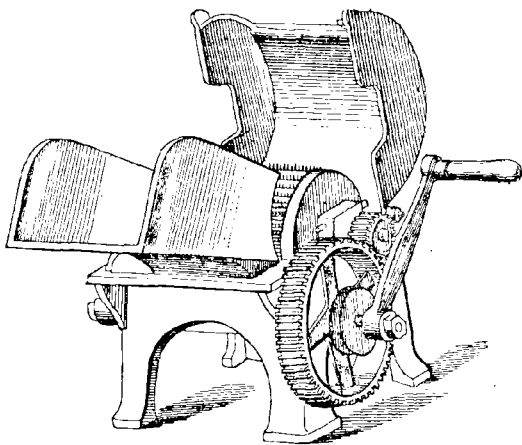


Fig. 23

sur deux lignes suffisamment espacées, le poids des voitures à plein et à vide.

Ces opérations relatives au pesage, au déchet et à la densité doivent avoir lieu sous le contrôle des agents des contributions indirectes attachés aux usines. Les fabricants sont tenus de faci-

liter ce contrôle et de fournir les instruments nécessaires.

La loi du 7 avril 1897 devait être mise en vigueur au 1^{er} septembre 1897 ; mais, par suite d'un accord tacite entre cultivateurs et fabricants, il est bien peu d'usines qui se soient conformées aux dispositions relatives au contrôle des réceptions de betteraves par les agents des contributions indirectes.

Analyse des betteraves. — Tout le monde est aujourd'hui d'accord pour admettre que la betterave à sucre ne peut être vendue qu'en prenant sa richesse pour base, mais trois méthodes peuvent être adoptées :

- 1° La détermination de la densité du jus ;
- 2° La détermination du titre saccharimétrique du jus ;
- 3° L'analyse directe de la râpure.

Densité. — La détermination de la densité pour l'évaluation de la richesse en sucre des betteraves est la méthode suivie en France depuis l'application de la loi de 1884. Elle est obtenue à l'aide d'un densimètre qui, d'après la loi du 6 juin et le décret du 2 août 1889, doit indiquer le poids absolu des liquides à la température de 15°, c'est-à-dire marquer 0 dans une dissolution saline dont le litre pèse 1 000 grammes à la température ordinaire.

Si l'observation n'est pas faite à 15, une

correction est nécessaire, parce que le liquide se dilate et devient plus léger à mesure que la température s'élève. On a construit des tables donnant les corrections à faire, mais, comme le fait remarquer M. Pagnoul, elles ne peuvent être rigoureusement exactes, attendu que la dilatation des jus varie avec leur composition. On

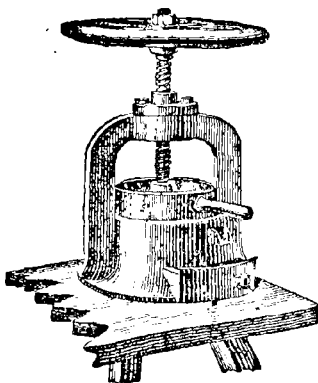


Fig. 24

peut se borner à ajouter ou à retrancher 0,1 au degré trouvé, selon que la température est de 4° supérieure ou inférieure à 15°.

La détermination de la densité du jus, bien qu'extrêmement simple en apparence, demande

certaines précautions indispensables pour que le chiffre lu sur le densimètre soit le chiffre exact.

La première chose à faire est de bien nettoyer et décoller les betteraves qui composent le lot à analyser et qui ne doivent pas être en nombre inférieur à 5. Si le lot à analyser n'est pas bien considérable, on râpe entièrement les racines ;

dans le cas contraire, on râpe seulement la moitié ou le quart des racines coupées exactement dans le sens de la longueur (*fig. 23*). La pulpe obtenue est placée dans un linge puis soumise à une pression énergique dans une presse à vis (*fig. 24*). Il semble résulter des expériences faites récemment

par M. Saillart à l'École nationale des Industries agricoles, que le jus sortant au début accuse une densité et une richesse en sucre toujours plus élevées que celui extrait le dernier. La variation peut atteindre quelques dixièmes. Le jus est versé dans une éprouvette assez haute et assez large pour que le densimètre y puisse flotter aisément (*fig. 25*). Il importe de remplir complètement l'éprouvette afin que le liquide déborde, de chasser en soufflant la mousse qui

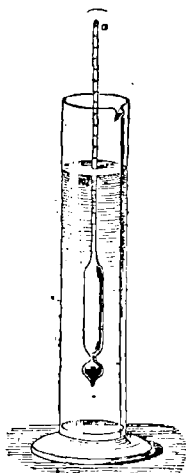


Fig. 25

se trouve à la surface et d'attendre dix à quinze minutes avant de plonger le densimètre, afin que la mousse ne se forme plus. Elle est due, en effet, aux bulles d'air qui sont en suspension dans le liquide et peuvent en affaiblir la densité de plusieurs dixièmes de degré.

Lorsque le densimètre est plongé, le liquide s'élève contre les parois de l'éprouvette en formant ce qu'on appelle le ménisque. La lecture ne doit pas se faire au sommet de la couche amincie qui entoure la tige, mais, comme le recommande M. Pagnoul, sur le prolongement de la surface horizontale du liquide qu'il est toujours facile d'évaluer avec une approximation suffisante sur les densimètres à divisions espacées.

De la densité du jus déterminée comme nous venons de l'indiquer, on déduit parfois la richesse en sucre p. $\%$ de betteraves en multipliant le chiffre obtenu par le facteur 2.

En parlant de cette idée que le poids du sucre doit être double du degré, on a même fait une convention qui consiste à prendre pour degré le poids du sucre divisé par 2.

M. Pagnoul a montré combien cette convention est arbitraire. La même densité est loin de correspondre toujours à la même richesse, et il peut y avoir autour de la moyenne des écarts allant jusqu'à deux unités. Le poids du sucre p. $\%$ de betterave est, en moyenne, inférieur ou supérieur au produit du degré multiplié par 2, selon que ce degré est lui-même inférieur ou supérieur à 7,5.

La densité employée seule donne donc une idée insuffisante de la betterave ; si elle est très

bonne pour renseigner le cultivateur sur la qualité de ses racines, elle fournit une base incertaine pour les compromis. Ajoutons cependant en faveur de cette méthode, qu'elle est très simple, facile à exécuter et, qu'en outre, elle n'exige aucun matériel de laboratoire. Quelles que soient, par conséquent, les modifications qui pourront être apportées dans l'avenir dans les marchés de betteraves, elle sera toujours appelée à rendre de grands services.

Analyse des jus ou analyse indirecte. — La richesse saccharine des jus peut être déterminée avec une grande exactitude par l'emploi du saccharimètre.

On introduit dans un ballon portant deux traits de jauge, l'un à 100 centimètres cubes, l'autre à 110, 100 centimètres cubes de jus ayant servi à la prise de densité ; on complète à 110 centimètres cubes avec une solution de sous-acétate de plomb à 28 ou 30° Baumé, on agite le flacon et on laisse reposer jusqu'à ce que l'on aperçoive dans la masse verdâtre quelques points incolores. Alors on filtre et on examine le liquide obtenu dans un tube saccharimétrique de 0^m,20 de longueur. Si le liquide était trouble, on pourrait le clarifier avec une ou deux gouttes d'acide acétique.

Le sucre par décilitre de jus s'obtient en augmentant d'un dixième le chiffre trouvé au

saccharimètre, pour tenir compte du sous-acétate de plomb employé, et en multipliant par 0,1619. Pour supprimer les calculs on fait usage des tables de polarisation (1).

La richesse du jus n'est pas celle de la betterave, et c'est cette dernière que le fabricant doit connaître. Pour l'obtenir, on admet que la proportion de jus contenu dans la racine représente, à peu de chose près, les 95 % de son poids et que le jus extrait de la pulpe par pression est bien identique à celui qui reste. Mais deux causes d'erreur peuvent porter sur le résultat ; d'abord la proportion de jus n'est pas toujours exactement de 95, et ensuite il a été reconnu que le jus obtenu par pression est plus riche au début qu'à la fin. M. Pagnoul a vérifié ce fait en 1896 en même temps qu'il a constaté que les jus, tout en devenant moins riches sont plus purs, ce qui explique que la densité décroît plus vite que la richesse. Il n'y a donc pas d'homogénéité entre le jus extrait et le jus total contenu dans la racine.

Pour déduire la richesse de la betterave de celle du jus, il s'agit de prendre un coefficient qui représente la proportion du jus contenu dans 100 de pulpe.

Pour trouver ce coefficient, il faut déterminer,

(1) SIDERSKY. — *Loc. cit.*

d'abord la densité et la richesse du jus, puis, par une analyse directe, la richesse de la pulpe, et chercher, au moyen de la formule que nous avons indiquée, par quel nombre il faut multiplier la première pour avoir la seconde. Quatre-vingt-deux analyses comparatives opérées sur la pulpe et sur le jus ont donné à M. Pagnoul, pour ce coefficient, soixante-dix-sept fois des nombres compris entre 0,95 et 0,91 et se groupant autour de 0,93 ; il n'a jamais obtenu aucun chiffre inférieur à 0,90.

« Je crois qu'il conviendrait, dans l'analyse indirecte, d'adopter le coefficient 0,93, non comme représentant la quantité de jus contenu dans 100 de betteraves, mais pour passer de la richesse du jus à celle de la betterave ».

De la densité et de la richesse du jus, on peut déduire la *pureté*, c'est-à-dire le rapport entre le poids p du sucre contenu dans un décilitre de jus et le poids P que devrait contenir un décilitre de dissolution sucrée pure, pour avoir la même densité. La pureté sera donnée par l'équation $\frac{p}{P}$ et la différence $P - p$ sera ce que l'on appelle le non-sucre.

Pour avoir le poids P , on peut consulter des tables qui donnent, pour chaque degré de densité, le poids de sucre nécessaire pour avoir un décilitre de dissolution. D'après M. Pagnoul, on obtient à peu près les chiffres contenus dans ces

tables en multipliant le degré par le coefficient 2,6.

Analyse directe. — Tous les chimistes sont d'accord aujourd'hui pour préférer à l'analyse indirecte effectuée sur le jus, l'analyse directe effectuée sur la pulpe par les méthodes de M. Pellet, que nous avons indiquées à propos de la sélection chimique des porte-graines.

On pèse un certain poids de pulpe obtenue au moyen d'une râpe conique Pellet et Lomont (*fig.* 26), et rendue homogène par l'agitation, soit 16,29 ou 32^{gr},58 pour le saccharimètre Laurent⁽¹⁾, on l'introduit dans un ballon de 100 ou de 200 avec 5 à 10 centimètres cubes de sous-acétate de plomb à 28 ou 30° Baumé. On remplit avec de l'eau presque entièrement jusqu'au trait de jauge et on maintient à 80° au bain-marie pendant 30 à 45 minutes. Le liquide étant refroidi à 16°, on ajoute une goutte d'éther pour

(1) Pour tenir compte du volume du marc et du précipité plombique, on peut peser :

Pour le poids normal du saccharimètre	
Laurent	16 ^{gr} ,29
pour le poids normal du saccharimètre	
Schmidt et Hœnsch	25, 87
pour le double du poids normal du	
saccharimètre Laurent	32, 33
pour le double du poids normal du	
saccharimètre Schmidt et Hœnsch	51, 40

Et l'on fait 200 ^o/_o seulement.

abattre la mousse, puis de l'eau pour compléter le volume de 100,9 ou de 200,7, afin de tenir compte de l'insoluble. Le ballon est agité, puis son contenu est jeté sur un filtre ; après avoir éloigné les premières gouttes qui passent généralement troubles, on obtient un liquide clair dont on remplit un tube polarimétrique de 20 centimètres. La lecture au saccharimètre Laurent donne directement le sucre pour 100.

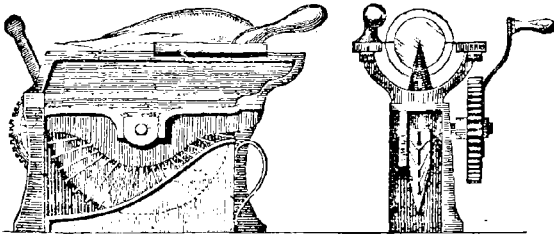


Fig. 26

Lorsqu'on possède une pulpe crème, la *digestion à froid* est suffisante pour faire passer tout le sucre à l'état de dissolution.

L'achat des betteraves suivant leur teneur réelle en sucre est certainement le plus juste, il est couramment employé en Belgique et même en Hollande. Il serait donc à désirer que l'analyse directe fût aujourd'hui la seule admise, mais il importe de faire remarquer qu'elle demande plus de temps qu'une détermination de densité. « Au

point de vue pratique, dit M. Pagnoul, il convient de recourir encore à la densité comme fournissant des renseignements utiles à connaître, mais il y a lieu de l'abandonner comme base des transactions en engageant le cultivateur à adopter l'analyse directe comme étant la plus rationnelle et la plus exacte. Mais il ne faut pas exagérer les défauts de l'analyse indirecte, attendu qu'elle conduit à des approximations acceptables, qu'elle présente l'avantage de donner la pureté de la racine et qu'elle est encore généralement admise dans les compromis ».

CHAPITRE XII

—

FRAIS DE CULTURE

Il est assez difficile de se rendre un compte exact des frais qu'entraîne la culture de la betterave à sucre et des bénéfices qu'on peut en retirer, car les éléments de calcul sont variables et les généralisations dans ce sens seraient toujours hasardées.

Les dépenses sont toujours très élevées, non seulement par suite des grandes quantités d'engrais complémentaires qu'il faut à la plante, mais encore en raison des nombreuses façons culturales qu'elle exige. Il ne faut pas oublier non plus que la betterave demande des terres profondes d'excellente qualité et partant, d'un loyer élevé. Il est donc de toute nécessité, pour réaliser des bénéfices, que le rendement en poids soit assez considérable et aussi que la racine soit riche puisque la vente se fait suivant la richesse.

Dans les conditions actuelles, les bons cultivateurs ne peuvent guère espérer dépasser, en

moyenne, un rendement de 30 000 kilogrammes par hectare, les variétés cultivées depuis 1884 étant beaucoup moins productives que les anciennes. Pour l'ensemble de la France, la moyenne des rendements est de 25 142 kilogrammes pour 1899, mais elle varie suivant les années, par suite des circonstances météorologiques. C'est ainsi qu'en 1889, elle a atteint le chiffre de 31 565 kilogrammes, tandis qu'en 1893, elle s'est abaissée à 23 300 kilogrammes.

Les rendements varient non seulement dans le temps, mais encore dans l'espace pour une même année, ce qui tient à la nature des terres, aux variétés cultivées et au mode de culture. A ce sujet, il y a des différences marquées entre les départements ; c'est ainsi qu'en 1898, par exemple, le rendement a été de 30 000 kilogrammes par hectare dans le Nord et l'Oise, de 28 000 dans l'Eure et le Calvados, de 26 000 dans le Pas-de-Calais, Seine-et-Marne et Seine-et-Oise, de 23 000 dans la Somme et de 22 000 dans l'Aisne. Les rendements moyens ne sont donc nullement en rapport avec l'étendue consacrée à la culture de la betterave.

On ne saurait évaluer le produit moyen par hectare en bonne culture à plus de 28 000 ou 30 000 kilogrammes ; c'est donc, en prenant pour base le prix de 25 francs les 1 000 kilogrammes à 7°, un produit brut de 700 à 750

francs par hectare. Si nous mettons en regard de ces chiffres ceux qui représentent le prix de revient d'un hectare de betteraves, nous trouvons, d'après les indications empruntées au rapport présenté en 1895 au comice agricole de Laon :

Prix de revient d'un hectare de betteraves dans la plaine de Laon.

Fermage, impôts.	80 ^{fr}
Mesurage	1
Frais de surveillance	4
Part de fumier et engrais de fond . .	116, 66
Engrais superficiels,	177, 50
Semences, y compris main-d'œuvre . .	45
Binages, arrachage, etc.	95
Travail des houes à cheval	25
Transport des betteraves.	75
Travaux divers de culture	123, 34
	<hr/>
Total.	743 ^{fr} , 50
A déduire 20 000 kilogrammes de feuilles à 3 francs les 1 000 kilogrammes . .	60
	<hr/>
Total.	683 ^{fr} , 50

Tout compte fait, la culture de la betterave à sucre dans ces dernières années aurait été peu rémunératrice, si des conditions climatiques exceptionnelles n'avaient permis aux cultivateurs d'obtenir des racines riches à plus de 7 de densité, et de profiter ainsi des augmentations de prix accordées par les fabricants.

En Allemagne, la culture de la betterave sucrière est généralement plus lucrative, vu les prix accordés par les fabricants, les taux moins élevés de la main-d'œuvre, des fermages et des impôts et les rendements plus considérables à l'hectare. Malgré les magnifiques résultats qu'a donnés le régime inauguré en 1884, le cultivateur français récolte encore environ 3 809 kilogrammes ou 14,3 % en moins à l'hectare que le cultivateur allemand, et livre à la sucrerie des racines qui nécessitent l'emploi de 160 kilogrammes de betteraves de plus qu'en Allemagne, pour la production de 100 kilogrammes de sucre.

« Ces résultats, dit M. Hélot, se passent de commentaires et démontrent par eux-mêmes que si l'État doit continuer à encourager par des lois tutélaires le progrès dans la culture d'une plante essentiellement améliorante du sol, il faut, de son côté, pour contribuer à augmenter la fortune publique, que l'agriculteur, par des efforts puissants arrive à regagner la place perdue par la France pendant la deuxième partie du siècle qui finit ».

BIBLIOGRAPHIE

- F. CONVERT. — *L'Industrie agricole.*
- DAMSKAUX. — *Manuel général des plantes de la grande culture.*
- P. P. DEHERAIN. — *Les plantes de grande culture*, 1898.
Annales agronomiques, 1896-1900.
- G. DUREAU. — *Culture de la betterave à sucre*, 1886.
Journal des fabricants de sucre 1898-1900.
- DURRUIL et DELONCLE. — *Dictionnaire populaire d'agriculture pratique.*
- L. GESCHWIND. — *Rapport au Congrès des fabricants de sucre*, 1898. *Les plantes sucrières.* *Annales agronomiques*, août 1900.
- C. GIESEKER. — *L'Agriculture rationnelle*, 1898-1899.
- GORAIN. — *Production de la graine de betterave*, 1900.
- A. GIRARD. — *Développement progressif de la betterave à sucre*, 1887.
- GRANDEAU. — *Journal d'Agriculture pratique*, 1890 et suivants.
- H. GROSJEAN. — *Destruction du sylvphe opaque.* *Bulletin du Ministère de l'Agriculture* 1888-1896.
- A. HARY. — *Rapport au Syndicat des fabricants de sucre*, 1898.
- HÉLOT. — *Production des graines de betterave.* *Rapport au Congrès international d'Agriculture*, 1900.
- LARBALÉTRIER et MALPEAUX. — *État actuel de la culture de la betterave à sucre.* *Revue générale des sciences*, 1896.
- LINDET et URBAIN. — *État actuel de l'industrie sucrière en France.* *Revue générale des sciences*, 1895.

- MALÉ. — *La betterave* (Culture de la betterave à sucre).
- MAZÉ. — *Évolution du carbone et de l'azote*, 1899.
- MOREAU. — *La vente des betteraves à sucre*. Agriculture moderne, 1898.
- MAQUENNE. — *Rôle de l'osmose dans l'accumulation du sucre dans la betterave*. Annales agronomiques, 1896.
- PAGNOUL. — *Bulletin de la Station agronomique d'Arras*, 1882 à 1899.
- H. PELLET. — *Analyse des betteraves, des porte-graines et de la canne à sucre*, 1893.
- G. RAQUET. — *Le Progrès agricole*, 1890-1900.
- H. RAQUET. — *Manuel du cultivateur de betteraves à sucre*, 1885.
- H. SAGNIER. — *Journal de l'Agriculture*, 1890 et suivants.
- E. SAILLARD. — *La sélection des porte-graines de betterave à sucre*. Agriculture moderne, 1899.
- SIDERSKY. — *Polarisation et saccharimétrie*. Encyclopédie scientifique des aide-mémoire, 1896.
- J. TROUDE. — *Les betteraves industrielles*. Agriculture nouvelle, 1900.
- VIVIEN et SELIER. — *Analyse de la graine de betterave*. Bulletin de l'association des Chimistes, 1899. *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, 1890 à 1899. *Bulletin de la Société nationale d'Agriculture* 1895 à 1900.
- Bulletin de la Société des Agriculteurs du Nord*, 1896-1897.
- Comptes rendus du Congrès international d'Agriculture*, 1900.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES	5
CHAP. PREMIER. — <i>La betterave à sucre</i>	7
CHAP. II. — <i>Développement de la betterave à sucre.</i>	32
CHAP. III. — <i>Les variétés de betteraves à sucre</i>	44
CHAP. IV. — <i>Production de la graine</i>	60
CHAP. V. — <i>Influence du climat et du sol</i>	94
CHAP. VI. — <i>Engrais</i>	109
CHAP. VII. — <i>Semailles</i>	130
CHAP. VIII. — <i>Soins d'entretien</i>	146
CHAP. IX. — <i>Accidents, ennemis et maladies</i>	153
CHAP. X. — <i>Récolte et conservation</i>	176
CHAP. XI. — <i>Vente des betteraves à sucre.</i>	187
CHAP. XII. — <i>Frais de culture</i>	201
BIBLIOGRAPHIE,	205

SAINT-AMAND (CHER). — IMPRIMERIE BUSSIÈRE.

MASSON & C^{ie}, Éditeurs

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain, Paris

P. n^o 216.

EXTRAIT DU CATALOGUE

(Décembre 1900)

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, BROCCQ, DE BRUN, DU CASTEL, J. DARIER, DEHU, DOMINICI, W. DUBREUILH, HUDELO, L. JACQUET, J.-B. LAFFITTE, LENGLET, LEREDDE, MERKLEN, PERRIN, RAYNAUD, RIST, SABOURAUD, MARCEL SÉE, GEORGES THIBIERGE, VEYRIÈRES.

4 volumes richement cartonnés toile formant ensemble environ 3600 pages, très largement illustrés de figures en noir et de planches en couleurs. En souscription jusqu'à la publication du Tome II. 140 fr.

Les volumes paraîtront à des intervalles assez rapprochés pour que l'ouvrage soit complet à la fin de l'année 1901.

Chaque volume sera vendu séparément.

TOME PREMIER

1 fort vol. in-8^o avec 230 figures en noir et 24 planches en couleurs.

Richement cartonné toile. . . 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.

Sous presse : Tome II contenant les articles : *Eczéma*, par ERNEST BESNIER. — *Electricité*, par BROCCQ. — *Electrolyse*, par BROCCQ. — *Rhéphantiastis*, par DOMINICI. — *Eosinophilie*, par LEREDDE. — *Epithélioma*, par DARIER. — *Eruptions artificielles*, par THIBIERGE. — *Erythème*, par BODIN. — *Erythrodermie*, par BROCCQ. — *Fœvus*, par BODIN. — *Folliculites*, par HUDELO. — *Furunculose*, par BAROZZI. — *Gale*, par DUBREUILH. — *Grefse*, par BAROZZI. — *Herpès*, par DU CASTEL. — *Ichtyose*, par THIBIERGE. — *Impétigo*, par SABOURAUD. — *Kératodermie*, par DUBREUILH. — *Kératose pilaire*, par VEYRIÈRES. — *Langue*, par BÉNARD. — *Lépre*, par MARCEL SÉE. — *Leucokératose*, par BÉNARD. — *Lichens*, par BROCCQ.

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 REFOUNDUE

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.

QUÉNU. — Des tumeurs.
LEJARS. — Lymphatiques, muscles, synoviales tendineuses et bourses séreuses.

TOME II. — 1 vol. grand in-8° de 996 pages avec 361 figures 18 fr.

LEJARS. — Nerfs.
MICHAUX. — Artères.

RICARD et DEMOULIN. — Lésions traumatiques des os.
PONCET. — Affections non traumatiques des os.

TOME III. — 1 vol. grand in-8° de 940 pages avec 285 figures 18 fr.

NÉLATON. — Traumatismes, entorses, luxations, plaies articulaires.

LAGRANGE. — Arthrites infectieuses et inflammatoires.

QUÉNU. — Arthropathies, arthrites sèches, corps étrangers articulaires.

GERARD MARCHANT. — Crâne.
KIRMISSON. — Rachis.
S. DUPLAY. — Oreilles et annexes.

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

nasales, pharynx nasal et sinus.
HEYDENREICH. — Mâchoires.

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, glan-

des salivaires, œsophage et pharynx.
WALTHER. — Maladies du cou.
PEYROT. — Poitrine.
PIERRE DELBET. — Mamelle.

TOME VI. — 1 vol. grand in-8° de 1127 pages avec 218 figures 20 fr.

MICHAUX. — Parois de l'abdomen.
BERGER. — Hernies.

HARTMANN. — Estomac.
FAURE et RIEFFEL. — Rectum et anus.

JALAGUIER. — Contusions et plaies de l'abdomen, lésions traumatiques et corps étrangers de l'estomac et de l'intestin. Occlusion intestinale, péritonites, appendicite.

HARTMANN et GOSSET. — Anus contre nature. Fistules stercorales.
QUÉNU. — Mésentère. Rate. Pancréas.
SEGOND. — Foie.

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.

RIEFFEL. — Affections congénitales de la région sacro-coccygienne.
TUFFIER. — Rein. Vessie. Urètres. Capsules surrénales.

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,

ovaires, trompes, ligaments larges, péritoine pelvien.
KIRMISSON. — Maladies des membres.

Traité de Pathologie générale

Publié par **Ch. BOUCHARD**

Membre de l'Institut

Professeur de pathologie générale 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.

6 volumes grand in-8°, avec figures dans le texte.

Prix en souscription jusqu'à la publication du t. V. 412 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, par G.-H. ROGER. — Pathologie comparée de l'homme et des animaux, par G.-H. ROGER et P.-J. CADIOT. — Considérations générales sur les maladies des végétaux, par P. VUILLEMIN. — Pathologie générale de l'embryon. Tératogénie, par MATHIAS DUVAL. — L'hérédité et la pathologie générale, par LE GENDRE. — Prédilection et immunité, par BOURCY. — La fatigue et le surmenage, par MARFAN. — Les Agents mécaniques, par LEJARS. — Les Agents physiques. Chaleur. Froid. Lumière. Pression atmosphérique. Son, par LE NOIR. — Les Agents physiques. L'énergie électrique et la matière vivante, par D'ARSONVAL. — Les Agents chimiques : les caustiques, par LE NOIR. — Les intoxications, par G.-H. ROGER.

TOME II

1 vol. grand in-8° de 940 pages avec figures dans le texte : 18 fr.

L'infection, par CHARRIN. — Notions générales de morphologie bactériologique, par GUGNARD. — Notions de chimie bactériologique, par HUGOUNENQ. — Les microbes pathogènes, par ROUX. — Le sol, l'eau et l'air, agents des maladies infectieuses, par CHANTRESE. — Des maladies épidémiques, par LAVERAN. — Sur les parasites des tumeurs épithéliales malignes, par RUFFER. — Les parasites, par R. BLANCHARD.

TOME III

1 vol. in-8° de plus 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, par E. LAMBLING. — Les troubles préalables de la nutrition, par Ch. BOUCHARD. — Les réactions nerveuses, par Ch. BOUCHARD et G.-H. ROGER. — Les processus pathogéniques de deuxième ordre, par G.-H. ROGER.

Fasc. II. — Considérations préliminaires sur la physiologie et l'anatomie pathologiques, par G.-H. ROGER. — De la fièvre, par Louis GUINON. — L'hypothermie, par J.-F. GUYON. — Mécanisme physiologique des troubles vasculaires, par E. GLEY. — Les désordres de la circulation dans les maladies, par A. CHARRIN. — Thrombose et embolie, par A. MAYOR. — De l'inflammation, par J. COURMONT. — Anatomie pathologique générale des lésions inflammatoires, par M. LETULLE. — Les altérations anatomiques non inflammatoires, par P. LE NOIR. — Les tumeurs, par P. MENETRIER.

TOME IV

1 vol. in-8° de 719 pages avec figures dans le texte : 16 fr.

Evolution des maladies, par DUCAMP. — Sémiologie du sang, par A. GILBERT. — Spectroscopie du sang. Sémiologie, par A. HÉNOCOQUE. — Sémiologie du cœur et des vaisseaux, par R. TRIPIER. — Sémiologie du nez et du pharynx nasal, par M. LERMOYERZ et M. BOULAY. Sémiologie du larynx, par M. LERMOYERZ et M. BOULAY. — Sémiologie des voies respiratoires, par M. LEBRETON. — Sémiologie générale du tubo digestif, par P. LE GENDRE.

Vient de paraître

TOME V

1 fort vol. in-8° de 1180 pages avec nomb. figures dans le texte : 28 fr.

Sémiologie du foie, par CHAUFFARD. — Pancréas, par X. ARNOZAN. — Analyse chimique des urines, par C. CHARRIÉ. — Analyse microscopique des urines (Histo-bactériologique), par NOEL HALLÉ. — Le rein, l'urine et l'organisme, par A. CHARRIN. — Sémiologie des organes génitaux, par PIERRE DELBERG. — Sémiologie du système nerveux, par J. DEJBBINE.

CHARCOT — BOUCHARD — BRISSAUD

BABINSKI, BALLEZ, P. BLOCCQ, BOIX, BRAULT, CHANTEMESSE, CHARRIN, CHAUFFARD, COURTOIS-SUFFIT, DUTIL, GILBERT, GUIGNARD, L. GUINON, G. GUINON, HALLION, LAMY, LE GENDRE, MARFAN, MARIE, MATHIEU, NETTER, CÉTINGER, ANDRÉ PETIT, RICHARDIÈRE, ROGER, RUAULT, SOUQUES, THIBERGE, THOINOT, FERNAND VIDAL.

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 volumes grand in-8^o, avec figures dans le texte.

En souscription. 150 fr.

TOME I^{er}

1 vol. gr. in-8^o 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^o 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. VIDAL, 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. — **Diphthérie**, par A. RUAULT. — **Rhumatisme**, par CÉTINGER, médecin des hôpitaux de Paris. — **Scorbut**, par TOLLEMER, ancien interne des hôpitaux.

TOME III

1 vol. grand in-8^o 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^o 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 VI

1 vol. grand in-8^o de 612 pages avec figures dans le texte. 14 fr.

Maladies du nez et du larynx, par A. RUAULT. — **Asthme**, par E. BRISSAUD, 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.

Le tome V sera publié ultérieurement.

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 figures en noir et en couleurs.

En souscription 50 fr.

- I. — **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.
 II. — **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.

LES MÉDICAMENTS CHIMIQUES

Par **Léon PRUNIER**

Pharmacien en chef des Hôpitaux de Paris,
Professeur de pharmacie chimique à l'École de Pharmacie,
Membre de l'Académie de Médecine.

2 volumes grand in-8° avec figures dans le texte 30 fr.

Chaque volume est vendu séparément.

**Traité des
Maladies de l'Enfance**

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

J. GRANCHER

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.
Membre de l'Académie de médecine, médecin de l'hôpital des Enfants-Malades.

J. COMBY

Médecin
de l'hôpital des Enfants-Malades.

A.-B. MARFAN

Agrégé,
Médecin des hôpitaux.

5 vol. grand in-8° avec figures dans le texte. . 90 fr.

CHAQUE VOLUME EST VENDU SÉPARÉMENT

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

O. Amoëdo. — A. Branca. — B. Cunéo. — P. Fredet. — P. Jacques.
Th. Jonnesco. — E. Laguesse. — L. Manouvrier. — A. Nicolas.
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, la plupart tirées en
plusieurs couleurs d'après les dessins originaux de
MM. Ed. CUYER et A. LEBRA.

ÉTAT DE LA PUBLICATION AU 1^{er} DÉCEMBRE 1900

TOME PREMIER

Embryologie; Ostéologie; Arthrologie. (*Deuxième édition revue et augmentée*). Un volume grand in-8° avec 807 figures en noir et en couleurs 20 fr.

TOME DEUXIÈME

- 1^{er} Fascicule : **Myologie.** (*Deuxième édition revue et augmentée*).
Un volume grand in-8° avec 331 figures 12 fr.
2^e Fascicule : **Angéiologie (Cœur et Artères).** Un volume grand
in-8° avec 145 figures en noir et en couleurs 8 fr.
3^e Fascicule : **Angéiologie (Capillaires, Veines).** Un volume grand
in-8° avec 75 figures en noir et en couleurs 6 fr.

TOME TROISIÈME

(*Volume complet.*)

- 1^{er} Fascicule : **Système nerveux (Méninges, Moelle, Encéphale).**
4 vol. grand in-8° avec 201 figures en noir et en couleurs . . . 10 fr.
2^e Fascicule : **Système nerveux (Encéphale).** Un vol. grand in-8°
avec 206 figures en noir et en couleurs 12 fr.
3^e Fascicule : **Système nerveux (Les Nerfs. Nerfs crâniens.
Nerfs rachidiens).** 4 vol. grand in-8° avec 203 figures en noir
et en couleurs 12 fr.

TOME QUATRIÈME

(*Volume complet.*)

- 1^{er} Fascicule : **Tube digestif.** (*Deuxième édition revue et aug-
mentée*). Un volume grand in-8°, avec 201 figures en noir
et en couleurs 12 fr.
2^e Fascicule : **Appareil respiratoire; Larynx, trachée, poumons,
plèvres, thyroïde, thymus.** Un volume grand in-8°, avec
121 figures en noir et en couleurs 6 fr.
3^e Fascicule : **Annexes du tube digestif; Dents, glandes salivaires,
foie, voies biliaires, pancréas, rate. Péritoine.** 4 vol. grand
in-8° avec 361 figures en noir et en couleurs 16 fr.

IL RESTE A PUBLIER :

Les Lymphatiques qui termineront le tome II. Les Organes génito-uri-
naires et les Organes des sens feront l'objet d'un tome V, afin d'éviter des
volumes d'un manement difficile.

MANUEL DE PATHOLOGIE INTERNE

PAR

Georges DIEULAFOYPROFESSEUR DE CLINIQUE MÉDICALE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS
MÉDECIN DE L'HOTEL-DIEU, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE**TREIZIÈME ÉDITION***entièrement refondue et considérablement augmentée*

4 volumes in-16 diamant, avec figures en noir et en couleurs,
cartonnés à l'anglaise, tranches rouges. 28 fr.

Cette treizième édition, complètement refondue, porte à cinquante mille le nombre d'exemplaires tirés jusqu'à ce jour (édition française). Bien que cette nouvelle édition se soit accrue d'un millier de pages et d'une centaine de figures, nous avons tenu à en maintenir le prix à 28 francs.

L'ŒUVRE MÉDICO-CHIRURGICALD^r 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 à forfait et payable d'avance de 10 francs pour la France et 12 francs pour l'étranger (port compris).

RÉCENTES MONOGRAPHIES PUBLIÉES

- N° 20. **La Peste** (*Epidémiologie. Bactériologie. Prophylaxie. Traitement*), par le D^r H. BOURGÈS, préparateur du laboratoire d'Hygiène à la Faculté de médecine de Paris.
- N° 21. **La Moelle osseuse à l'état normal et dans les infections**, par MM. H. ROGER, professeur agrégé de la Faculté de médecine de Paris, médec. des hôpit., et O. JOSUÉ, anc. inter. laur. des hôpit. de Paris.
- N° 22. **L'Entéro-colite muco-membraneuse**, par le D^r GASTON LYON, ancien chef de clinique médicale de la Faculté de Paris.
- N° 23. **L'Exploration clinique des fonctions rénales par l'élimination provoquée**, par le D^r CH. ACHARD, professeur agrégé à la Faculté de médecine, médecin de l'hôpital Tenon.
- N° 24. **L'Analgesie chirurgicale par voie rachidienne** (*Injections sous-arachnoïdiennes de cocaïne*). Technique, résultats opératoires, par le D^r TUFFIER, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, chirurgien des hôpitaux.

Manuel de Thérapeutique

Par Fernand BERLIOZ

Professeur à l'École de médecine de Grenoble, Directeur du Bureau d'Hygiène et de l'Institut sérothérapique,

Avec une Introduction de M. Ch. BOUCHARD

Professeur de pathologie et de thérapeutique générales,
Médecin des Hôpitaux.

QUATRIÈME ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE

1 vol. in-16 diamant, cartonné toile, tranches rouges 6 fr.

Leçons sur les Maladies nerveuses. *Deuxième série :*
Hôpital Saint-Antoine, par E. BRISSAUD, professeur à la Faculté de médecine de Paris, médecin de l'hôpital Saint-Antoine, recueillies et publiées par Henry MEIGE. 1 volume grand in-8° avec 165 figures dans le texte 15 fr.

Précis d'anatomie pathologique, par L. BARD, professeur à la Faculté de médecine de l'Université de Lyon, médecin de l'Hôtel-Dieu. *Deuxième édition, revue et augmentée,* avec 125 figures dans le texte. 1 volume in-16 diamant, de XII-804 pages, cartonné toile, tranches rouges 7 fr. 50

Leçons sur les maladies du sang (*Clinique de l'Hôpital Saint-Antoine*), par Georges HAYEM, professeur à la Faculté de médecine de Paris, membre de l'Académie de médecine, recueillies par MM. E. PARMENTIER, médecin des hôpitaux, et R. BENSAUDE, chef du laboratoire d'anatomie pathologique à l'hôpital Saint-Antoine. 1 vol. in-8°, broché, avec 4 planches en couleurs, par M. KARWANSKI 15 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.

Consultations médicales sur quelques maladies fréquentes. *Quatrième édition, revue et considérablement augmentée,* suivie de quelques principes de Déontologie médicale et précédée de quelques règles pour l'examen des malades, par le Dr J. GRASSET, professeur de clinique médicale à l'Université de Montpellier, correspondant de l'Académie de médecine. 1 volume in-16, reliure souple, peau pleine. 4 fr. 50

Traité de Microbiologie, par E. DUCLAUX, membre de l'Institut de France, directeur de l'Institut Pasteur, professeur à la Sorbonne et à l'Institut national agronomique.

I. Microbiologie générale. — II. Diastases, toxines et venins. — III. Fermentation alcoolique.

Chaque volume grand in-8°, avec figures dans le texte . . 15 fr.

- Étude pratique sur le Mal de Pott**, par le Dr V. MÉ-
NARD, chirurgien de l'Hôpital maritime de Berck-sur-Mer. 1 vol.
in 8°, avec 205 figures dans le texte. 12 fr.
- Traité de l'Uréthrostomie périnéale dans les ré-
trécissements incurables de l'urèthre.** — *Création
au périnée d'un méat contre nature, périnéostomie, méat périnéal*,
par MM. Antonin PONCET, professeur à l'Université de Lyon, ex-
chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu, membre correspondant de
l'Académie de médecine, et X. DELORE, ex-prosecteur, chef de
clinique chirurgicale à l'Université de Lyon, lauréat de l'Académie
de médecine. 1 vol. in-8° avec 11 fig. dans le texte, broché. 4 fr.
- De l'Obésité** (*Hygiène et Traitement*), par le Dr Adolphe JAVAL.
1 vol. in-8°. 3 fr.
- Traité des maladies chirurgicales d'origine
congénitale**, par le Dr E. KIRMISSON, professeur agrégé à
la Faculté de médecine, chirurgien de l'hôpital Trousseau, membre
de la Société de Chirurgie. 1 volume grand in-8° avec 311 figures
dans le texte et 2 planches en couleurs. 15 fr.
- Manuel de Pathologie externe**, par MM. RECLUS, KIR-
MISSON, PEYROT, BOUILLY, professeurs agrégés à la Faculté de
médecine de Paris, chirurgiens des hôpitaux. Édition complète
illustrée de 720 figures. 4 volumes in-8°. 40 fr.
Chaque volume est vendu séparément. 10 fr.
- Cliniques chirurgicales de l'Hôtel-Dieu**, par
Simon DUPLAY, professeur de clinique chirurgicale à la Faculté
de médecine, membre de l'Académie de médecine, chirurgien de
l'Hôtel-Dieu, recueillies et publiées par les Drs M. CAZIN, chef
de clinique chirurgicale à l'Hôtel-Dieu, et S. CLADO, chef des tra-
vaux gynécologiques. *Troisième série.* 1 vol. gr. in-8° avec fig. 8 fr.
- Éléments de Chimie physiologique**, par Maurice
ARTHUS, professeur de physiologie et de chimie physiologique à
l'Université de Fribourg. *Troisième édition revue et augmentée.* 1 vol.
in-16, avec fig: dans le texte, cartonné toile, tr. rouges . . 4 fr.

MANUEL D'ANATOMIE MICROSCOPIQUE et D'HISTOLOGIE

Par P.-E. LAUNOIS

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin de l'hôpital Tenon.

PRÉFACE DE M. Mathias DUVAL

Professeur d'Histologie à la Faculté de Paris, membre de l'Académie de médecine

Deuxième édition entièrement refondue.

1 vol. in-16 diamant, cart. toile avec 261 figures dans le texte. 8 fr.

Bibliothèque

d'Hygiène thérapeutique

DIRIGÉ 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.

L'hygiène thérapeutique s'appuie directement sur la pathogénie ; elle doit en être la conclusion logique et naturelle. La genèse des maladies sera donc étudiée tout d'abord. On se préoccupera moins d'être absolument complet que d'être clair. On ne cherchera pas à tracer un historique savant, à faire preuve de brillante érudition, à encombrer le texte de citations bibliographiques. On s'efforcera de n'exposer que les données importantes de pathogénie et d'hygiène thérapeutique et à les mettre en lumière.

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 D^r 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 D^r CRUQUET, ancien interne des hôpitaux de Paris, avec une introduction du D^r DAREMBERG, membre correspondant de l'Académie de médecine.
- Hygiène et thérapeutique des maladies de la Bouche**, par le D^r CRURT, dentiste des hôpitaux de Paris, avec une préface de M. le professeur LANNELONGUE, membre de l'Institut.
- Hygiène des maladies du Cœur**, par le D^r 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 D^r LINOSSIER, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, membre correspondant de l'Académie de médecine, médecin à Vichy.

VOLUMES EN PRÉPARATION

Hygiène thérapeutique des maladies de la Peau, par le D^r THIBIERGEX.

CHARLES GERHARDT
SA VIE, SON ŒUVRE, SA CORRESPONDANCE
 (1816-1856)

DOCUMENT D'HISTOIRE DE LA CHIMIE

PAR MM.

Édouard GRIMAUD ET **Charles GERHARDT**
 De l'Institut. Ingénieur.

Un volume in-8° de xi-593 pages avec portrait. . . 15 fr.

ESSAIS.

DE

PHILOSOPHIE ET D'HISTOIRE
DE LA BIOLOGIE

Par **E. GLEY**

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris,
 Assistant près de la Chaire de Physiologie générale
 au Muséum d'Histoire naturelle.

Un volume in-18 jésus 3 fr. 50

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. *Neuvième édition française* d'après la 16^e 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^e édition allemande, par **L. Gautier**. 1 vol. in-8° avec 251 grav. dans le texte . . 16 fr.

Traité d'Analyse chimique QUANTITATIVE PAR ÉLECTROLYSE

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 vol. 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.

Lucien CUNIASSE

Chimiste-expert
de la Ville de Paris.

1 volume in-8° avec figures et tableaux dans le texte. Relié toile. 7 fr.

STATION DE CHIMIE VÉGÉTALE DE MEUDON
(1883 - 1899)

Chimie végétale et agricole

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.

LES TRAVAUX

D E

l'Exposition de 1900

Par A. DA CUNHA

Ingénieur des Arts et Manufactures.

Préface de HENRI DE PARVILLE

1 vol. in-8°, avec 189 figures dans le texte, broché 4 fr.

L'ouvrage de M. Da Cunha nous fait assister, depuis le début, à la création de cette œuvre admirable et nous la fait voir sous un aspect nouveau. Un des côtés les plus intéressants, et peut-être les moins connus de cette grande manifestation, a été en effet celui qui se rapporte à la période de travail et d'élaboration.

Cette Exposition marque une date dans l'histoire industrielle du monde, elle est une ère à laquelle on se reportera comme elle a été un but pour bien des efforts. Il faut se souvenir. Et l'on trouvera un charme singulier à lire les pages écrites par un passionné du progrès, qui a vu jour par jour s'élever et grandir l'œuvre immense, du soubassement au faite.

PETITE BIBLIOTHÈQUE DE " LA NATURE "

Recettes et Procédés utiles, recueillis par Gaston TISSANDIER, rédacteur en chef de *la Nature*. Neuvième 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. Deuxième édition, avec 38 figures dans le texte.

Recettes et Procédés utiles. Cinquième série, par J. LAPPARGUE, 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.

OUVRAGES DE M. A. DE LAPPARENT

Membre de l'Institut, professeur à l'École libre des Hautes-Études.

TRAITÉ DE GÉOLOGIE

QUATRIÈME ÉDITION

entièrement refondue et considérablement augmentée.

3 vol. grand in-8°, d'environ 1.850 pages, avec nombreuses figures, cartes et croquis. 35 fr.

Abrégé de géologie. *Quatrième édition, entièrement refondue.* 1 vol. in-16 de viii-299 pages avec 141 gravures et une carte géologique de la France en chromolithographie, cartonné toile 3 fr

Notions générales sur l'écorce terrestre. 1 vol. in-16 de 156 pages avec 33 figures, broché. 1 fr. 20

La géologie en chemin de fer. Description géologique du Bassin parisien et des régions adjacentes (Bretagne aux Vosges. — Belgique à Auvergne). 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.

COLLECTION BOULE

Le Cantal. *Guide du touriste, du naturaliste et de l'archéologue,* par Marcellin BOULE, docteur ès sciences, Louis FARGES, archéologue-paléographe. 1 volume in-16 avec 85 dessins et photographies, et 2 cartes en couleurs, relié toile anglaise 4 fr. 50

La Lozère. *Guide du touriste, du naturaliste et de l'archéologue,* par Ernest CORD, ingénieur-agronome, Gustave CORD, docteur en droit, avec la collaboration de M. Armand VIRÉ, docteur ès sciences. 1 vol. in-16 avec de nombreux dessins et photographies et cartes en couleurs. 4 fr. 50

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.	
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 : Vertébrés. (<i>Sous presse</i>).	

Cours préparatoire au Certificat d'Études Physiques,
 Chimiques et Naturelles (P. C. N.)

COURS ÉLÉMENTAIRE DE ZOOLOGIE

Par **Rémy PERRIER**

Maître de conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris,
 Chargé du Cours de Zoologie

Pour le certificat d'études physiques, chimiques et naturelles.

1 vol. in-8° avec 693 figures. Relié toile : 10 fr.

Traité de Manipulations de Physique

Par **B.-C. DAMIEN**

Professeur de Physique à la Faculté des sciences de Lille,

et **R. PAILLOT**

Agrégé, chef des travaux pratiques de Physique à la Faculté des sciences de Lille.

1 volume in-8° avec 246 figures dans le texte. 7 fr.

Éléments de Chimie Organique et de Chimie Biologique

Par **W. CEHSNER DE CONINCK**

Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier, Membre de la Société de Biologie, Lauréat de l'Académie de médecine et de l'Académie des sciences.

1 volume in-16 2 fr.

ÉLÉMENTS DE CHIMIE DES MÉTAUX

A L'USAGE DU COURS PRÉPARATOIRE AU CERTIFICAT D'ÉTUDES P.C.N.

Par le Professeur **W. CEHSNER DE CONINCK**

Membre de la Société de Biologie, lauréat de l'Académie de Médecine
 et de l'Académie des Sciences.

1 volume in-16 2 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°, 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. La nouvelle 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 fait connaître, dans le plus bref délai, toutes les nouvelles reçues des voyageurs en mission par la Société de Géographie, et présente un résumé des renseignements fournis par les publications étrangères : elle constitue, en un mot, un résumé 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 familiarisés 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 trouvent chaque jour des applications nouvelles aux conditions de notre vie qu'elles modifient sans cesse.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette. — 20185.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS
55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, A PARIS (6^e).

Envoi franco contre mandat-poste ou valeur sur Paris.

ENCYCLOPÉDIE DES TRAVAUX PUBLICS ET ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE.

TRAITÉ DES MACHINES A VAPEUR

RÉDIGÉ CONFORMÉMENT AU PROGRAMME DU COURS DE L'ÉCOLE CENTRALE.

PAR

ALHELLIG,
Ingénieur de la Marine.

Camille ROCHE,
Ancien Ingénieur de la Marine.

DEUX BEAUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT (E. I.) :

TOME I : Thermodynamique. Puissance des machines, diagrammes et formules. Indicateurs. Organes. Régulation. Épures. Distribution et changement de marche. Alimentation etc. ; XI-604 pages, avec 412 figures ; 1895. **20 fr.**

TOME II : Volants régulateurs. Classification des machines. Moteurs à gaz, à pétrole et à air chaud. Graissage, joints. Montage et essais. Passation des marchés. Prix de revient, d'exploitation et de construction ; IV-560 pages, avec 281 figures ; 1895. **18 fr.**

CHEMINS DE FER

MATÉRIEL ROULANT. RÉSISTANCE DES TRAINS. TRACTION.

PAR

E. DEHARME,
Ing^r principal à la Compagnie du Midi.

A. PULIN,
Ing^r Insp^r p^{si} 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,
Ing^r principal à la Compagnie du Midi.

A. PULIN,
Ing^r Insp^r p^{si} aux chemins de fer du Nord.

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

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, TUILES, 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.

TRAITÉ PRATIQUE

DES

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL

ET DES

TRAMWAYS

Par **Pierre GUÉDON**,

Ingénieur, Chef de traction à l' C^{ie} générale des Omnibus de Paris.

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

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

ÉLÉMENTS ET ORGANES DES MACHINES

Par **AL. GOUILLY,**

Ingénieur des Arts et Manufactures.

GRAND IN-8 DE 406 PAGES, AVEC 710 FIG. ; 1894 (E. I.).... 12 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.

UN VOLUME GRAND IN-8 DE 674 PAGES, AVEC 368 FIGURES ET ÉCHAN-
TILLONS DE TISSUS IMPRIMÉS ; 1893 (E. I.)..... 30 FR.

CONSTRUCTION PRATIQUE des NAVIRES de GUERRE

Par **A. CRONEAU,**

Ingénieur de la Marine,
Professeur à l'École d'application du Génie maritime.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8 ET ATLAS ; 1894 (E. I.).

TOME I : Plans et devis. — Matériaux. — Assemblages. — Différents types de na-
vires. — Charpente. — Revêtement de la coque et des ponts. — Gr. in-8 de 379 pages
avec 305 fig. et un Atlas de 11 pl. in-4 doubles, dont 2 en trois couleurs ; 1894. 18 fr.

TOME II : Compartimentage. — Cuirassement. — Pavois et garde-corps. — Ouver-
tures pratiquées dans la coque, les ponts et les cloisons. — Pièces rapportées sur la
coque. — Ventilation. — Service d'eau. — Gouvernails. — Corrosion et salissure. —
Poids et résistance des coques. — Grand in-8 de 616 pages avec 359 fig. ; 1894. 15 fr.

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 con-
trôle de ces projets, sans emploi des méthodes analytiques ni de la statique graphique
(économie de temps et certitude de ne pas commettre d'erreurs).

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

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^e édition. Gr. in-8 de 510 p. avec 314 fig.; 1898 (E. T. P.). 18 fr.

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

Par Henri DE LAPPARENT,

Inspecteur général de l'Agriculture.

INFLUENCE DES CÉPAGES, DES CLIMATS, DES SOLS, ETC., SUR LA QUALITÉ DU VIN, VINIFICATION, CUVÉE ET CHAIS, LE 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,

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux,
Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8; 1896 (E. I.).

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

MANUEL DE DROIT ADMINISTRATIF

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES CHEMINS VICINAUX,

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

DEUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT (E. T. P.).

TOME I; 1889; 20 fr. — TOME II: 1^{re} partie; 1893; 10 fr. 2^e partie; 1898; 10 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

MACHINES FRIGORIFIQUES

PRODUCTION ET APPLICATIONS DU FROID ARTIFICIEL,

Par **H. LORENZ**,

Ingénieur, Professeur à l'Université de Halle.

TRADUIT DE L'ALLEMAND AVEC L'AUTORISATION DE L'AUTEUR, PAR

P. PETIT,

Prof^r à la Faculté des Sciences de Nancy.
Directeur de l'École de Brasserie.

J. JAQUET,

Ingénieur civil,

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

COURS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE

ET DE GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE,

Par **Maurice D'OCAGNE**,

Ingr et Prof^r 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.

LES ASSOCIATIONS OUVRIÈRES

ET LES ASSOCIATIONS PATRONALES,

Par **P. HUBERT-VALLEROUX**,

Avocat à la Cour de Paris, 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, Professeur à l'Académie impériale des Mines de Leoben.

TRADUIT DE L'ALLEMAND SUR LA 2^e ÉDITION REVUE ET DÉVELOPPÉE PAR L'AUTEUR,

Par **F. DOMMER**,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

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

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

ANALYSE INFINITÉSIMALE

A L'USAGE DES INGÉNIEURS,

Par **E. ROUCHÉ** et **L. LÉVY**,

2 VOLUMES GRAND IN-8, AVEC FIGURES (E. T. P.) :

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

TOME II : *Calcul intégral*..... (Sous presse.)

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

PREMIERS PRINCIPES
D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

PILES, ACCUMULATEURS, DYNAMOS, TRANSFORMATEURS,

Par Paul JANET,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris,
Directeur du Laboratoire central et de l'École supérieure d'Électricité.

Quatrième édition conforme à la 3^e. — In-8, avec 169 figures; 1901. 6 fr.

COURS DE PHYSIQUE

DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Par M. J. JAMIN.

QUATRIÈME ÉDITION, AUGMENTÉE ET ENTIÈREMENT REPENDUE

Par M. E. BOUTY,

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Quatre tomes in-8, de plus de 4000 pages, avec 1587 figures et
14 planches sur acier, dont 2 en couleur; 1885-1891. (OUVRAGE
COMPLET)..... 72 fr.

On vend séparément :

TOME I. — 9 fr.

- (*) 1^{er} fascicule. — *Instruments de mesure. Hydrostatique*; avec
150 figures et 1 planche..... 5 fr.
2^e fascicule. — *Physique moléculaire*; avec 93 figures... 4 fr.

TOME II. — CHALEUR. — 15 fr.

- (*) 1^{er} fascicule. — *Thermométrie, Dilatations*; avec 98 fig. 5 fr.
(*) 2^e fascicule. — *Calorimétrie*; avec 48 fig. et 2 planches... 5 fr.
3^e fascicule. — *Thermodynamique. Propagation de la cha-
leur*; avec 47 figures..... 5 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

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

- 1^{er} fascicule. — *Acoustique*; avec 123 figures 4 fr.
(*) 2^e fascicule. — *Optique géométrique*; avec 139 figures et 3 planches 4 fr.
3^e 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^{re} Partie). — ÉLECTRICITÉ STATIQUE ET DYNAMIQUE. — 13 fr.

- 1^{er} fascicule. — *Gravitation universelle. Électricité statique*; avec 155 figures et 1 planche 7 fr.
2^e fascicule. — *La pile. Phénomènes électrothermiques et électrochimiques*; avec 161 figures et 1 planche 6 fr.

TOME IV (2^e Partie). — MAGNÉTISME; APPLICATIONS. — 13 fr.

- 3^e fascicule. — *Les aimants. Magnétisme. Électromagnétisme. Induction*; avec 240 figures 8 fr.
4^e fascicule. — *Météorologie électrique; applications de l'électricité. Théories générales*; avec 84 figures et 1 planche 5 fr.

TABLES GÉNÉRALES.

Tables générales, par ordre de matières et par noms d'auteurs des quatre volumes du Cours de Physique. In-8; 1891... 60 c.

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

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

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

(*) Les matières du programme d'admission à l'École Polytechnique sont comprises dans les parties suivantes de l'Ouvrage : Tome I, 1^{er} fascicule; Tome II, 1^{er} et 2^e fascicules; Tome III, 2^e fascicule.

LEÇONS

D'ÉLECTROTECHNIQUE GÉNÉRALE

PROFESSÉES A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ.

Par P. JANET,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris,
Directeur du Laboratoire central et de l'École supérieure d'Électricité.

UN VOLUME GRAND IN-8, AVEC 307 FIGURES; 1900..... 20 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

LEÇONS ÉLÉMENTAIRES

D'ACOUSTIQUE ET D'OPTIQUE

A L'USAGE DES CANDIDATS AU CERTIFICAT D'ÉTUDES PHYSIQUES,
CHIMIQUES ET NATURELLES (P. C. N.).

Par **Ch. FABRY**,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Un volume in-8, avec 205 figures; 1898..... 7 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.

RAPPORTS

PRÉSENTÉS AU

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.

TROIS VOLUMES GRAND IN-8, AVEC FIGURES; 1900..... 50 FR.

On vend séparément :

- TOME I : *Questions générales. Météorologie. Physique mécanique. Physique moléculaire*..... 18 fr.
TOME II : *Optique. Électricité. Magnétisme*..... 18 fr.
TOME III : *Électro-optique et ionisation. Applications. Physique cosmique. Physique biologique*..... 18 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

TRAITÉ
DE LA
FABRICATION DES LIQUEURS
ET DE LA
DISTILLATION DES ALCOOLS,

Par **P. DUPLAIS** Aîné,
SEPTIÈME ÉDITION, ENTIÈREMENT REFONDUE

PAR

Marcel ARPIN,
Chimiste industriel.

Ernest PORTIER,
Répétiteur de Technologie agricole
à l'Institut agronomique.

DEUX VOLUMES IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT; 1900.

TOME I : *Les Alcools*. Volume de VIII-613 pages avec 68 figures 8 fr.
TOME II : *Les Liqueurs*. Volume de 606 pages avec 69 figures..... 10 fr.

LA TÉLÉGRAPHIE SANS FILS,

Par **André BROCA**.

Professeur agrégé de Physique à la Faculté de Médecine.

Un volume in-18 jésus, avec 35 figures; 1898..... 3 fr. 50 c.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE D'ÉLECTRICITÉ
AVEC LES PRINCIPALES APPLICATIONS,

Par **R. COLSON**,

Commandant du Génie, Répétiteur de Physique à l'École Polytechnique.

3^e édition entièrement refondue. In-18 jésus, avec 91 fig.; 1900. 3 fr. 75 c.

DE PARIS AUX MINES D'OR
DE L'AUSTRALIE OCCIDENTALE,

Par **O. CHEMIN**,

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Volume in-8 de 370 pages, avec 116 figures dont 111 photogravures, 7 cartes
et 2 planches; 1900..... 6 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

LECONS SUR L'ÉLECTRICITÉ

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

Par **Eric GÉRARD,**

Directeur de cet Institut.

6^e 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 **Éric 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 **Éric GÉRARD,**

2^e édition, gr. in-8 de 532 p., avec 217 fig.; 1901. Cartonné toile anglaise.... **12 fr.**

LES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES DANS LES GAZ,

Par **J.-J. THOMSON, D. Sc. F. R. S.**

OUVRAGE TRADUIT DE L'ANGLAIS, AVEC DES NOTES; PAR LOUIS BARBILLION,
ET UNE PRÉFACE DE CH. ED. GUILLAUME.

Volume in-8 de xiv-172 pages, avec 41 figures; 1900..... **5 fr.**

TRAITÉ DE MAGNÉTISME TERRESTRE,

Par **E. MASCART,**

Membre de l'Institut.

Volume grand in-8 de vi-441 pages, avec 94 figures; 1900..... **15 fr.**

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

LECONS D'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

à l'usage des Élèves de Mathématiques spéciales,

Par **E. WALLON,**

Ancien Élève de l'École Normale supérieure,
Professeur au Lycée Janson de Sailly.

Un volume grand in-8, avec 169 figures; 1900 9 fr.

LEÇONS

SUR LA THÉORIE DES FONCTIONS

EXPOSÉ DES ÉLÉMENTS DE LA THÉORIE DES ENSEMBLES
AVEC DES APPLICATIONS A LA THÉORIE DES FONCTIONS,

Par **Émile BOREL,**

Maître de Conférences à l'École Normale supérieure.

Un volume grand in-8; 1898 3 fr. 50 c.

LEÇONS

SUR LES FONCTIONS ENTIÈRES,

NOUVELLES LEÇONS SUR LA THÉORIE DES FONCTIONS.

Par **Émile BOREL,**

Maître de Conférences à l'École Normale supérieure.

Un volume grand in-8; 1900 3 fr. 50 c.

ÉLÉMENTS

DE LA

THÉORIE DES NOMBRES

Congruences. Formes quadratiques. Nombres incommensurables.

Questions diverses.

Par **E. CAHEN,**

Ancien Élève de l'École Normale supérieure,
Professeur de mathématiques spéciales au Collège Rollin.

UN VOLUME GRAND IN-8 DE VIII-403 PAGES; 1900 12 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

THÉORIE
DES
FONCTIONS ALGÈBRIQUES
DE DEUX VARIABLES INDÉPENDANTES,

PAR

Émile FIGARD,
Membre de l'Institut,
Professeur à l'Université de Paris.

SIMART,
Capitaine de Frégate,
Répétiteur à l'École Polytechnique.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT.

TOME I. Volume de vi-256 pages, avec figures; 1897..... 9 fr.
TOME II. (1^{er} fascicule 206 p.) Prix du volume complet pour les souscripteurs;
1900..... 14 fr.

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.)

RECUEIL DE PROBLÈMES

DE

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE

A L'USAGE DES ÉLÈVES DE MATHÉMATIQUES SPÉCIALES

SOLUTIONS DES PROBLÈMES DONNÉS AU CONCOURS D'ADMISSION A L'ÉCOLE
POLYTECHNIQUE DE 1860 à 1900.

Par **F. MICHEL,**

Ancien Élève de l'École Polytechnique.

Volume in-8 de vi-240 pages, avec 70 figures; 1900..... 6 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

TRAITÉ
DE
MÉCANIQUE RATIONNELLE

Par P. APPELL,

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

TROIS VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

TOME I : <i>Statique, Dynamique du point</i> , avec 178 figures ; 1893.....	16 fr.
TOME II : <i>Dynamique des systèmes. Mécanique analytique</i> , avec fig. ; 1896.	16 fr.
TOME III : <i>Équilibre et mouvement des milieux continus</i> (Un fascicule de 224 pages a paru). Prix du volume complet pour les souscripteurs.....	15 fr.

LEÇONS NOUVELLES
D'ANALYSE INFINITÉSIMALE
ET SES APPLICATIONS GÉOMÉTRIQUES.

Par Ch. MÉRAY,

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Ouvrage honoré d'une souscription du Ministère de l'Instruction publique.

4 VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

I ^{re} PARTIE : Principes généraux ; 1894	13 fr.
II ^e PARTIE : Étude monographique des principales fonctions d'une variable ; 1895.....	14 fr.
III ^e PARTIE : Questions analytiques classiques ; 1897..	6 fr.
IV ^e PARTIE : Applications géométriques classiques ; 1898	7 fr.

TRAITÉ D'ASTRONOMIE STELLAIRE

Par CH. ANDRÉ,

Directeur de l'Observatoire de Lyon, Professeur d'Astronomie
à l'Université de Lyon.

TROIS VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

I ^{re} PARTIE : Étoiles simples, avec 29 figures et 2 planches ; 1899.....	9 fr.
II ^e PARTIE : Étoiles doubles et multiples. Amas stellaires, avec 74 figures et 3 planches ; 1900.....	14 fr.
III ^e PARTIE : Photométrie, Photographie. Spectroscopie.....	(Sous presse.)

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

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.

A côté d'Ouvrages d'une certaine étendue, comme le *Traité* de M. Davanne, le *Traité encyclopédique* de M. Fabre, le *Dictionnaire de Chimie photographique* de M. Fournier, la *Photographie médicale* de M. Londe, etc., elle comprend une série de monographies nécessaires à celui qui veut étudier à fond un procédé et apprendre les tours de main indispensables pour le mettre en pratique. Elle s'adresse donc aussi bien à l'amateur qu'au professionnel, au savant qu'au praticien.

MANUEL PRATIQUE DE PHOTOGRAPHIE AU CHARBON,

Par E. BELIN.

Un volume in-18 jésus, avec figures; 1900..... 2 fr.

**REPRODUCTION DES GRAVURES, DESSINS, PLANS,
MANUSCRITS,**

Par A. COURRÈGÈS, Praticien.

In-18 jésus, avec figures; 1900..... 2 fr.

LA PHOTOGRAPHIE. TRAITÉ THEORIQUE 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.

PRINCIPES ET PRATIQUE D'ART EN PHOTOGRAPHIE,

LE PAYSAGE,

Par Frédéric DILLAYE.

Un volume in-8 avec 32 figures et 34 photogravures de paysages; 1899. 5 fr.

**FORMULES, RECETTES ET TABLES POUR LA PHOTOGRAPHIE
ET LES PROCÉDÉS DE REPRODUCTION,**

Par le Dr J.-M. EDER.

Édition revue par l'auteur et traduite de l'allemand,

Par G. BRAUN fils.

Un volume in-18 jésus de 185 pages; 1900..... 4 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^{er} Supplément (A). Un beau vol. gr. in-8 de 400 p. avec 176 fig.; 1892 14 fr.

2^e Supplément (B). Un beau vol. gr. in-8 de 424 p. avec 221 fig.; 1897. 14 fr.

Les 6 volumes se vendent ensemble..... 72 fr.

LA PHOTOTYPIC POUR TOUS

ET SES APPLICATIONS DIRECTES

AUX TIRAGES LITHOGRAPHIQUES ET TYPOGRAPHIQUES.

Par L. LAYNAUD.

Un volume in-18 jésus, avec figures; 1900..... 2 fr.

L'OBJECTIF PHOTOGRAPHIQUE,

ÉTUDE PRATIQUE. EXAMEN. ESSAI. CHOIX ET MODE D'EMPLOI.

Par P. MOËSSARD,

Lieutenant-Colonel du Génie,
Ancien Élève de l'École Polytechnique.

Un volume grand in-8, avec 116 figures et 1 planche; 1899..... 6 fr. 50 c.

MANUEL DU PHOTOGRAPHE AMATEUR,

Par F. PANAJOH,

Chef du Service photographique à la Faculté de Médecine
de Bordeaux.

3^e ÉDITION COMPLÈTEMENT REFONDUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE.

Petit in-8, avec 63 figures; 1899..... 2 fr. 75 c.

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.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

**TRAITÉ PRATIQUE
DES AGRANDISSEMENTS PHOTOGRAPHIQUES
A L'USAGE DES AMATEURS,**

Par E. TRUTAT.

2^e édition, revue et augmentée. 2 vol. in-18 jésus..... 5 fr.

On vend séparément :

I^{re} PARTIE : *Obtention des petits clichés*, avec 81 figures; 1900.... 2 fr. 75 c.

II^e PARTIE : *Agrandissements*, avec 60 figures; 1897..... 2 fr. 75 c.

**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.

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DE LA PHOTOGRAPHIE.

CONFÉRENCES FAITES A LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHOTOGRAPHIE
EN 1899.

Brochures in-8; 1899. — *On vend séparément :*

- LA PHOTOCOLLOGRAPHIE**, par G. BALAGNY..... 1 fr. 25 c.
LA PHOTOGRAPHIE STÉRÉOSCOPIQUE, par R. COLSON.. 1 fr.
CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE PORTRAIT EN PHOTOGRAPHIE, par Frédéric DILLAYE..... 1 fr. 25 c.
LA MÉTROPHOTOGRAPHIE, avec 17 figures et 2 planches, par le Colonel A. LAUSSE DAT..... 2 fr. 75 c.
LA RADIOGRAPHIE ET SES DIVERSES APPLICATIONS, avec 29 figures, par Albert LONDE..... 1 fr. 50 c.
LA CHRONOPHOTOGRAPHIE, avec 23 fig., par MAREY. 1 fr. 50 c.
LA PHOTOGRAPHIE EN BALLON ET LA TÉLÉPHOTOGRAPHIE, avec 19 figures, par H. MEYER-HEINE..... 1 fr. 50 c.
LA MICROPHOTOGRAPHIE, avec 3 planches en couleur, par MONPILLARD..... 2 fr. 50 c.
SUR LES PROGRÈS RÉCENTS ACCOMPLIS AVEC L'AIDE DE LA PHOTOGRAPHIE DANS L'ÉTUDE DU CIEL; avec 2 planches, par P. PUISEUX..... 2 fr.
LA PHOTOGRAPHIE DES MONTAGNES, à l'usage des alpinistes, avec 19 figures, par J. VALLOT..... 1 fr. 75 c.
LES PROGRÈS DE LA PHOTOGRAVURE, avec 21 figures et 2 planches, par Léon VIDAL..... 1 fr. 75 c.
LE RÔLE DES DIVERSES RADIATIONS EN PHOTOGRAPHIE, avec 8 figures, par P. VILLARD..... 1 fr.
LES AGRANDISSEMENTS, avec fig., par E. WALLON. 1 fr. 75 c.

Paris, Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.