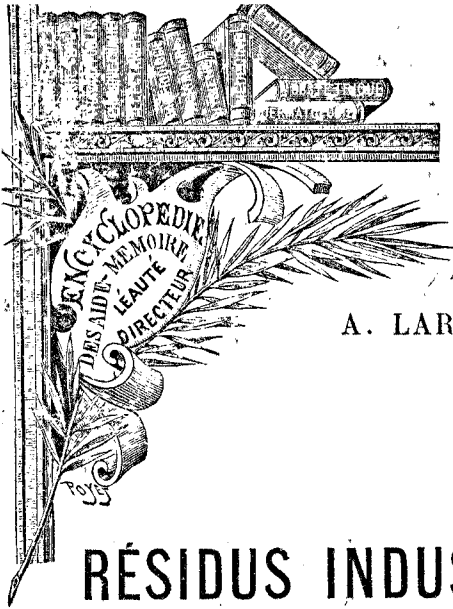


Section du Biologiste



A. LARBALÉTRIER

RÉSIDUS INDUSTRIELS

EMPLOYÉS COMME ENGRAIS

MASSON ET C^e

GAUTHIER-VILLARS ET FILS

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

COLLABORATEURS

Section du Biologiste

MM.	MM.	MM.
Arloing (S.).	Féré.	Magnan.
Arsonval (d').	Fernbach (A.),	Marfan.
Auyard.	Feulard.	Marie (A.).
Ballet (Gilbert).	Florand.	Martin (A.-J.).
Bar.	Filhol (H.)	Maygrier.
Barré (G.).	Foex.	Mégnin (P.).
Barthélemy.	François-Franck (Ch)	Merklen.
Baudouin (M.).	Galippe.	Meunier (Stanislas).
Bazy.	Gamaleia.	Meunier (Victor).
Beauregard (H.).	Gariel.	Meyer (Dr).
Bérard (L.).	Gautier (Armand).	Monod.
Bergé.	Gérard-Marchant.	Moussous.
Bergonié.	Gilbert.	Napias.
Bérillon.	Girard (Aimé).	Nocard.
Berne (G.).	Girard (A.-Ch.).	Olivier (Ad.).
Berthault.	Girod (P.).	Olivier (L.).
Blanc (Louis).	Gley.	Ollier.
Blanchard (It.).	Gombault.	Patouillard.
Bodin (E.).	Grancher.	Peraire.
Bonnaire.	Guerne (J. de).	Perrier (Edm.).
Brault.	Hallion.	Peyrot.
Brissaud.	Hanot.	Polin.
Broca.	Hartmann (H.).	Pouchet (G.).
Brocq.	Henneguy.	Pozzi.
Brun.	Hénocque.	Prillieux.
Brun (H. de).	Houdaille.	Quénu.
Budin.	Jacquet (Lucien).	Ravaz.
Castex.	Joffroy.	Reclus.
Catrin.	Kayser.	Retterer.
Cazal (du).	Köhler.	Roché (G.).
Chantemesse.	Labit.	Roger (H.).
Charrin.	Lamy.	Ruault.
Charvet.	Landouzy.	Séglas.
Chatin (J.).	Langlois (P.).	Segond.
Cornevin.	Lannelongue.	Serieux.
Courtet.	Lapersonne (de).	Spillmann.
Critzman.	Larbalétrier.	Straus.
Crouzat.	Laulanié.	Talamon.
Cuénot (L.).	Lavarenne (de).	Testut (Léo).
Dallemagne.	Laveran.	Tissier (Dr).
Dastre.	Lavergne (Dr).	Thélohan.
Dehéraïn.	Layet.	Thoulet (J.).
Delorme.	Le Dantec.	Trouessart.
Demmler.	Le Dentu.	Trousseau.
Demelin.	Legrain.	Vallon.
Denucé.	Legroux.	Viala.
Dubois (Raphaël).	Legry.	Viault.
Durand-Fardel.	Lermoyez (M.).	Weill-Mantou (J.).
Duval (Mathias).	Lesage.	Weiss (G.).
Ehlers.	Letulle.	Wurtz.
Etard.	L'Hôte.	
Faisans.	Loir (Ad.).	

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

DES

AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE

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

LARDALÉTRIER — Les résidus industriels, II

1

*Ce volume est une publication de l'Encyclopédie
scientifique des Aide-Mémoire; F. Lafargue, ancien
élève de l'École Polytechnique, Secrétaire général,
169, boulevard Malesherbes, Paris.*

N° 175 B

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT.

LES

RÉSIDUS INDUSTRIELS

EMPLOYÉS COMME ENGRAIS

INDUSTRIES VÉGÉTALES

PAR

ALB. LARBALÉTRIER

Professeur de Chimie et Technologie agricoles
à l'École d'Agriculture du Pas-de-Calais

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS, | GAUTHIER-VILLARS ET FILS,

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

Boulevard Saint-Germain, 120 | Quai des Grands-Augustins, 55

(Tous droits réservés)

*DU MÊME AUTEUR
ET DANS LA MÊME COLLECTION*

- I. Les Tourteaux de graines oléagineuses
comme aliments et engrais.**
- II. Les Résidus industriels employés
comme engrais : Industries minérales et
animales.**
- III. Les Résidus industriels employés
comme engrais : Industries végétales.**

INTRODUCTION

Le présent volume est consacré aux résidus industriels d'origine exclusivement végétale qui sont de beaucoup les plus nombreux. Nous avons dû toutefois en exclure les tourteaux de graines oléagineuses, qui, en raison de leur importance prépondérante tant comme engrais que comme aliments, ont été examinés dans un volume spécial ⁽¹⁾. La marche suivie dans la rédaction de l'ouvrage que nous présentons aujourd'hui à la bienveillance du public a été la même que celle des *Résidus industriels de nature minérale ou animale* ⁽²⁾. C'est dire que les deux volumes se complètent.

⁽¹⁾ A. LARBALETRIER. — *Les Tourteaux de graines oléagineuses*, 1 vol., Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.

⁽²⁾ A. LARBALETRIER. — *Les Résidus industriels employés comme engrais. I. Industries minérales et animales*, 1 vol., Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.

Nous avons cherché à réunir le plus de documents possible, le plus de chiffres sur l'origine, la composition et par suite la valeur des divers résidus.

On pourra voir aussi que, d'une manière très générale, les résidus provenant des végétaux sont moins riches, ou plutôt moins concentrés, que ceux fournis par les animaux, mais par contre, ils sont obtenus, pour la plupart, en quantités beaucoup plus grandes. Il n'en est pas moins vrai que, pour le plus grand nombre, ces substances ne peuvent être employées avec économie dans la fertilisation, que dans le voisinage même des usines qui les produisent, car leur richesse en principes utiles n'est pas assez grande pour qu'on puisse les grever de frais de transport.

Nous avons cru devoir ouvrir la série des résidus de nature végétale par l'étude des déchets que laisse l'industrie des varechs dans la fabrication de l'iode et du brôme. Ces engrais, fort peu connus sur le continent, sont, au contraire, très employés sur le littoral.

Nous avons examiné ensuite successivement les résidus laissés par les sucreries, les distilleries et les féculeries, déchets solides et liquides, et nous avons quelque peu développé la question si

brûlante par la multiplicité des intérêts qu'elle met en jeu, de l'utilisation et de l'évacuation des eaux résiduaires.

Les malteries et brasseries fournissent aussi des déchets utilisables par la culture, nous leur avons consacré un chapitre spécial.

Après avoir jeté un coup d'œil rapide sur les industries textiles, nous avons indiqué les cas plus particuliers, où les marcs de raisins et de pommes sont plus avantageusement employés comme engrais que comme aliment pour le bétail.

Les déchets laissés par la meunerie et la tannerie viennent après.

Prenant ensuite les industries en général, nous avons étudié les cendres laissées par les combustibles divers utilisés pour l'alimentation des machines à vapeur. Ce chapitre qui n'est pas, comme on pourra s'en convaincre, un des moins importants, est suivi d'une étude sommaire des résidus laissés par l'industrie de la tourbe.

Les industries moins importantes ont été réunies dans un chapitre spécial sous le nom d'industries diverses.

Enfin, un dernier chapitre a été consacré aux composts et aux fumiers, qui, quoique ne constituant pas des résidus industriels dans la vraie

acception du mot, ne jouent pas moins un rôle capital dans la pratique de la fertilisation des terres. Nous avons cru utile de faire une étude très sommaire de ces engrais, car c'est dans les composts que doivent entrer tous les résidus qu'on ne produit pas en quantité suffisante pour qu'on puisse les utiliser directement. Quant au fumier de ferme, c'est à lui qu'on rapporte et que l'on compare généralement tous les autres engrais ; il était donc nécessaire, pour fixer les idées, de rappeler sa composition normale.

Ce que nous avons surtout cherché, c'est à montrer que l'agriculteur ne doit rien laisser perdre. Toute substance résiduaire renfermant de l'azote, de l'acide phosphorique ou de la potasse, doit être utilisée comme engrais ; mais le point essentiel est de l'employer le plus économiquement possible, car le but de toute agriculture rationnelle doit être aujourd'hui d'obtenir le maximum de produit avec le minimum de frais.

CHAPITRE PREMIER

INDUSTRIE DES VARECHS

1. Goëmons ou plantes marines. — Les goëmons ou varechs sont constitués par différentes algues qu'on récolte en très grande abondance sur certaines côtes. Ces varechs sont quelquefois employés directement comme matières fertilisantes, ou bien on les traite industriellement pour en extraire l'iode, le brôme, le sulfate et le chlorure de potassium.

Dans l'industrie, ces plantes marines sont désignées sous le nom général, et d'ailleurs impropre, de *soudes de varech*, car ni la soude, ni le carbonate de soude ne figurent parmi les produits variés qu'on retire des cendres de varechs.

2. Composition des fucus. — A l'état frais, les fucus présentent en moyenne, la composition suivante, d'après Wolff :

Eau	180
Cendres	118,0
Acide phosphorique	3,7
Potasse	17,1
Soude	28,3
Chaux	16,4
Magnésie	11,2

La proportion d'azote varie entre 0,5 et 2 %.

M. Malaguti a constaté dans les cendres de plusieurs de ces algues, les proportions suivantes de sels solubles :

Fucus canalicolus	0,75
// vesiculosus	0,53
// nodosus	0,61
// serratus	0,41
Ulva compressa	0,41
Fucus ceramoides	0,35

Les cendres des fucus serratus et ceramoides contenaient 0,00001 d'argent.

3. Emploi direct. — On recueille les goëmons, soit en les ramassant lorsque la vague les apporte sur les côtes, soit par une récolte régulière que l'on fait en râclant avec de grands

rateaux tranchants les rochers situés à fleur d'eau ou à une faible profondeur dans la mer.

Des règlements de police fixent le plus souvent, pour chaque localité, l'époque et le mode de récolte. Le goémon épave seul, peut être récolté en tout temps.

Ces plantes entraînent avec elles un grand nombre de petits coquillages et d'animaux marins, qui en augmentent souvent la valeur fertilisante.

C'est surtout en Angleterre et sur les côtes de Bretagne et de Normandie, que ces engrais rendent de signalés services à la culture.

Les herbes marines s'emploient, soit à l'état frais, sortant de la mer, et simplement égouttées, soit après avoir été entassées pendant quelques semaines et lorsqu'elles ont subi un commencement de putréfaction. Enfin, quelquefois on les brûle et on répand les cendres sur les terres.

Le goémon vert, soit de coupe, soit d'épave, est presque la seule fumure employée sur la bande de terre de 200 kilomètres de côtes qui s'étend de Paimpol à Brest, jusqu'à une distance de 500 mètres de la mer.

On en met généralement de 30 à 40 mètres cubes à l'hectare.

Au-delà de 12 kilomètres de la mer, le goémon séché est seul transporté.

Les cendres de varechs donnent lieu à un commerce important, surtout à Morlaix.

4. Cendres de varechs. — Ces cendres ou soudes brutes se présentent en masses grisâtres, poreuses. Les fabriques les achètent aux paysans après essai pour voir si elles n'ont pas été additionnées de matières inertes.

M. Golfier-Besseyre, dans un intéressant travail, sur la composition de trente-quatre échantillons de soudes de varechs provenant de la Manche, du Finistère, de la Vendée, du Pas-de-Calais, de la Seine-Inférieure et du Var, a indiqué des différences notables entre les proportions de sels de potasse, de soude, de l'iode et du brome (§ 63).

Les sels solubles ont varié entre les limites de 20,5 à 76,8 % L'iode, ou son équivalent en iodure de potassium, qui formait seulement des traces dans plusieurs, atteignait de 5 à 22 millièmes dans les autres.

5. Emploi des soudes brutes. — Les soudes brutes sont traitées par divers procédés pour en extraire le sulfate de potassium, le chlorure de po-

tassium, l'iode et le brôme. C'est surtout à Cherbourg que cette industrie a une grande importance. En Écosse, il existe également plusieurs usines de ce genre.

En France, grâce aux méthodes perfectionnées d'extraction, actuellement en usage, on obtient en moyenne 3,5 d'iode ‰ de soude brute. On obtient en outre 15 à 16 ‰ de sulfate de potassium et environ 30 de chlorure de potassium.

6. Emploi des résidus dans la culture. —

Les marcs de la soude des varechs lessivés retiennent, d'après M. Payen, une faible quantité de tous les sels solubles ; d'ailleurs, les sels insolubles, phosphates et composés calcaires et magnésiens, qui forment la plus grande partie de leur poids, sont utiles en agriculture, surtout pour les terres où, comme aux environs de Cherbourg, le carbonate de chaux manque. On répand de 30 à 40 hectolitres de ces marcs sur un hectare de terre tous les trois ans ; dans cet intervalle de temps, ils ne dispensent pas de fumier ou d'un autre engrais organique comme le varech frais (non incinéré), mais ils font beaucoup mieux profiter les plantes, en complétant l'aliment minéral ; leurs effets ont paru surtout avantageux sur l'orge, le sarrasin et sur les

prairies naturelles humides. Les marcs de la soude des varechs, bien appréciés maintenant des agriculteurs, se vendent de 1 à 1^{re},50 l'hectolitre.

7. Tourteaux de varechs. — M. Plagne, pharmacien en chef de la Marine, a proposé, il y a quelques années, de soumettre les varechs desséchés à l'action d'une température élevée, puis à celle d'un courant de vapeur qui, en désagrégeant les cellules, permettait d'en séparer pour l'industrie la plus grande partie des matières salines; en opérant ensuite par pression, il restait une espèce de tourteau, contenant encore 2 à 2,50 % de sels solubles et beaucoup de sels insolubles.

Voici d'ailleurs les rendements :

Sur 1 000 kilogrammes de varechs desséchés :

Sels divers enlevés par coction sous pression	130 kg
Matière organique enlevée avec les sels pendant la coction	70
Résidu organique, engrais sec . .	800
	<hr/>
	1000 kg

M. Plagne évalue à 41 millions de kilogrammes de plantes sèches, le poids des matières détruites annuellement pour produire 11 millions de kilogrammes de soude brute.

Par le procédé de Plagne, il resterait encore 33 200 000 kilogrammes de matière azotée sèche, suffisante pour fertiliser 3 500 hectares de terre, à raison de 12 000 kilogrammes de matière sèche, correspondant à 60 000 kilogrammes de varechs frais.

Les tourteaux sortant de la presse, presque secs renferment :

Matières organiques			765,0
Cendres	Sels solubles	chlorure de sodium . . .	24,0
		" de potassium . . .	
		sulfate de potasse	
	Sels insolubles	" de soude	235,0
		carbonate de chaux	
		phosphate de chaux	
		oxyde de fer	23,0
	Résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique.	11,5	
	Perte.	8,5	
	Azote 2 0/0.		1000,0

8. Goëmon de Ligurie. — Une autre plante marine, sur laquelle M. Fausto-Sestini, directeur de la station agronomique de Rome, a appelé l'attention il y a une vingtaine d'années, est la *Posidonia oceanica*, très employée sur les côtes italiennes. C'est une plante monocotylédone qu'il ne faut pas confondre avec les goëmons de France.

Avant de l'employer, rapporte M. Th. Petit, l'algue qui a donné lieu à l'analyse suivante en 1874, est laissée pendant une année sur les bords de la mer ; de là, deux qualités distinctes, l'algue fraîche ou verte, et l'autre desséchée devenue d'une couleur grise.

Composition	Algue verte	Algue grise
Eau	21,46	19,25
Matières grasses	2,09	1,53
" azotées	3,10	2,32
" hydrocarbonées	57,01	50,47
" minérales	16,34	26,43
	100,00	100,00

On a reconnu que la plante employée à l'état vert a une action moindre que la plante grise, qui est beaucoup plus assimilable.

On trouve dans la *Posidonia oceanica* :

Comparaison	Algue verte	Algue grise
Azote $\frac{0}{0}$ de la plante desséchée à 100°	08 ^r ,7665	08 ^r ,6055
Azote $\frac{0}{0}$ de la plante desséchée à l'air	08 ^r ,5660	08 ^r ,4570

Parmi les substances minérales que l'analyse démontre dans la composition de l'algue verte, les sels alcalins sont ceux qui jouent le rôle le plus important.

Quoique la soude prédomine sur la potasse, M. Fausto-Seolini recommande cette plante pour fumer la vigne, les pommes de terre et d'autres végétaux qui demandent beaucoup de potasse.

9. Goëmon fossile. — On a trouvé il y a quelques années, dans le Finistère, dans une anse assez vaste de la commune de Kérouan, dans la baie de Teven, un gisement considérable de goëmon fossile, qui s'est formé par l'accumulation successive de fucus, qui ont été recouverts de sable.

Ce goëmon se présentait sous la forme d'une masse homogène, à texture feuilletée, cependant très cohérente, susceptible de prendre le poli, et dont l'ensemble occupe une longueur d'environ 1 500 mètres. On peut, sans exagération, évaluer à 100 000 hectolitres cette singulière substance, qui s'avance dans la mer jus'qu'à 800 mètres environ, et dont les grandes marées permettent d'apprécier l'énorme développement.

Complètement desséché, ce goémon fossile est ainsi composé :

Matières organiques	833,0
Sels solubles(chlorures, sulfates, etc.)	80,0
Carbonate de chaux et de magnésie.	17,0
Alumine et oxyde de fer.	30,0
Silice.	40,0
Total.	<u>1000,0</u>

Azote : 1,8 %.

10. Tourteau de goémon comprimé. —

On trouve quelquefois dans le commerce une sorte de tourteau comprimé de goémons n'ayant pas subi de traitement industriel. Un de ces engrais, analysé par M. Is. Pierre, a donné la composition suivante :

Humidité.	29,00
Matière organique	61,14
Matières minérales insolubles	3,00
Sels divers solubles	1,58
Sel marin	4,00
Azote	1,28
Total.	<u>100,00</u>

La richesse en azote de ces tourteaux est donc à peu près le double de celle du bon fumier de ferme.

CHAPITRE II



RÉSIDUS DE SUCRERIES

11. Importance. — Les résidus de sucreries sont en petit nombre, mais leur importance est considérable, en raison de la grande abondance de ces produits que les fabriques mettent à la disposition de la culture. Les trois résidus principaux de la fabrication du sucre de betteraves sont :

- 1° Les feuilles et collets de betteraves ;
- 2° Les eaux de lavage des racines ;
- 3° Les boues de défécation.

12. Feuilles et collets de betteraves. — On sait que le sucre dans les racines de betteraves ne se trouve pas en égale quantité dans tout le pivot ; d'une manière très générale, il diminue d'autant plus qu'on se rapproche da-

vantage du collet. D'autre part, la proportion de sels minéraux, qui sont si redoutés en fabrication, en ce sens qu'ils nuisent à la cristallisation du sucre, la proportion de ces sels, disons-nous, suit une marche inverse. On en trouve une grande quantité dans les collets de la racine. Par cela même, on élimine de la fabrication, non-seulement les feuilles, mais encore le collet, c'est-à-dire la portion de racine où elles sont implantées.

Le collet qu'on détache a une longueur de 5 à 10 centimètres ; il va sans dire qu'on en enlève d'autant plus que les betteraves sont moins riches en sucre.

Quelques agriculteurs utilisent les collets et les feuilles pour la nourriture du bétail. Cette manière de faire n'est pas à recommander. Non-seulement c'est un aliment peu nutritif, mais il est très aqueux ; en outre, l'analyse chimique décèle dans ces résidus, une assez notable proportion d'oxalates et de nitrates qui peuvent agir très défavorablement sur la santé des animaux, pour peu que ceux-ci en consomment une quantité assez considérable.

Il est beaucoup plus rationnel d'utiliser ces *verts de betteraves* pour la fertilisation de la terre qui a produit la récolte. En effet, on compte

qu'une récolte de betteraves de 50 000 kilogrammes par hectare, laisse environ 25 000 kilogrammes de feuilles et collets, renfermant :

Potasse	270 kilogrammes
Chaux	97 "
Magnésie	78 "
Acide phosphorique	63 "
Azote	95 "

On voit qu'on aurait tort d'utiliser ces déchets comme fourrage, car encore une fois c'est une mauvaise nourriture; de plus, on priverait la terre d'une fumure qui est loin d'être à dédaigner comme le montrent les chiffres ci-dessus.

13. Eau de lavage des racines. — Aujourd'hui toutes les fabriques de sucre de betteraves, ou presque toutes, emploient la méthode par diffusion. Les racines ne sont plus réduites en pulpe, comme dans l'ancien procédé par pression, on en fait des rubans ou *cossettes* qui sont obtenues avec des coupe-racines spéciaux. Mais avant de découper les racines, il importe que celles-ci soient lavées, débarrassées de la terre qui les souille et surtout des pierres qui peuvent s'y trouver et qui briseraient les lames tranchantes du coupe-racine.

C'est pourquoi on procède tout d'abord au lavage des racines qui se fait dans des appareils tournants, agissant à la fois comme laveur et comme épierreur.

Un échantillon de ces radicelles terreuses de betteraves a donné à l'analyse, la composition suivante; l'analyse a porté sur le produit frais, tel qu'il sort des laveurs et sur le produit sec⁽¹⁾.

Composition	Humide	Sec
Eau	74,000	//
Matières organiques, moins l'azote	11,440	44,000
Azote	0,208	0,800
Phosphate de chaux	0,354	1,362
Sulfate de chaux	0,029	0,115
Carbonate de chaux	2,494	9,600
Potasse	0,833	3,206
Alumine, fer, silice et perte à l'analyse	1,326	5,100

Pour cette opération, il faut de grandes quantités d'eau et celles-ci après le lavage, sont non-seulement souillées de matières terreuses dont la proportion varie avec l'état de propreté des bet-

(1) G. GRAS. — *La Betterave*. Publication technique illustrée, n° du 27 janvier 1894.

teraves, mais encore de radicelles qui se sont détachées pendant l'agitation des racines.

Ces eaux doivent être utilisées en arrosage, car la terre qui s'y trouve en suspension est en général très riche, et, en outre, les radicelles qui y sont toujours renfermées en grande abondance constituent une matière fertilisante qui est loin d'être à dédaigner.

En tous cas, il serait bon, si on ne peut pas faire un emploi spécial de ces produits, de les incorporer aux composts.

14. Écumes de défécation. — Les jus sucrés obtenus par macération des betteraves doivent être débarrassés des impuretés physiques et chimiques qui ont diffusé et qui, ultérieurement, empêcheraient le sucre de cristalliser, c'est le but de l'épuration chimique, qui consiste à additionner le jus d'un lait de chaux (défécation).

Quand on additionne de chaux le jus sucré, dit M. L. Lindet, on précipite nécessairement une certaine quantité d'impuretés. L'albumine, par exemple, est rendue insoluble à l'état d'albuminate de chaux ; il en est de même de la légumine. Mais toutes les matières azotées contenues dans la betterave ne disparaissent pas ; la bêtaïne n'est pas modifiée ; l'asparagine, la glu-

tamine sont transformées en acide aspartique, en acide glutamique qui restent dans les jus. Certains sels sont précipités par la chaux (les phosphates, les oxalates, les malates, les tartrates, etc.) d'autres restent à l'état soluble (les chlorures, les nitrates, etc.).

On a donc, par la simple défécation au moyen de la chaux, précipité une certaine quantité des impuretés que la betterave contenait, et l'on pourrait, comme le faisait Rousseau, séparer aussitôt la boue calcaire. Mais, le produit insoluble, composé de chaux en excès, d'albuminate, de phosphate, d'oxalate de chaux, etc., passerait difficilement au filtre-pressé; il serait mucilagineux, il serait gras, il encrasserait les toiles, et la filtration ne pourrait avoir lieu. Cet inconvénient cesse de se produire si l'on traite les écumes par l'acide carbonique; la chaux floconneuse, légère se transforme en carbonate, grenu et cristallin, qui, englobant les impuretés, en permet immédiatement la filtration. C'est là, l'opération si importante en sucrerie de la carbonatation, pour laquelle il faut employer de la chaux obtenue avec les calcaires les plus purs possible.

Le précipité insoluble de carbonate de chaux qui se forme, se dépose dans les bacs ou cuves

de dépôt placés en dessous des chaudières à carbonater. Mais, ces boues ou écumes contiennent encore du jus sucré, qu'il importe de ne pas laisser perdre, aussi sont-elles passées dans des *filtres-presses* qui laissent un résidu, un tourteau d'écumes, qui, après cette première pression subit le plus souvent un lavage ayant pour but de le débarrasser du sucre qu'il peut encore renfermer et que la pression, cependant très énergique du filtre-presse n'a pu lui enlever.

Finalement, il reste une substance solide, que les sucreries produisent en grande abondance et qui constitue les écumes ou tourteaux de défécation, encore désignées sous le nom de boues de sucrerie.

15. Composition des écumes. — Dans les régions sucrières, et particulièrement dans le nord de la France, ces écumes ont une grande importance agricole, car elles constituent des matières fertilisantes précieuses à plus d'un titre; aussi sont-elles généralement vendues aux cultivateurs, au prix moyen de 2 à 3 francs les 1 000 kilogrammes, et souvent même les sucreries n'en produisent pas assez pour satisfaire à toutes les demandes, tout au moins dans cer-

taines localités où les terres manquent notablement de chaux.

L'élément qui domine dans les écumes de défécation, est le carbonate de chaux, qui s'y trouve sous forme impalpable, et, par suite, très facilement assimilable par les plantes; sa proportion oscille entre 35 et 50 %, suivant l'état de siccité de ces résidus. On y trouve encore de faibles proportions de chaux libre; de l'azote organique, soit 0,5 à 1 %; de 0,1 à 1 % d'acide phosphorique et de 0,1 à 0,2 de potasse. Enfin, on y rencontre aussi de petites quantités de silice et de magnésie, ainsi qu'une proportion assez forte de matières organiques.

Voici, d'ailleurs, la composition moyenne de ces résidus, d'après les analyses de MM. Wolff, Pagnoul et Garola.

Composition	I	II	III
Eau	40,2	43,3	45,000
Carbonate de chaux . . .	38,7	38,0	43,980
Matières organiques . . .	20,1	17,2	10,509
Acide phosphorique . . .	0,6	1,0	0,156
Potasse	//	//	0,105
Magnésie	//	//	0,178
Azote	0,4	0,5	0,072

Une autre analyse, émanant d'un chimiste de sucrerie, a donné les résultats suivants :

Humidité	34,000
Matières organiques moins l'azote.	13,656
Azote	0,264
Acide phosphorique	1,340
Potasse	3,500
Carbonate de chaux.	46,200

Nous avons nous-même analysé plusieurs échantillons de ces résidus provenant de quelques fabriques de sucre du Pas-de-Calais ; les résultats ont été publiés dans le *Journal d'Agriculture pratique* (4 mai 1893). Nous en extrayons les données qui suivent :

Composition	Sucreries de		
	Marœil		Savy
	I	II	III
Eau	42,80	44,60	40,40
Carbonate de chaux	44,10	40,00	39,80
Matières organiques	12,50	14,20	18,00
Azote	0,5	0,4	0,5
Acide phosphorique	//	0,5	0,6
Potasse	//	//	0,2
Matières minérales (silice, magnésie, etc.)	0,1	0,3	0,5

Grâce à l'azote, à l'acide phosphorique et à la potasse qu'ils renferment, ces résidus constituent de véritables engrais, mais, en outre, leur forte teneur en chaux et surtout en calcaire, en fait aussi des amendements précieux, qui réussissent particulièrement bien dans les terres argileuses, argilo-siliceuses, et en général, dans tous les sols où l'élément calcaire fait défaut.

Le carbonate de chaux des écumes s'y trouve sous forme impalpable, très assimilable, qui fait que ces matières, sous ce rapport, ont une valeur supérieure à la marne.

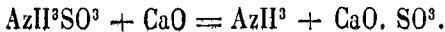
A l'École d'Agriculture du Pas-de-Calais, une pièce de terre peu productive, dans laquelle l'analyse avait décelé la proportion, relativement considérable de 17 % de calcaire, a vu sa productivité augmenter dans une large mesure par l'apport des écumes de défécation. Ce fait, en apparence paradoxal, est dû simplement à ce que le carbonate de chaux du sol ne s'y trouvait pas sous une forme assimilable par les racines des plantes. Ces résultats n'ont d'ailleurs rien de surprenant, lorsqu'on se rapporte aux remarquables recherches exécutées dans ces derniers temps sur cette question de l'assimilabilité du calcaire pulvérulent, par M. de Montdésir, d'une part, et par M. Bernard d'autre part.

16. Emploi des écumes de sucreries dans la fertilisation. — Dans le Pas-de-Calais, le Nord, l'Aisne et la Somme, les écumes de défécation sont généralement employées à hautes doses, 25 000 à 40 000 kilogrammes par hectare pour une période de deux ou trois ans. Dans les terres de marais, on double parfois cette quantité et les résultats obtenus sont en tous points remarquables. Nous connaissons des terres de cette nature, très productives, et qui ne reçoivent, depuis des années, pour toute fumure, que des écumes de défécation et des tourteaux oléagineux.

Les boues de carbonatation sont appliquées dans le courant de l'hiver, le plus tôt qu'il est possible ; on les laisse se déliter à l'air sous l'action des gelées (car elles se présentent en blocs plus ou moins volumineux) et on les incorpore dans les premiers jours du printemps, par un ou plusieurs labours. Cependant, et c'est là un point sur lequel il convient d'insister, sauf les cas de terrain exceptionnellement riches en matières organiques et en phosphates, l'apport des écumes ne dispense pas d'appliquer du fumier, bien au contraire. Sous ce rapport, leur action est assez comparable à celle de la marne et de la chaux. Mais, dans aucun cas, il ne faut répandre les écumes simultanément, et surtout ne pas les mé-

langer avec les fumiers, car la chaux libre qui s'y trouve suffirait pour volatiliser l'ammoniaque de ceux-ci en pure perte ; et cependant, il n'est pas rare, dans les régions du Nord, de voir des cultivateurs mélanger encore ces deux engrais.

Pour la même raison, on évitera l'épandage du sulfate d'ammoniaque sur les terres où des écumes de sucreries auront été incorporées depuis peu, car la chaux décomposerait ce sel, en vertu de la réaction suivante :



Appliquées en hiver, sur les prairies et pâturages, à la dose de 8 000 à 10 000 kilogrammes par hectare, ces écumes ne tardent pas à faire disparaître les mauvaises herbes et amènent, au bout de peu de temps, la prédominance des plantes légumineuses qui avaient disparu ; du même fait, les rendements se trouvent accrus dans de notables proportions. Dans les jardins, les écumes de sucreries réussissent non moins bien, elles augmentent la quantité et la qualité des légumes, tout en avançant leur maturité.

Ce sont donc, à la fois des engrais et des amendements, en tous points recommandables, bien supérieurs à la marne et à la chaux, et surtout d'une action beaucoup plus rapide.

Voici, à titre complémentaire, ce que disent

MM. Muntz et Girard, sur l'emploi des écumes de sucreries :

Mises en tas, les écumes, riches en matières organiques, ne tardent pas à s'échauffer, par suite de la fermentation qui s'y établit et qui fait perdre un peu d'azote. Ces écumes calcaires peuvent être utilement introduites dans les composts; leur valeur est augmentée par de petites quantités d'azote et d'acide phosphorique (§ 15). Leur efficacité est grande, et leur emploi est à conseiller, si l'achat est effectué dans de bonnes conditions et si la matière, très chargée d'eau, n'a pas à subir des frais de transport trop onéreux. Elles ne sont d'un emploi facile que lorsqu'elles sont asséchées; on peut, à cet effet, les mélanger avec de la terre sèche, des cendres, de la tourbe. Quelquefois on les calcine pour obtenir une chaux grasse, légère et très pulvérulente.

Deux analyses de ces résidus, effectuées par MM. Dupont (I) et Horsin-Déon (II) ont donné les résultats suivants :

Composition	I	II
Eau	41,9	40,0
Carbonate de chaux.	30,5	48,0
Chaux libre.	1,2	//
Phosphate de chaux.	1,4	3,0
Sulfate de chaux.	0,3	0,7
Matières organiques.	8,4	//
Azote	0,3	0,5

17. Eaux d'osmose. — En passant à travers les dialyseurs, les mélasses cèdent à l'eau les sels qui entravent la cristallisation. Ces eaux chargées de sels constituent les eaux d'osmose ; elles contiennent, d'après les auteurs précédemment cités, des quantités notables d'azote et de potasse ; il est à remarquer qu'une partie de cet azote se trouve à l'état de nitrate. Elles peuvent être directement employées pour l'irrigation ; très souvent aussi on les concentre pour en extraire la potasse. Nous ne parlerons ici que de l'emploi direct, pour l'arrosage des prés, des champs ou des fumiers.

La composition de ces eaux est éminemment variable, suivant la richesse de la mélasse et des quantités d'eau employées dans les osmogènes.

On trouve pour une eau d'osmose, par litre :

Composition	D'après	
	M. Strohmer	Aubin
	grammes	grammes
Azote	2,60	7,10
Acide phosphorique.	0,17	0,56
Potasse	6,60	42,00

L'emploi direct pour l'irrigation n'est à conseiller que pour les eaux peu chargées en potasse ; celles qui sont riches sont plus avantageusement utilisées pour la fabrication des salins (§ 26), nous devons cependant faire observer que cette fabrication offre, au point de vue agricole, le grand désavantage de faire perdre l'azote des eaux d'osmose ; mais elle concentre sous un faible volume un élément important, la potasse.

18. Pulpes de sucreries. — Le plus généralement, les pulpes de sucreries sont employées pour l'alimentation du bétail. Dans le nord de la France, ces résidus sont le plus souvent ensilés dans des fosses, soit seuls, soit mélangés avec de la paille hachée, et servent comme nourriture pendant la saison d'hiver.

Cependant, ces pulpes, très aqueuses, sont sujettes à certaines maladies ou altérations, qui se montrent assez souvent. Dans ce cas, il peut être dangereux de les distribuer aux bestiaux, plusieurs accidents s'étant produits de ce fait, dans ces dernières années. Il vaut mieux alors les utiliser comme matières fertilisantes.

Ces pulpes conviennent surtout aux terres sèches et légères. Il est prudent, avant de les incorporer au sol, de les mélanger avec de la chaux fusée ou des cendres de bois (§ 59) pour neutraliser leur acidité.

La quantité à appliquer variera avec la richesse de ces résidus, qui est d'ailleurs variable suivant qu'on considère des pulpes de presses ou de diffusion.

C'est ce qui ressort des analyses suivantes, effectuées par M. Pagnoul, à la station agronomique d'Arras (1).

Pulpes de	Eau	Cendres insolubles	Matières azotées 0/0 de sec	Matière sèche		
				Totale	Moins les cendres insolubles	Moins les cendres insolubles et le sucre
Presses hydrauliques.	75,71	1,95	6,08	24,79	22,34	15,52
Presses continues	81,21	0,83	6,30	18,79	17,96	12,19
Diffusion.	87,61	0,54	6,83	12,39	11,85	11,15
Macération	92,54	0,99	12,33	7,46	6,47	5,99

Comme on le voit, ce sont des engrais peu concentrés, qui doivent être appliqués à des doses très fortes.

(1) *Annales agronomiques*, 1883, p. 51.

19. — D'autre part, les silos de pulpes laissent écouler un liquide d'une odeur très prononcée, d'une nocivité reconnue et qu'il serait dangereux, même si les pulpes sont intactes, de donner aux bestiaux. Il faut donc aménager les silos en terre, afin de faciliter l'écoulement de ces eaux et empêcher que les pulpes s'altèrent à son contact.

Comme engrais, ce produit n'a pas grande valeur ; il est très aqueux et tient en suspension et en dissolution des matières organiques qui se décomposent très facilement sous l'influence de divers micro-organismes. Le plus simple, en raison des quantités relativement faibles de ces liquides, dont on dispose généralement, est de les incorporer aux composts.

CHAPITRE III

RÉSIDUS DE DISTILLERIES

20. Importance. — La fabrication de l'alcool laisse une foule de résidus, variables d'ailleurs, avec la nature des matières premières employées. En effet, la distillation des fruits, fournit des marcs (§§ 46-51) parmi lesquels nous en trouvons qui jouent un rôle important dans la fertilisation; la distillation des betteraves, des grains et des pommes de terre, laisse des pulpes, ou drèches, surtout utilisées dans l'alimentation du bétail, mais dont quelques-unes, comme on le verra plus loin, ne jouissent pas moins d'une certaine importance comme engrais. Enfin, les résidus de la distillation proprement dite, les *vinasses*, c'est-à-dire, les vins débarrassés de l'alcool constituent une matière fertilisante précieuse, soit qu'on l'emploie directement en

irrigation, soit qu'on la mélange à d'autres substances absorbantes dans le but d'en faire des engrais commerciaux, soit enfin qu'on les évapore pour les transformer en *salins* (§ 26) dont l'importance agricole est considérable. Nous examinerons tout d'abord les pulpes et drèches.

21. Distillation des betteraves. — Les pulpes provenant des distilleries de betteraves ont beaucoup d'analogie avec les pulpes de sucreries (§§ 18 et 19). Cependant, ici, il y a lieu de distinguer. En effet, l'alcoolisation des betteraves peut se faire de deux manières :

1° Par macération, procédé mis en œuvre par M. Champonnois, ayant assez d'analogie avec la *diffusion*, employée en sucrerie, et qui est surtout employée dans les petites distilleries, traitant moins de 30 000 kilogrammes de betteraves par jour.

2° Par pression, ou expression, où les betteraves, au lieu d'être coupées, réduites en cossettes par un coupe-racine, sont réduites en pulpes dont on extrait le jus au moyen de puissantes presses. Ce système est préféré dans les usines qui traitent au-delà de 35 000 kilogrammes de betteraves par jour, et lorsque les pulpes doivent être transportées au loin, car les résidus ainsi

obtenus sont beaucoup moins aqueux que par le système précédent.

Il n'en est pas moins vrai, et c'est là un fait qui doit attirer notre attention, que la betterave renferme du saccharose et que pour transformer celui-ci en alcool par la fermentation, il faut d'abord l'intervertir, ce à quoi on arrive par l'addition d'acide sulfurique. Or, qu'on opère par macération ou par expression, les pulpes, par cela même, seront toujours plus ou moins acides, et comme telles, leur emploi dans l'alimentation du bétail demandera quelques précautions.

Il convient aussi de faire remarquer qu'il existe un procédé de fabrication qui ne nécessite que l'emploi de quantités très faibles d'acide sulfurique, c'est celui qui consiste à substituer à l'eau acidulée pour la macération, les vinasses chaudes ou jus fermentés provenant d'opérations précédentes, et sortant de l'appareil à distiller. « La distillation, dit M. Ch. Cornevin, leur a enlevé l'alcool, une partie de leur eau et de leurs acides volatils, mais elle a laissé la presque totalité de l'acide apporté pour la fermentation précédente; il n'y a donc qu'à maintenir cette acidité dans les limites convenables par une addition d'acide qu'on calcule à chaque opération.

Au point de vue spécial de la qualité des

résidus, qu'on acidifie directement par l'acide sulfurique ou qu'on emploie les vinasses, le résultat est le même.

M. Cornevin, qui a fait une étude très approfondie de cette question des pulpes, ajoute ce qui suit :

Les personnes qui utilisent ces matières industrielles pour leurs animaux ont à se demander si la qualité des produits obtenus, viande, graisse et lait, est la même que quand on emploie directement les fourrages, les graines, les racines et les tubercules. Question importante, car il ne faudrait pas que les bénéfices réalisés sur le prix de la ration fussent annihilés ou pris encore par une moins-value des produits. Or l'expérience a montré que quand on a soin d'opérer des mélanges qu'on peut varier de bien des façons, il n'y a point crainte de dépréciation des produits à redouter.

Il n'en est plus de même quand on donne en proportions trop élevées et exclusivement ou à peu près les pulpes de distilleries. Les dents des bêtes bovines prennent peu à peu une teinte jaunâtre, les organes internes et la graisse revêtent cette même coloration. En raison de la dissémination de la graisse dans les muscles pour former le persillé, la chair elle-même paraît teintée en jaune. Si l'on persiste trop longtemps, des troubles digestifs surviennent et à l'abattage, la paroi du rumen est comme tannée et plus noire qu'à l'état normal.

On attribue, à tort ou à raison, ce résultat à l'aci-

dification que subit la pulpe de distillerie, et on a conseillé d'ajouter de la craie pour éviter cet inconvénient. Quelque satisfaisante que pourraient être les effets de la saturation par la craie, il est hors de doute qu'il ne faut pas donner exclusivement les pulpes de distillerie ; les mélanges sont recommandés.

Quoi qu'il en soit, il faut reconnaître que les agriculteurs de la région du Nord, où les sucreries et les distilleries sont très nombreuses, préfèrent les pulpes de sucreries aux pulpes de distilleries, *pour l'alimentation du bétail*, et cependant, ces dernières sont plus riches en azote, ainsi que le prouvent les analyses ci-dessous, empruntées à Briem ⁽¹⁾ et citées par MM. Fritsch et E. Guillemin :

Composition	Pulpes de	
	Distilleries débarrassées de l'excès d'eau au moyen des presses	Sucrerie (chiffres empruntés à la table de Wolf)
Matière sèche	15,32	13,70
Eau	84,68	86,30
	100,00	100,00

(1) BRIEM. — *Die Rübenbrennerei*, p. 127.

100 parties de matière sèche contiennent :

Fibre	23,70	22,62
Cendres	5,70	6,57
Matières grasses	1,42	2,19
Protéine brute.	11,20	10,95
Extractifs non azotés	58,41	57,67
Totaux.	100,00	100,00

Ce qui représente en pulpes fraîches :

Eau.	84,68	86,30
Fibres.	3,63	3,10
Cendres	0,81	0,90
Matières grasses	0,22	0,30
Protéine brute.	1,71	1,50
Extractifs non azotés	8,95	7,90
Totaux.	100,00	100,00

Ces chiffres montrent la différence qu'il y a précisément pour les éléments les plus importants, entre les pulpes de sucrerie et celles de distillerie. L'avantage reste à ces dernières.

Siegel (1) fait également ressortir par des chiffres basés sur l'analyse, la différence entre les pulpes non pressées, provenant de la macération des cossettes

(1) SIEGEL. — *Melassen und Rübenbrennerei.*

avec l'eau chaude, et celles provenant de la macération avec la vinasse chaude :

Composition	100 parties de pulpes provenant de la macération à	
	l'eau chaude contiennent	la vinasse chaude contiennent
Eau	93,11	92,62
Cendres	0,55	0,84
Fibres brutes	1,48	1,44
Sucre	1,72	1,34
Hydrate de carbone	2,93	2,99
Matières protéiques	0,21	0,77
Totaux.	100,00	100,00

On voit que les pulpes provenant de la macération des vinasses sont, non-seulement beaucoup plus riches en azote, mais encore en sels minéraux.

22. Distillation des grains. — La distillation des grains se fait en transformant l'amidon de ceux-ci en glucose ; cette transformation s'effectue :

Soit au moyen du malt.

Soit au moyen des acides.

Ce dernier procédé n'est guère employé que

pour les grains durs, tels que le riz, le maïs, etc. Les drèches obtenues, sont généralement pressées et constituent de véritables *tourteaux* ⁽¹⁾ qui ne sont guère employés que comme engrais, car ils renferment des acides nuisibles à la santé des animaux.

Quant aux drèches résultant du traitement par le malt, elles ne sont que très rarement employées comme engrais, et seulement lorsqu'une cause d'altération quelconque ne permet pas de les utiliser dans l'alimentation du bétail.

Dans ce cas, on les incorpore généralement aux composts.

23. Distillation des pommes de terre. —

La saccharification des pommes de terre se fait toujours au moyen du malt, et ce que nous avons dit au sujet des drèches de distilleries de graines (§ 22) s'applique absolument à ces résidus, qui sont également très liquides, et d'une conservation peu aisée.

Lorsque les drèches de pommes de terre sont employées comme engrais, on les applique surtout sur les terres siliceuses.

(1) A. LARBALÉTRIER. — *Les Tourteaux de graines oléagineuses*. 1 vol. Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.

Voici à propos de ces déchets ce que dit l'agronome Schwerz : « Je connais des exemples de l'emploi immédiat des résidus de la fabrication d'eau-de-vie de pommes de terre. Un arpent qui avait déjà porté des pommes de terre deux années de suite fut arrosé avec ces résidus étendus d'eau et planté une troisième fois en pommes de terre, et il produisit dans la proportion de 6 000 kilogrammes sur 11 ares. Une pareille fumure doit convenir surtout à un sol léger et sablonneux. Mais, à cause des moineaux et des chenilles qui sont très avides de débris fermentés de la pomme de terre, il faut que cet engrais soit enfoui tout de suite ».

24. Vinasses. — Les vinasses sont les résidus liquides sortant des appareils distillatoires. Ce sont, sans contredit les déchets de distilleries les plus importants au point de vue de la fertilisation.

Leur composition, ainsi qu'on va le voir, est très variable, suivant les substances dont elles proviennent; elles renferment, non-seulement de l'azote et de l'acide phosphorique, mais encore, et surtout, de la potasse. Ces vinasses sont utilisées de deux manières :

- 1° Soit directement, en irrigations.

2° Soit après avoir été calcinées et réduites en salins (§ 26).

D'après un grand nombre d'analyses, la composition moyenne des diverses vinasses de distilleries est la suivante, par litre :

Vinasses	Azote	Acide phosphorique	Potasse
Betteraves . . .	0,8	0,5	2,00
Topinambours (1).	1,20	0,02	2,87
Mélasses . . .	1,8	0,1	3,50
Grains (1) . . .	2,5	2,5 à 4,5	2,6
Pommes de terre.	2,1	1,0	3

Mais, pour une même origine, cette composition offre de grandes variations et ce ne sont là que des moyennes. Il est cependant à remarquer que les vinasses sont, avant tout, des engrais potassiques et ce sont celles de mélasses qui en renferment les plus fortes proportions :

25. Emploi des vinasses en arrosages. — C'est à proximité des distilleries, que les vinasses sont le plus souvent employées en irrigations, soit sur les prairies, soit sur les terres nues.

(1) D'après Müntz et Girard.

Mais souvent, ces vinasses sont acides et peuvent nuire à la végétation, les vinasses de betteraves surtout, qui contiennent d'assez fortes proportions d'acide sulfurique; dans ce cas, il n'est pas rare qu'on les additionne de chaux ou de phosphates de chaux pour neutraliser cette acidité et augmenter encore leur valeur fertilisante.

Si donc, pour les vinasses de betteraves, les frais d'installation de caniveaux jusqu'aux champs voisins sont minimes, à condition qu'on pourra déverser d'un point élevé sur des terres plus basses, on établira des rigoles, qu'on répartira également sur les champs environnants, et qu'on déplacera fréquemment pour faire profiter le plus grand espace possible. Toute autre combinaison de transport des vinasses, nécessitée par l'éloignement des terres à irriguer serait onéreuse (J. Fritsch et E. Guillemin).

Comme les vinasses contiennent toujours en suspension des débris d'origine végétale, il n'est pas rare, qu'avant de les utiliser en irrigations, on les laisse préalablement reposer dans de grands réservoirs, où, par décantation, les matières en suspension se déposent; le liquide clair renferme la presque totalité des sels, surtout de la potasse, tandis que le dépôt qui, à l'état sec,

dose souvent de 3 à 4 % de son poids d'azote, est généralement mélangé aux fumiers ou préférentiellement aux composts.

M. C. Vincent, à Courrières, soumet les vinasses à une distillation en vases clos, qui permet de recueillir des quantités considérables de sels ammoniacaux, de sels de triméthylamine, de bases pyridiques et de nitriles de la série grasse. On ne peut citer de meilleur exemple de l'intérêt que présente l'utilisation des résidus de fabriques, tant au point de vue économique qu'au point de vue de l'hygiène.

En ce qui concerne l'utilisation rationnelle des vinasses, M. Eug. Peligot fait remarquer que pour les distilleries de grains et surtout de maïs, qui se putréfient si rapidement, il faut éviter de les jeter dans les cours d'eau, ce qui donne lieu à des plaintes et à des procès sans nombre.

Ce résidu contient une notable quantité de matières grasses ; il présente à l'état sec une valeur analogue à celle des tourteaux de graines oléagineuses. A Wardrecques (Pas-de-Calais), MM. Porion et Mehay dirigent ces vinasses dans un filtre-pressé et en retirent des produits qui donnent de l'huile par pression et des tourteaux renfermant 6,5 à 7 % d'azote ; le liquide sortant des filtres-pressés est beaucoup moins

putrescible et peut être utilement employé en irrigations.

La même amélioration a été réalisée dans le Midi, d'après des renseignements que je dois à M. Ckiandi-Bey, ingénieur à Marseille. Les distilleries d'alcool qui traitent ces grains, notamment le maïs, soit par la saccharification au moyen des acides, soit par le malt, produisent journellement des résidus qui tiennent en suspension des matières impalpables très putrescibles. Les eaux chargées de ces matières sont dirigées par des pompes dans des filtres-presses à haute pression, du système Wegelin et Hubner; les résidus retenus par les filtres, séchés, puis traités par le sulfure de carbone, abandonnent 26 % d'huile; les tourteaux épuisés de matière grasse contiennent 7 % d'azote et sont vendus comme engrais.

Voici d'ailleurs la composition moyenne de ces tourteaux-engrais :

Azote	6,40
Matières organiques non azotées	69,70
Cendres	3,40
Acide phosphorique	1,15
Matières grasses	12,00
Eau	7,15
	<hr/>
	100,00

26. Salins. — Les vinasses, avons-nous dit, sont, avant tout, des résidus potassiques, mais, dans celles qui proviennent des grains et même

des mélasses, la forte proportion d'eau et d'acidité ne permet que bien rarement l'incinération pour isoler les sels potassiques; les frais d'évaporation ne seraient pas en rapport avec la valeur des produits obtenus.

Il n'en est plus de même des vinasses de mélasses qui renferment en moyenne 10 % de sels, surtout du sulfate, du nitrate et du chlorure de potassium, ainsi que des sels organiques de potasse et de soude.

Les vinasses, après distillation, tiennent tous ces sels en dissolution, et pour les isoler, il faut les évaporer et les calciner, on obtient ainsi les *salins bruts*, renfermant un mélange de tous ces produits et qui représentent environ 6 à 7 francs par hectolitre d'alcool.

Ces salins sont livrés aux raffineries de potasse ou bien on les utilise comme engrais.

Cependant, leur production n'est devenu économique que le jour où on a inventé des fours spéciaux permettant l'emploi de quantités relativement faibles de combustibles pour l'évaporation de masses liquides aussi considérables. Le four qui a rempli toutes les conditions du problème est celui de M. E. Porion, il s'est, du reste, généralisé dans l'industrie de la distillation des mélasses.

En raison de sa grande importance industrielle, nous en donnerons une description sommaire, d'après M. E. Durin (1).

Dans le four Porion, les liquides à évaporer sont exposés directement au contact des gaz chauds, à un état de grande division et sans interposition d'aucune surface chauffée.

Le système se compose sommairement d'un ou plusieurs fours, dans lesquels s'opère la calcination des vinasses évaporées déjà à un degré avancé de concentration. Ce sont des fours à reverbères à voûtes surbaissées et peu élevées au-dessus de la sole. Ils sont chauffés directement par un foyer, la chaleur non utilisée ainsi que la chaleur de combustion des matières organiques des vinasses se rendent dans un long carneau à sole étanche, dans lequel sont disposés un ou plusieurs arbres à palettes. Un moteur mécanique imprime à ces arbres un mouvement rapide de rotation. Une couche de vinasses dans laquelle plongent les palettes, recouvre la sole du carneau, et son niveau est entretenu par l'arrivée constante des vinasses sortant de l'appareil distillatoire. Le mouvement

(1) O. LAMI. — *Dictionnaire de l'Industrie et des Arts industriels*.

des palettes projette constamment le liquide à évaporer sur la voûte du carneau, le divise en pluie, et les gaz chauds, traversant cette masse de globules liquides, se mettent en équilibre de température avec eux, produisant une évaporation considérable... On augmente encore de beaucoup l'économie de l'évaporation, si on fait passer dans le carneau évaporateur, les chaleurs perdues des générateurs. Les gaz et la vapeur d'eau, au sortir de l'évaporateur, se rendent dans une forte cheminée d'appel. La vinasse évaporée est dirigée ensuite dans l'un des fours de calcination.

D'après M. A. Millot, l'engrais contient les substances suivantes avec leurs valeurs respectives :

Composition	Kilog.	Prix de l'unité	Valeur en francs
Azote,	2,20	2	4,40
Carbonate de potasse .	0,76	0,50	0,38
Sulfate de potasse . .	4,74	0,25	1,18
Chlorure de potassium.	3,06	0,18	0,55
Carbonate de soude. .	3,41	0,25	0,85
Phosphate de chaux. .	1,41	0,17	0,24
Chaux	20	//	//
Matières organiques .	38,29	//	//
Total.			7,60

Quelquefois, la calcination se fait avec addition d'une certaine quantité de chaux vive pulvérisée et tamisée ; les salins au sortir du four sont gonflés et de consistance spongieuse, leur température est telle qu'il faut environ trente-six heures pour les refroidir.

Pour une usine traitant 100 000 kilogrammes de betteraves par jour, on aura 1 200 hectolitres de vinasses, qui, évaporées au four Porion, exigeront, pour l'évaporation, 9 230 kilogrammes de houille, à raison de 13 kilogrammes d'eau évaporée par kilogramme de charbon, et donneront 6 000 kilogrammes d'engrais. On obtiendra 6 000 kilogrammes d'engrais à 7^{fr},60, soit 456 francs. La dépense est la suivante :

9 230 kg de houille à 30 francs . . .	276 ^{fr} ,90
Chaux et main-d'œuvre	84 ^{fr} ,00
	<u>360^{fr},90</u>

Soit environ 100 francs de bénéfice par jour.

CHAPITRE IV

INDUSTRIES DE LA FÉCULE ET DE L'AMIDON

27. Matières premières. — Les matières premières mises en œuvre par les deux industries inscrites en tête de ce chapitre, sont, d'une part, les tubercules de pommes de terre, et, d'autre part, les grains de céréales.

La distinction à établir entre la fécula et l'amidon, d'une part, tient surtout aux matières premières et au mode d'extraction, car, au point de vue chimique, il n'y a pas de distinction à établir entre ces deux substances; ce sont des matières amylacées ayant la même constitution chimique et les mêmes propriétés, mais, tandis que dans la pomme de terre la matière amylacée est libre, dans les céréales, elle se trouve mélangée à des proportions plus ou moins consi-

dérables de gluten, qui est séparé et recueilli séparément dans les amidonneries.

Cependant, dans la pratique, on peut admettre que l'amidon se différencie de la fécule par la propriété qu'il possède de former des aiguilles longues, ramassées, plus ou moins friables, tandis que la fécule des solanées est plutôt friable et pulvérulente.

I. FÉCULERIES

28. — La féculerie livre deux sortes de résidus utilisables par l'agriculture. D'une part, la drèche, c'est-à-dire les fragments cellulosiques débarrassés de la matière amylacée, qui renferme une faible proportion de fécule que le lavage de la pulpe n'a pu séparer de l'azote, en faible proportion, du ligneux et de l'eau, puis les eaux de lavage de la fécule.

29. Drèches de féculeries. — Les drèches ou pulpes de pommes de terre sont de consistance très aqueuse. Leur composition varie beaucoup avec les tubercules qui leur ont donné naissance. Cependant, d'après Dietrich et Kœnig la composition des fibres et des pulpes de

pommes de terre se rapproche sensiblement de la suivante :

Composition	Pulpes de pommes de terre	Fibres de pommes de terre
Eau.	86,11	85,5
Matières azotées	0,68	1,0
Matières grasses	0,12	//
Extractifs non azotés	10,94	11,9
Cellulose	1,95	1,1
Cendres	0,20	0,50

Soit, comme composition centésimale de la substance :

Composition	Pulpes de pommes de terre	Fibres de pommes de terre
Taux de la substance sèche	13,89	14,5
Matières azotées	4,89	6,89
Matières grasses	0,86	0,86
Matières extractives non azotés	78,77	82,06
Cellulose	14,04	7,58
Cendres	1,44	3,44

Ce n'est que très exceptionnellement que les pulpes de féculeries sont employées comme en-

grais, le plus souvent on les utilise dans l'alimentation du bétail, comme le font d'ailleurs remarquer MM. A. Millot et H. Quantin.

Quand l'usine ne se trouve pas annexée à une exploitation agricole qui puisse consommer immédiatement ses produits, il est nécessaire d'emmagasiner la pulpe pour l'écouler graduellement. Le procédé de la dessiccation, qui serait assurément le meilleur, est trop coûteux ; mais on l'emploie néanmoins après avoir soumis la pulpe à une pression qui élimine 50 % de l'eau qu'elle renferme. La presse continue à surface perméable métallique, du système Champonnois, convient parfaitement à cet usage. Le produit desséché et broyé est employé dans la boulangerie pour le fleurage des pains.

Ordinairement on tasse la pulpe dans des silos en maçonnerie en la recouvrant de terre foulée et de paille. On obtient généralement 65 % de pulpe de tubercules.

30. Eaux de féculeries. — Les eaux de féculeries, c'est-à-dire les eaux qui ont servi à laver la pulpe sont éminemment fermentescibles ; elles sont généralement d'une couleur rougeâtre, dégagent une odeur nauséabonde, et pendant longtemps elles constituaient un résidu très encombrant et très insalubre.

« Dans un terrain très filtrant, on peut les

envoyer perdre dans des puisards; mais dans les sols séléniteux la réduction du sulfate de chaux par les ferments qui se développent aux dépens des matières albuminoïdes, donne lieu à des dégagements d'hydrogène sulfuré qui empoisonne le voisinage. Le rejet de ces eaux dans les cours d'eau présente des inconvénients non moins graves, et le fabricant se trouve parfois obligé de faire des sacrifices considérables » (Millot et Quantin).

En recevant ces eaux dans des bacs de dépôts, elles se clarifient et laissent déposer un résidu solide (§ 31).

On peut admettre que ces eaux renferment, en moyenne, par litre :

Azote	0,20 à 0,28
Acide phosphorique	0,05 à 0,10
Potasse	0,50 à 0,60

On aurait donc tort de les laisser perdre.

A la suite d'essais multipliés, M. Dailly, fabricant de fécule à Trappes (Seine-et-Oise), s'est assuré qu'on peut répandre ces eaux directement sur les terres au fur et à mesure de leur production. Si l'on juge du mérite de ces eaux d'après leur richesse en azote (I. Pierre), 857 kilogrammes pourraient remplacer 100 kilogrammes de fumier frais ordinaire.

Quant au mode de distribution, il peut varier suivant les circonstances. On peut employer, soit un tonneau arroseur, soit une pompe, soit des noues en planches posées sur des chevalets mobiles en forme d'X, si le terrain se trouvait à portée et dans de bonnes conditions, l'on pourrait irriguer à la manière ordinaire.

31. Poudrette végétale. — Le résidu solide qui se forme dans les bacs peut être transformé en un engrais très actif; ce résultat a été obtenu par M. Dailly, aidé des conseils de M. Payen et le résidu a reçu le nom de poudrette végétale, son résultat est comparable à 40 % de son poids de la poudrette de Montfaucon.

Le procédé usité dans la féculerie de M. Dailly à Trappes près de Versailles est très simple, M. L.-F. Dubief le décrit de la manière suivante :

Il consiste à recueillir les eaux alternativement dans deux grands bassins, où elles déposent pendant douze heures. Le dépôt qui se forme, contient, outre les matières étrangères, environ un ou un demi % de fécule du poids des tubercules.

En sortant de ces bassins, les eaux sont conduites dans de grands réservoirs glaisés, où le dépôt des ma-

tières albumineuses, etc., s'achève, et de ces réservoirs, elles sont amenées par des canaux sur les terrains voisins de la fabrique, où elles sont employées en irrigation.

Les réservoirs dans lesquels les eaux séjournent et se renouvellent lentement, sont vidés chaque année, et on trouve dans leur partie inférieure un dépôt de matières organiques et terreuses qui, séché à l'air et employé comme engrais, constitue la poudrette végétale.

Voici le compte rendu, fait par Payen, des dépenses et valeurs réalisées dans cette opération. En trois mois de fabrication, on a soumis à la râpe 17 400 hectolitres de pommes de terre, et obtenu en résidus, perdus naguère :

82 000 hectolitres eau de lavage appliquée à la fumure de 16 hectares représentant une valeur de . . .	462 ^{fr} ,00
Plus, 1 100 hectolitres de dépôt, ou en poudrette végétale, 820 hectolitres à 2 francs	1 640, 00
Valeur représentant la fumure de 6 hectares	<u>2 102^{fr},00</u>
Dépenses :	
Frais de fossés et d'irrigation des eaux	310 ^{fr}
Frais de dessiccation des dépôts . . .	230
	} 440
Bénéfice net	<u>1 662^{fr},00</u>

Ce bénéfice réalisé, remplaçant une dépense en pure perte de 400 à 500 francs pour faire écouler les eaux, faute d'un ruisseau ou d'une rivière pour les recevoir et payer des dommages-intérêts, équivaut en somme à une différence annuelle dépassant 2 000 francs au profit de l'intelligent fabricant.

Il est à noter qu'avant l'établissement de ce procédé, la féculerie de Trappes avait à payer 7 000 francs de dommages-intérêts par an.

Il faut remarquer toutefois que cette manière de faire n'est pas applicable partout ; il faut que la féculerie soit installée au-dessus des terrains à irriguer, ce qui est loin d'être le cas le plus habituel, le plus souvent ces usines étant situées près du cours d'eau en raison des grandes quantités d'eaux que nécessite l'extraction industrielle de la fécule. . . .

32. Liquides provenant du traitement des tubercules. — Les liquides provenant du traitement des tubercules constituent un résidu d'un écoulement difficile. Nous venons d'indiquer (§ 31) une manière de les utiliser qui a l'inconvénient de n'être pas partout appli-

cable. On a employé à Antony le procédé suivant :

Après le râpage, la pulpe est pressée à la presse Champonnois, pour en séparer ainsi l'eau de végétation ; on laisse déposer la fécule entraînée ; les eaux surnageantes sont employées comme engrais liquide ou sont portées à l'ébullition pour coaguler l'albumine, et filtrées sur la pulpe destinée à la nourriture des animaux, qui se trouve ainsi considérablement enrichie en azote. La matière sortant des presses Champonnois est délayée dans l'eau et passée au tamis comme d'habitude, pour extraire la fécule. Les eaux des tamis désormais inoffensives peuvent être rejetées sans inconvénient au dehors ⁽¹⁾, (Millot et Quantin).

Mentionnons enfin, pour terminer ce sujet, un dernier procédé, employé depuis peu d'années, qui consiste à déféquer les eaux résiduaires des féculeries au moyen de la chaux et du perchlore de fer. Les eaux ainsi purifiées sont évacuées et le dépôt, passé au filtre-presse, contient en moyenne 0,70 à 0,78 % d'azote.

(1) BARRAL et SAGNIER. — *Dictionnaire d'Agriculture*.

II. AMIDONNERIES

33. Les résidus. — Dans la fabrication de l'amidon, les résidus ont beaucoup moins d'importance, tout au moins en ce qui concerne leur utilisation comme engrais. Ils varient d'ailleurs avec la nature des matières premières dont on fait usage.

Dans les amidonneries de maïs, on obtient des tourteaux blancs, exclusivement employés dans l'alimentation du bétail.

On obtient en outre du gluten, qui peut être considéré comme un résidu de fabrication, mais qui est le plus souvent employé pour la fabrication des pâtes d'Italie, vermicelles, etc., ainsi que pour la préparation des capsules pharmaceutiques.

Les eaux des bacs de dépôts, qui sont également colorées ont les mêmes usages que les eaux de féculeries (§ 31); mais le plus souvent on les répand sur le fumier ou sur les composts.

Les résidus d'amidonnerie ont d'ailleurs une importance très relative, car cette industrie est peu florissante en France, et n'est plus du tout

comparable à celle de la fécule de pommes de terre. Voici à ce sujet ce que nous lisons dans le *Dictionnaire de l'Industrie et des Arts Industriels* :

La France tire maintenant de l'étranger la majeure partie de l'amidon qu'elle emploie : son importation égale à 4 901 000 kilogrammes en 1876, représentant une valeur de 3 430 000 francs, n'a fait qu'augmenter encore depuis, et en 1878, elle arrive à près de 8 millions de kilogrammes ; c'est la Belgique, où se trouve la plus grande fabrique d'amidon du monde, celle de M. Rémy, à Louvain, où on extrait 40 000 kilogrammes par jour, qui vient en première ligne ; l'Angleterre tient la seconde place. L'exportation d'amidon français en 1876, a été de 887 000 kilogrammes, représentant une valeur de 621 000 francs ; l'Algérie a une part de 168 000 kilogrammes dans ce chiffre, puis viennent : l'Angleterre, la Suisse et quelques autres pays.

La consommation totale de l'amidon en France peut être évaluée à 11 ou 12 millions de kilogrammes.

Si la fertilisation du sol, ne tire pas grand profit des résidus de la fabrication de l'amidon des céréales, par contre, ces résidus ont d'autres applications : c'est ainsi que les eaux de lavage de la pâte se donnent assez communément aux animaux ; ou bien, on y fait infuser des four-

rages hachés, qu'on laisse ou non entrer en fermentation, ce qui, pour le bétail, constitue un aliment très sain et assez nutritif, surtout lorsqu'on y ajoute un peu de sel marin.

L'emploi de l'eau de lavage peut se faire encore dans les distilleries, les brasseries et les cidreries, mais nous n'avons pas à entrer ici dans les détails de ces applications, pour lesquelles nous renvoyons le lecteur aux traités spéciaux.

CHAPITRE V

RÉSIDUS DE BRASSERIES ET DE MALTERIES

34. Produits et déchets. — La brasserie constitue une industrie agricole par excellence, car toutes les matières premières qu'elle emploie (orge et houblon) sont livrés par l'agriculture. En outre, elle donne des résidus variés, qui tous, trouvent leur emploi en agriculture, et ces déchets, étant donnée aujourd'hui, l'énorme quantité de bière produite, sont loin d'être négligeables. En effet, on estime aujourd'hui la production de la bière à plus de 175 millions d'hectolitres, ainsi répartis entre les diverses nations ⁽¹⁾ :

(1) J. P. ROUX. — *Catalogue de l'Exposition de la brasserie.*

66 RÉSIDUS DE BRASSERIES ET DE MALTERIES

PRODUCTION DE LA BIÈRE

		hectolitres
France		10 000 000
Algérie		25 000
Allemagne du Nord	28 655 675	} 47 602 939
Bavière	13 525 791	
Wurtemberg	3 153 511	
Bade	1 508 704	
Alsace-Lorraine	759 258	
Autriche		13 728 431
Belgique		10 000 000
Danemark		2 186 000
Grande-Bretagne		46 852 991
Luxembourg		93 256
Suisse		1 186 423
Suède		1 024 600
Norvège		712 405
Russie		2 928 573
Italie		137 715
Espagne		1 025 000
Roumanie		100 000
Serbie		98 000
Grèce		61 684
Turquie		140 000
Total pour l'Europe		<u>137 967 000</u>
États-Unis		36 918 614
Japon		220 712
Australie		<u>1 610 545</u>
Total		<u>176 727 000</u>

Quoique cette statistique soit un peu en dehors de notre sujet, nous avons cru utile de la mettre sous les yeux de nos lecteurs pour leur

donner une idée de l'importance de cette fabrication.

Or, la brasserie fournit, non seulement la bière, mais encore la levûre, qui jusqu'à un certain point de vue, peut être considérée comme un résidu de fabrication, et qui trouve un débouché certain dans les boulangeries, pâtisseries et distilleries, mais en outre, elle laisse des résidus directement utilisables par la culture. Ces résidus sont :

- 1° Les eaux de trempage de l'orge ;
- 2° Les drèches ;
- 3° Les touraillons ;
- 4° Les marcs de houblon et levûres hors d'usage.

35. Eaux de trempage de l'orge. — Ces déchets liquides sont fournis, non seulement par les brasseries, mais encore par les malteries.

Voici leur origine :

Pour transformer l'orge en malt, il faut d'abord le mouiller, puis le faire germer et enfin le dessécher. C'est lors du mouillage, qu'on obtient les eaux résiduaires auxquelles nous faisons allusion plus haut.

Ce mouillage se fait dans de grandes citernes, la couche d'eau qui recouvre l'orge doit dépasser

celui-ci de un à deux décimètres. Après avoir bien remué, on laisse reposer ; le bon grain gagne le fond et les grains légers ou avariés, surnagent. On doit les enlever avec des écumoires, car ils altéreraient la qualité du malt.

Ces eaux de trempage ont une teinte jaunâtre et une odeur caractéristique de paille mouillée, elles sont très fermentescibles, aussi, pendant le mouillage, qui dure de quarante à soixante heures, l'eau doit être changée deux ou trois fois.

Quand le gonflement de l'orge est suffisant, on le lave une dernière fois avec de l'eau froide que l'on fait écouler aussitôt ; cette eau qui entraîne une substance visqueuse est mélangée aux précédentes. L'évacuation se fait par une large trappe placée dans le fond de la citerne.

Les eaux de trempage comme nous l'avons vu, se putréfient très rapidement ; il faut donc les utiliser tout de suite. Elles conviennent très bien pour l'arrosage des prairies, surtout si, par une canalisation spéciale, on peut les y amener directement. Lorsqu'on les emploie en irrigation sur des terres nues, on doit en mettre de grandes quantités, car leur richesse en principes utiles est relativement faible.

En effet, deux échantillons de ces résidus, provenant de brasseries des environs d'Arras, nous ont donné la composition suivante, par litre :

Composition	I	II
Résidu fixe	08 ^r ,37	08 ^r ,46
Azote	0, 3	0, 4
Acide phosphorique	0, 4	0, 3
Potasse	0, 8	0, 6

36. Drèches. — La drèche obtenue par épuiement du malt dans la cuve matière, est constituée par les pellicules ligneuses des grains, elle renferme une assez forte proportion d'albumine coagulée, quelques sels, et aussi un peu du liquide sucré provenant du dernier brassage.

Ces drèches sont surtout employées dans l'alimentation du bétail, elles sont très recherchées par les nourrisseurs des grandes villes et sont beaucoup plus nutritives que les drèches de distilleries (§§ 21, 22, 23) et de sucreries (§§ 18, 19), en outre, elles ont sur ces dernières l'avantage de dégager une odeur qui plaît aux animaux.

70 RÉSIDUS DE BRASSERIES ET DE MALTERIES

Leur composition moyenne est sensiblement la suivante :

Eau.	76,6 %
Matières albuminoïdes . .	5,0
Hydrates de carbone. . .	10,6
Cellulose.	6,2
Matières grasses	1,5

Comme le font remarquer MM. Muntz et Girard, ces résidus entrent rapidement en fermentation acide, et se conservent peu de temps. Quand ils ne peuvent pas servir de nourriture, on doit les utiliser comme engrais. A l'état naturel, c'est-à-dire, contenant environ 77 % d'eau, ils renferment en moyenne 0,8 % d'azote, 0,5 d'acide phosphorique et seulement des traces de potasse ; ils ont donc pour l'azote et l'acide phosphorique une richesse supérieure à celle du fumier de ferme.

Leur décomposition dans le sol n'est pas très rapide, aussi est-il à conseiller de les faire entrer dans les composts, où ils se désagrègent avant d'être employés à la fumure.

37. Touraillons ou germes d'orge. —

L'orge germée et séchée dans les tourailles laisse passer une partie des germes ou radicules à travers la toile métallique de la touraille, on dé-

barrasse l'orge du reste, en la faisant passer dans un tarare ordinaire. Ces déchets ou *touraillons*, sont constitués par les radicules et les tigelles, ils représentent environ 3 % du poids de l'orge. Ils se présentent sous forme d'un chevelu très fin, délié, frisé, de couleur jaune ou brunâtre. On peut les employer, non seulement comme engrais, mais encore dans l'alimentation du bétail.

Cependant, dans la plupart des brasseries du Nord et du Pas-de-Calais, les touraillons sont généralement achetés par des agents allemands ou belges qui parcourent les campagnes et qui en débarrassent les brasseurs moyennant cinq à six francs les 100 kilogrammes. Ils sont alors expédiés soit à Anvers, soit à Hambourg, et pour qu'ils puissent supporter ces frais de transport, il faut évidemment supposer qu'ils ont une certaine valeur.

Au point de vue de l'alimentation du bétail, les touraillons sont presque aussi riches que les tourteaux de graines oléagineuses. Comme ils sont très secs, on les mélange généralement aux pulpes de sucreries et de distilleries. Ainsi préparés les touraillons conviennent à tous les animaux ; les poulains s'en montrent particulièrement avides et les vaches les consomment

volontiers. Leur seul inconvénient (P. Petit), c'est qu'on ne peut les employer pour les vaches pleines, qu'à petites doses, au plus deux kilogrammes par jour ; au-dessus de cette quantité, on peut provoquer l'avortement.

Voici d'ailleurs leur composition moyenne, d'après divers chimistes :

Composition	Von Gohren	Kuhn	Grandeau
Eau	10,8	10,6	10,09
Matières azotées	23,7	23,7	28,18
" grasses	2,0	2,9	2,10
Extractifs non azotés	36,2	36,0	42,11
Ligneux, cellulose	20,0	20,2	14,33
Cendres	7,3	7,4	7,19
100 parties de matière sèche renferment :			
Potasse	2,265	//	//
Soude.	0,130	//	//
Chaux.	0,210	//	//
Magnésie	0,203	//	//
Oxyde de fer	0,115	//	//
Acide phosphorique	1,982	//	//
Acide sulfurique.	0,323	//	//
Chlore	0,510	//	//

38. Emploi des touraillons comme engrais. — Dans la fertilisation des terres, ces résidus peuvent rendre de très grands services.

Analysés à ce point de vue, Wolff leur assigne la composition moyenne suivante :

Eau	9,20
Cendres	5,96
Azote	3,84
Acide phosphorique	1,25
Potasse	2,08
Chaux	0,09

Trois échantillons provenant de diverses brasseries des environs d'Arras et de Saint-Pol, que nous avons analysés au laboratoire de l'École d'Agriculture de Berthonval, nous ont donné :

Composition	I	II	III
Eau	2,10	3,22	5,00
Matière organique (1)	89,20	90,00	84,57
Cendres (2)	8,70	6,78	10,43
	100,00	100,00	100,00

Or, en appliquant au moins riche de ces

(1) Contenant : azote, 3,87, 5,00, 4,15.

(2) Contenant : acide phosphorique, 1,20, 1,13, 1,30.
Potasse, 2,00, 2,30, 2,56.

74 RÉSIDUS DE BRASSERIES ET DE MALTERIES

échantillons (I), les prix actuels des matières fertilisantes, nous trouvons comme valeur minima de cet engrais, pour 100 kilogrammes.

Azote	3kg,87 à 1fr,40 =	5fr,41
Acide phosphorique	1, 20 à 0, 50 =	0, 60
Potasse	2. 00 à 0, 40 =	0, 80
Total.		<u>6fr,81</u>

C'est en réalité, une valeur d'environ 7 francs les 100 kilogrammes. Nos agriculteurs auraient donc tout avantage à acheter ces touraillons au prix où les courtiers allemands en débarrassent les brasseurs du Nord, et à les employer comme engrais.

Mathieu de Dombasle employait habituellement les germes d'orge comme supplément de fumure sur les terres peu fertiles, il en mettait 35 à 50 hectolitres par hectare, et il les répandait à la fin de l'hiver, sur les céréales, à la reprise de la végétation.

D'après Sinclair, les cultivateurs anglais les emploient à la même dose sur l'orge et le froment.

Mais c'est surtout sur les prairies que les touraillons donnent de bons résultats; on les répandra à la sortie de l'hiver, à la dose de 600 à

1 000 kilogrammes par hectare, surtout le matin, lorsque le sol est couvert de rosée.

Le reproche qu'on a fait quelquefois à cet engrais, d'amener des mauvaises herbes, ne nous paraît nullement justifié, car la température à laquelle sont soumis les germes d'orge dans les tourailles, détruit infailliblement la faculté germinative de toutes les graines étrangères qui pouvaient préexister dans l'orge.

On a conseillé de faire entrer les tourailions dans les composts, mais la facilité et l'efficacité de leur emploi direct, grâce à leur forme pulvérulente et à leur richesse, font considérer ce mode d'utilisation comme inutile (1).

(1) D'après les recherches de M. G. Roux, présentées en 1890 à la *Société des Sciences médicales de Lyon*, le bouillon de tourailions jouirait de la propriété de tuer le microbe virgule de Koch.

M. Roux a vu que si, à 2 centimètres cubes de décoction de tourailion à 5 0/0, on ajoute 1 centimètre cube de culture très active du bacille du choléra asiatique dans le bouillon de bœuf, aucun développement ne s'opère dans le mélange à la température eugénitique de 38°, et que, de plus, tous les bacilles sont tués après vingt-quatre heures. Même à la dose de 2 à 1 0/0, la décoction de tourailion est microbicide pour le bacille-virgule, à condition d'être acide ou, au contraire, très alcaline.

Fait intéressant, dit la *Semaine médicale*, la décoction de tourailion ne paraît être microbicide que

39. Marcs de houblon. — Ces marcs constituent le résidu de la coction du houblonnage restant sur les filtres ou tamis lors de la mise en levain de la bière.

Dans une étude fort intéressante, publiée par M. G. de Marnesse, dans le *Bulletin de la station agronomique de l'État, à Gembloux* (Belgique), nous trouvons que ces déchets présentent une composition assez complexe pouvant être ainsi exprimée :

Eau	82,73
Matières grasses	1,74
" albuminoïdes	5,44
Extractifs non azotés	7,21
Cellulose	2,25
Matières minérales	0,63
	100,00

vis-à-vis du microbe du choléra, car, ainsi que l'a constaté M. Roux, un ballon rempli de cette même décoction et ensemencé avec du *staphylococcus pyogenes aureus* devient très rapidement fertile.

M. Roux estime qu'il est possible d'employer la décoction de touraillon dans le traitement du choléra, surtout au début, soit en boissons, soit en lavements, soit même en bains.

Pour l'usage interne, il conseille de faire bouillir pendant quelques minutes 50 grammes de touraillon sec dans un litre d'eau, de filtrer une ou deux fois, et d'édulcorer avec un sirop quelconque.

Une analyse plus complète a donné à ce chimiste par 1 000 kilogrammes :

Azote	8,70
Potasse	0,23
Chaux	1,62
Magnésie.	0,37
Acide phosphorique.	1,52

Dans un échantillon analysé au laboratoire de l'École d'Agriculture du Pas-de-Calais, nous avons trouvé p. %

Eau.	80,40
Matière organique	18,85
Matière minérale	0,75
	<hr/>
	100,00
Azote	0,9
Acide phosphorique.	0,3
Potasse	0,17

Souvent abandonnés en tas, à proximité des brasseries, ces marcs de houblon sont parfois jetés au fumier, rarement transformés en composts. Leur valeur n'est cependant pas à dédaigner; car, tenant compte de leur décomposition lente, les marcs valent environ 9^{fr},25 les 100 kilogrammes.

Employés tels quels, il convient de les réserver pour les terres légères, plus favorables à leur transformation. Leur utilisation directe

comme paillis dans les cultures de fraisiers semble recommandable pour éloigner les insectes, les limaces, et pour maintenir les fruits dans un état parfait de propreté (1).

M. Payen avait déjà parlé des bons résultats obtenus avec ces mares en application pour effectuer la couverture des prairies qui viennent d'être fauchées. On obtient ainsi, dit-il, une deuxième pousse vigoureuse, en sorte que, sur 4 hectares, en en recouvrant un, on le découvrira ultérieurement pour recevoir le deuxième récemment fauché; la prairie fournira, par cette méthode, de deux à quatre fois plus de produits qu'en l'abandonnant, après chaque récolte, à l'action desséchante de l'air. Tel est l'avantage d'une pareille disposition, que beaucoup de cultivateurs anglais, dans les comtés de Cornouailles et de Derby, y consacrent des pailles ayant une assez grande valeur, et qui servent seulement cinq ou six fois. Le marc de houblon ne pourrait être mieux employé, d'autant plus que la désagrégation partielle à chaque déplacement laisserait peu à peu sur le sol tous ses débris agissant comme engrais.

(1) LARBALÉTRIER, — *Utilisation des mares de houblon*. Journal d'Agriculture pratique, 1893, t. I, p. 352.

Cependant, pour M. de Marnette, la transformation de ces marcs en composts (§ 75) pour prairies, pelouses, jardins légumiers, etc., paraît être le meilleur mode d'utilisation. Il propose le mélange suivant :

Marcs de houblon	40 kilogrammes	
Kaïnite	10	"
Scories de déphosphoration	10	"
Terre végétale	10	"

Le tas, ainsi formé, sera maintenu humide en l'arrosant avec du purin ou des eaux de ménage et on le recouvrira d'une couche de 10 centimètres de terre pour entraver toute perte d'ammoniaque.

C'est là, en effet, un excellent mode d'utilisation, recommandable en tous points et qu'on ne saurait trop conseiller aux agriculteurs des régions du Nord, où les brasseries sont nombreuses.

Les marcs de houblon étant sans emploi, ils les obtiendraient à un prix très bas et pourraient les transformer ainsi en un engrais précieux.

Quant à la quantité de marcs dont on dispose, elle n'est pas si négligeable qu'on pourrait le supposer au premier abord, car on compte qu'il faut employer en moyenne 300 ou 400 grammes de houblon par hectolitre de bière. Or, le départ

tement du Nord, à lui seul, produit en moyenne 3 millions d'hectolitres de bière par an, ce qui fait 900 000 kilogrammes de houblon employé, et on compte que 100 kilogrammes de houblon sec donnent environ 300 kilogrammes de marc frais, ce qui ferait, rien que pour ce seul département, une production moyenne de 2 700 000 kilogrammes de marcs de houblon.

40. Levûres usées. — La levûre de bière est un produit très altérable. Dans les brasseries, celle qu'on recueille dans les cuves à fermentation ou celle qui est entraînée dans la fermentation secondaire est reçue dans des baquets. Cette levûre sert dans les opérations ultérieures de la brasserie (1), ou bien elle est vendue aux boulangers et aux distillateurs.

La levûre de brasserie se présente sous forme d'une bouillie épaisse, d'un blanc brunâtre, d'une odeur spéciale, caractéristique.

Elle renferme de l'eau, un peu de bière, des cristaux d'oxalate de chaux, de la résine de houblon, des débris de grains d'orge et des sels (2).

(1) LINDET. — *La Bière*, Encyclopédie des Aide-Mémoire.

(2) Acide phosphorique, potasse, magnésie, chaux, etc.

D'après V. Nœgeli et O. Löw, elle présente la composition suivante :

Cellulose.	37
Matières albuminoïdes.	45
Peptone.	2
Matières grasses.	5
Cendres.	7
Substances extractives.	4
	100

En brasserie, les vieilles levûres qui ont perdu leur pouvoir ferment, constituent un résidu qu'on aurait tort de laisser perdre. Quoique produites en quantités moindres que les tourillons ou les marcs de houblons, ces déchets, en raison de leur richesse, doivent être employés comme engrais, car ils sont encore plus fertilisants que les marcs (§§ 46-51), leur richesse en azote pouvant atteindre et dépasser 1,5 à 2 % et leur teneur en acide phosphorique n'étant jamais moindre de 0,8 % et dépassant parfois 1,5 %.

Jeter ces résidus dans les cours d'eau, comme on le fait souvent, serait une faute ; il vaut beaucoup mieux les faire entrer dans la confection des composts (§ 75), ou bien les incorporer directement au fumier.

Comme on le voit par tout ce qui précède, les résidus de brasseries jouent, ou plutôt devraient jouer un rôle important dans la fertilisation des

terres. Nous insistons d'autant plus volontiers sur ce sujet, que la fabrication de la bière en France augmente d'année en année, et il serait à désirer que les déchets de cette industrie trouvent un emploi rationnel et lucratif.

En ne considérant ici que l'orge, qui constitue la matière première la plus importante de la brasserie, nous ferons remarquer, pour terminer ce sujet, que, d'après M. Knab, cent parties d'orge de bonne qualité, convenablement maltée, puis séchée, doivent donner quatre-vingt parties à peu près de malt; le grain cru, séché avant la germination, ne perd que 12 % de son poids; c'est donc en définitive huit parties seulement, ou 8 % de l'orge crue qui forment le déchet dans la préparation du malt.

Voici comment on peut répartir cette perte sur les différentes opérations :

- 1 $\frac{1}{2}$ %, dissous par le mouillage;
- 3 %, perte de la germination et du touraillage;
- 3 %, radicules enlevées, soit par la dessiccation, soit par le passage au tarare;
- $\frac{1}{2}$ % de grain gâté.

Ces quelques chiffres montrent l'importance des résidus, simplement de la malterie, qui n'est, en somme, que la première phase de la fabrication de la bière.

CHAPITRE VI

INDUSTRIES TEXTILES

41. Importance des résidus. — Nous n'avons pas à nous occuper ici des résidus que laissent les fabriques de laines (1); mais en ne considérant que les industries mettant en œuvre des textiles végétaux, nous trouvons encore bon nombre de déchets qui ont leur emploi tout indiqué dans la fertilisation des terres. Nous avons tout d'abord considéré les débris de la préparation des filasses de lin et surtout de chanvre.

On sait que le rouissage consiste à séparer les fibres textiles du bois auquel elles adhèrent. Ce rouissage se fait soit à l'eau courante, et alors les

(1) A. LARBALÉTRIER. — *Les Résidus Industriels d'origine minérale et animale*, 1 vol. Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, p. 179.

matières fertilisantes des eaux sont perdues, soit à l'eau dormante, dans des citernes ou des mares. On obtient alors des eaux putrides, mais riches en potasse et en chaux qui doivent être employées en irrigations. En outre, il reste des *chènevottes*, qui doivent également être utilisées. Voyons quelle est la valeur fertilisante de ces différents produits.

42. Eaux de rouissage. — Pour ce qui concerne le lin, Wolff a trouvé les chiffres suivants :

Pour 1000 kilogrammes	Potasse	Chaux	Acide phosphorique
Tiges de lin renfermant	9kg,430	6kg,750	3kg,990
On trouve dans les eaux de rouissage	9, 177	4, 100	3, 400

Pour le chanvre, la question a été l'objet d'une étude très approfondie de la part de M. G. de Capol, auquel nous empruntons la plupart des détails qui suivent ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ *Journal d'Agriculture pratique*, 1891, T. II, p. 904.

Le chanvre n'épuise la terre que parce que son système de rouissage enlève la plus grande partie des matières que renferme sa tige verte, matières qui ne retournent plus à la terre.

En effet, de sérieuses recherches scientifiques il résulte que, par l'effet du rouissage, les eaux qui en proviennent emportent, entièrement perdues :

91 parties sur 94 de potasse, c'est-à-dire 96 %;
41 " 67 de chaux. " 61 " ;
34 " 40 d'acide phosphorique " 85 %;

des éléments que renfermait la *teille verte*, mise à l'eau.

Au prix que coûtent ces divers matériaux, on comprend quelle perte est occasionnée par le rouissage du chanvre et conséquemment par sa culture.

Quant à l'azote que perd aussi le chanvre, mis à rouir, il est presque entièrement enlevé, car la chènevotte de chanvre rouis n'en renferme que 1,40 % et la fibre textile n'en contient pas du tout.

Donc, les principes fécondants enlevés par les eaux de rouissage sont entièrement perdus ; mais la chènevotte ne pourrait être utilisée comme engrais.

43. Chènevotte. — On sait que la chènevotte constitue la partie ligneuse de la tige du chanvre débarrassée de la fibre textile et réduite en petits morceaux par l'action du broyage.

D'après Wolff, on a les chiffres suivants :

Pour 1000 kilogrammes	Potasse	Chaux	Acide phosphorique
Tiges de lin renfermant . . .	9 ^{kg} ,430	6 ^{kg} ,750	3 ^{kg} ,990
On retrouve dans la chènevotte. .	0, 171	2, 050	0, 475

Pour le chanvre, la question des chènevottes a une importance encore plus considérable, car cette plante en fournit une quantité beaucoup plus grande.

Voici d'ailleurs ce que dit à ce sujet M. G. de Capol :

En attribuant à chacun des *éléments engrais* contenus dans la chènevotte leur valeur commerciale, nous avons trouvé que, de ce fait, la *valeur engrais* de la chènevotte est de 53^{fr},75 par hectare, en admettant un rendement de 900 à 1 000 kilogrammes de filasse vendable.

Or, les cultivateurs préfèrent brûler la chènevotte ; ont-ils raison ?

Pour résoudre cette question, nous avons calculé la quantité de *charbon* contenue dans 1 000 kilogrammes de chènevottes; et nous nous sommes demandé à quel prix on pourrait acheter pareille quantité de matière combustible, soit qu'on ait recours au charbon de bois, aux fagots de chêne ou au sapin sauvage. Nous avons trouvé qu'il faudrait acheter :

Chêne	75 francs
Sapin sauvage	114 //
Charbon de bois	152 //
Rondeaux de chênes.	78 //

pour remplacer comme combustible la chènevotte qui sert à chauffer les fours à chanvre (1).

Donc les cultivateurs ont raison de brûler la chènevotte, puisqu'au lieu d'une valeur engrais de 53^{fr},75 par hectare, ils lui donnent une valeur de 75 francs au minimum, prix qu'ils devraient déboursier en achetant des fagots de chêne. D'autant plus qu'il leur resté des cendres à utiliser comme engrais, et que souvent, dans la vallée notamment, ils ne peuvent s'approvisionner facilement de bois pour le chauffage.

La science est donc ici complètement d'accord avec la pratique.

(1) On sait que la torréfaction doit toujours précéder le broyage et le teillage du chanvre roui. Elle a pour but de dessécher complètement le chanvre, et on l'exécute, soit dans des fours spéciaux, soit dans des fours à pain où on laisse les plantes après la cuisson, pendant environ vingt heures.

A. L.

Dans le Nord,¹ une usine a essayé de remédier au mal signalé plus haut, en ne rouissant pas les chanvres qu'elle transformait en fils et en cordages. Elle est située à Vaugenlieu, dans l'Oise.

On y était arrivé à pouvoir rendre à la culture des 250 hectares cultivés en chanvre autour de cette usine (et qui donnaient 5 385 kilogrammes de chanvre non roui) :

896 kilogrammes de feuilles et poussières gommeuses ; 260 kilogrammes de cendres.

Les feuilles et poussières gommeuses se vendaient à 40 francs les 1 000 kilogrammes, soit en tout 35^{fr},84 par hectare et les cendres à 3 francs les 100 kilogrammes, soit 7^{fr},80 ; en tout, 43^{fr},60.

Si ces feuilles avaient été vendues *suivant leur richesse et leur valeur chimiques*, on aurait dû en tirer une somme de 41 francs. Les cendres auraient dû être vendues à raison de 9^{fr},90 par hectare.

C'était donc une restitution de 66^{fr},25 qui pouvait se faire au sol, par hectare. Maigre résultat, en somme, parce que les fibres textiles vendues renfermaient encore de 10 à 12 % de matières gommeuses et salines, véritables engrais exportés du domaine et vendus à l'indus-

trie qui n'en restituait rien à la terre. Du reste, à leur tour, ces 10 % de matières gommeuses renfermées dans les filaments provoquaient ultérieurement, dans les cordages fabriqués, une fermentation lente qui amenait la pourriture des fibres et leur décomposition.

Les cordages ne pouvaient être utilisés.

L'usine de Vaugenlieu dut fermer ses ateliers.

L'expérience avait manqué, la solution était de nouveau à chercher.

44. — C'est en Italie que nous devons nous rendre, pour rencontrer la meilleure solution donnée à ce problème assez délicat, on le voit.

On a remédié au mal en installant, dans chaque commune, des routoirs publics, c'est-à-dire de grands réservoirs en maçonnerie où on opère le rouissage, soit dans l'eau *dormante*, soit sous un faible courant d'eau atténuée par le soleil.

En 1873, M. Fausto Sestini, en Italie, a fait une expérience des plus intéressantes.

Dans un litre d'eau putride filtrée, puisée à un routoir à eau dormante, après l'extraction du chanvre, il a trouvé en matières dissoutes, 7^{gr},683, dont :

Substances organiques. . . .	3 ^{gr} ,983
Substances minérales	3, 905

Et il remarque que le total des matières organiques y était beaucoup plus élevé que dans les eaux des rou-

toirs à eau légèrement courante. C'était évident, *a priori*.

Le même expérimentateur a fait des expériences dans la province de Forti, où l'on rouit deux fois par an.

Il a compté, en 1867, le chiffre de 719 rutoirs de de 8000 mètres cubes d'eau, et qui contenaient 975 434 kilogrammes de matières fertilisantes, équivalentes à 213 534 kilogrammes de guano du Pérou, soit :

Phosphates terreux. . .	49 075	kilogrammes
Sels alcalins	276 726	"
Matières organiques . .	649 554	"
	<hr/>	
	975 445	"

Ces engrais s'emploient journellement; et on répand de la chaux dans l'eau de ces rutoirs pour détruire leur acidité et leur mauvaise odeur.

C'est à ce système de rouissage que les chanvres de Bologne doivent leur souplesse et leur rendement supérieur au rouissage à l'eau courante.

Mais, en ces deux avantages ne résident pas seulement les effets de ce système; en effet, ces chanvres n'ont pas besoin d'être *moulagés*, c'est-à-dire de supporter, pendant un espace de temps variant entre vingt minutes et une heure et demie, l'effet des *meules*, opération nécessaire pour adoucir les chanvres rudes de nos pays, meules qui les triturent, les pilent jusqu'à faire de la charpie — tout au moins des

étoupes — d'un bon quart de la matière soumise à cette opération barbare.

Les chanvres ainsi rouis seront moins blancs, c'est vrai, mais d'une couleur gris argenté qui plait à l'œil et très recherchée de la clientèle, puisque c'est avec ces chanvres principalement, que les Allemands fabriquent leurs ficelles, qui font aux nôtres une si rude concurrence.

Cette modification, dans la teinte des chanvres d'Anjou, conclut l'auteur précité, nuirait-elle un peu à leur vente, qu'en définitive cette dépréciation sera largement compensée par un rendement plus grand en filasse, par les avantages que la filature retirera de ne pas devoir les moulager ; et, enfin, le fermier retrouvera dans les résidus du rouissage un engrais merveilleux, avec lequel il réparera les pertes considérables que la culture du chanvre entraîne avec elle.

45. Déchets de coton. — En laissant de côté les filaments duveteux extraits des capsules de cotonnier et qui constituent les matières premières des filatures, nous ne parlerons ici que de la graine des cotonniers. Celle-ci, naguère encore abandonnée, est aujourd'hui traitée industriellement et donne lieu à de gros bénéfices. En effet, deux industries très importantes ont

ainsi vu le jour : la première consiste à recueillir les filaments de coton qui, d'ordinaire, échappent en plus ou moins grande quantité à l'opération de l'égrénage, par suite de leur adhérence aux graines ; la seconde consiste à extraire de ces graines l'huile qu'elles contiennent, après cette extraction il reste encore un tourteau qui n'est pas un des moindres produits de cette industrie.

La première de ces industries livre des déchets constitués par des débris de la graine et de la capsule, du sable, des poussières et des fibres de coton. Ces résidus ressemblent assez, à la vue, aux résidus de laine, mais leur richesse en azote est, on le conçoit, beaucoup moindre.

Or, de même qu'on falsifie très souvent les tissus de drap avec du coton, de même les engrais de laine sont parfois frauduleusement additionnés de ces débris de coton que les usines produisent en très grande quantité.

Les déchets de coton sont, par conséquent, bien loin d'avoir la même valeur que ceux de laine. Néanmoins, achetés sur analyse, et tout au plus de 0^{fr},80 à 0^{fr},90 le kilogramme d'azote, ils peuvent être employés avec avantage sur les prairies, ou bien dans la préparation des composts ou encore comme litière pour absorber le

purin, etc., dans tous les cas où les frais de transport ne sont pas trop onéreux ; car il ne faut pas oublier que cette matière fertilisante est peu concentrée, sa teneur en substances utiles est très peu forte, tandis que les matières inertes y sont au contraire abondantes.

Voici, d'après M. Petermann, l'analyse de deux échantillons de déchets de coton : le n° I renferme comme fibres seulement du coton ; le n° II est un mélange de beaucoup de déchets de coton avec un peu de déchets de laine :

Composition	I	II
Eau.	9,02	10,20
Matières organiques. . .	65,25 (1)	71,05 (1)
Matières minérales solubles dans l'acide chlorhydrique.	7,32 (2)	10,71 (2)
Matières minérales insolubles dans l'acide chlorhydrique (sable, etc.) .	18,41	8,04
	100,00	100,00

C'est ainsi que, dans l'acquisition de 10 000 ki-

(1) Azote organique.	1,01	1,46 %
(2) Acide phosphorique	0,42	0,50 "

logrammes de produit n° I, on paierait les frais de transport, d'emballage, de manutention et d'épandage de 1 841 kilogrammes de sable.

C'est donc un résidu industriel qui ne peut être utilisé avantageusement que dans des circonstances tout à fait spéciales.



CHAPITRE VII

VINIFICATION ET CIDRERIE

46. Marcs de raisins. — Les marcs, résidus de l'expression du raisin dans la fabrication du vin sont produits en très grandes quantités dans les régions vignobles.

Ce sont des déchets très intéressants à bien des titres qu'il importe d'utiliser. Cependant, bien des viticulteurs les jettent sur le fumier, ce qui est très regrettable, car ils méritent mieux que cela.

Tout récemment M. Raymond Brunet ⁽¹⁾ a appelé l'attention sur ce sujet. Cet auteur conseille l'emploi des marcs dans la fabrication et la distillation de la piquette en réservant les résidus pour l'alimentation ou la fertilisation.

⁽¹⁾ *Journal d'Agriculture pratique*, 1894, t. I, p. 55.

C'est par des lavages méthodiques que les viticulteurs épuiseront le plus complètement les marcs; ils obtiendront ainsi des piquettes qui donneront une excellente eau-de-vie.

Cette utilisation est plus loyale que la fabrication des vins de seconde cuvée et présente plus d'avenir. La fabrication des vins de seconde cuvée serait très loyale si le consommateur savait toujours qu'il achète des vins de sucre. Malheureusement, il en est rarement ainsi. Les vins de seconde cuvée se vendront moins bien quand notre vignoble français sera entièrement reconstitué, car nous produirons assez de vins de première cuvée pour notre consommation et pour l'exportation.

Les vigneronns feront donc mieux de produire de l'eau-de-vie que des vins de seconde cuvée, d'autant plus que les alcools de marcs seront toujours préférés aux alcools de grains ou de tubercules.

La distillation directe des marcs donne de moins bons résultats que la distillation des piquettes, car il se forme toujours des produits empyreumatiques. Les piquettes obtenues par les lavages méthodiques sont bien plus riches que celles qui proviennent de la macération simple. Ces lavages se font avec une série de cuves reliées entre elles et dont le marc est épuisé à un degré différent.....

Les lavages n'enlèvent que l'alcool et les principes solubles constituant l'extrait sec, quant aux résidus ainsi épuisés on peut les utiliser

pour l'alimentation du bétail ou comme engrais, car ils renferment de fortes proportions d'azote et de potasse.

47. Composition chimique. — La composition des marcs de raisins et, par suite, leur valeur fertilisante est très variable, mais les variations portent surtout sur la potasse, pour l'azote et l'acide phosphorique, elles sont beaucoup moins accentuées, comme le montrent les analyses suivantes, empruntées à MM. Müntz et Girard :

Composition	I	II	III	IV
Azote	1,11	1,22	1,30	0,81
Acide phosphorique	0,25	0,33	0,25	0,28
Potasse.	0,90	1,63	0,86	0,20

L'échantillon IV provient d'un marc épuisé ayant servi à la préparation de la piquette.

Mais il faut faire remarquer d'ailleurs, ce que l'analyse chimique n'indique pas toujours, que les marcs de raisins ont, en général, une réaction acide, surtout lorsqu'ils ont été conservés quelque temps.

D'après M. Is. Pierre, le département de l'Hérault fournit, annuellement, environ 840 000 quintaux de marc de raisin, dont un

dixième environ est consommé par le bétail ; le reste étant utilisé comme engrais.

48. Utilisation comme engrais. — Dans beaucoup de régions de la Côte-d'Or, surtout sur les grands crus, le marc de raisin est le seul engrais employé dans les vignobles et les vignerons prétendent que ce moyen de fertilisation a le grand avantage de sauvegarder la délicatesse des vins. Ce sont des engrais à décomposition lente, mais on les accuse d'attirer les rongeurs, toujours avides de pépins.

Dans le Midi, on utilise aussi les marcs de raisins pour la fumure des oliviers. Enfin, les cultivateurs d'Argenteuil prétendent que ces résidus sont précieux dans la culture des figuiers et des asperges. Pour saturer l'acidité des marcs, il est très avantageux de les additionner de chaux, ou mieux encore de phosphate de chaux.

Dans le Midi, on les mélange souvent avec du fumier et des roseaux verts dans le but de faciliter la fermentation.

Nous avons vu plus haut, que souvent aussi les marcs de raisin étaient utilisés dans l'alimentation du bétail et, sous ce rapport, ils constituent, ainsi que l'a démontré récemment M. Müntz, un résidu précieux. Toutefois, quand

les vins ont été plâtrés, ils ne peuvent servir que comme engrais, et comme tels, il importe de ne pas les laisser perdre.

49. Marcs de raisins secs. — La fabrication du vin de raisins secs qui a pris une certaine importance, laisse aujourd'hui une grande quantité de marcs. On peut les utiliser dans l'alimentation du bétail, mais leur emploi comme engrais semble plus avantageux. C'est ce que les cultivateurs des environs de Paris ignorent en général; car les marcs constituent le plus souvent, autour des fabriques de vins de raisins secs établies autour de la capitale, des résidus très encombrants qu'on jette le plus souvent dans des carrières.

Voici l'analyse comparée de deux échantillons de ces résidus, le n° 1 analysé par MM. Müntz et Girard, provient de Charenton, le n° 2 est un marc de raisins secs obtenu en Belgique et étudié par M. Petermann :

Composition	N° 1	N° 2
Eau	77,35	75,00 %
Azote	0,77	0,61
Acide phosphorique	0,14	0,11
Potasse	0,60	0,45

Ces marcs constituent, comme on le voit, un engrais précieux, de richesse comparable à celle du fumier de ferme et dont le prix calculé s'élève à environ 15 francs la tonne.

50. Lies de vin. — Les lies de vin forment la matière première de la fabrication de la crème de tartre.

Ces lies, ainsi épuisées, sont affectées, dans le département de l'Hérault, à la fumure des vignes, et d'après M. Is. Pierre, ce département en fournit environ 37 000 quintaux métriques au prix de 0^r,95 les 100 kilogrammes.

On y a trouvé par kilogramme :

Eau	505 grammes	} = 1 000
Matières organiques . .	319 "	
Substances minérales . .	176 "	
Azote	19	
Acide phosphorique.	42,4	

On voit que la proportion d'azote dans ces résidus est voisine de 2 ‰, quant à l'acide phosphorique, il y atteint communément le chiffre de 3 à 4 ‰; la potasse, par contre, et cela se conçoit, y est en quantité presque insignifiante.

51. Marcs de pommes. — La production du cidre en France va toujours en augmentant,

c'est ainsi qu'en 1893 nous avons livré à la consommation 31 608 565 hectolitres de cette boisson, tandis que la moyenne des dix dernières années (1883-1892) n'est que de 12 607 712 hectolitres ; c'est donc une augmentation de 19 000 853 hectolitres.

On se fera aisément une idée de l'importance acquise de ce fait par les marcs, sachant que 1 000 kilogrammes de pommes laissent en moyenne 250 kilogrammes de résidus.

D'après M. Lechartier, la composition moyennée des marcs de pommes est la suivante :

Eau et matières volatiles	75,75
Matières azotées	1,37
Substances grasses	1,26
Matières sucrées	3,17
Substances hydrocarbonées	5,01
Cellulose	12,08
Matières minérales	0,65

Cependant, il y a des différences notables dans la teneur en principes utiles, suivant que les marcs sont plus ou moins épuisés. On peut admettre les variations suivantes p. $\frac{0}{100}$:

Azote	1,0 à 2,9
Acide phosphorique	0,3 à 1,0
Potasse	1,2 à 3,10

Pendant longtemps, ces résidus sont restés sans emploi, mais aujourd'hui on s'en sert avan-

tageusement, soit dans l'alimentation du bétail, soit comme engrais.

Mais à ce dernier point de vue, l'acidité que nous avons signalée dans les mares de raisin (§ 47) est encore bien plus prononcée ici, aussi leur emploi direct présente-t-il certains inconvénients. Pour détruire cette acidité, surtout dangereuse dans les terres pauvres en calcaire, MM. Girardin et Du Breuil recommandent de ne s'en servir qu'après qu'ils ont fermenté pendant quelque temps, et, dans tous les cas, il convient de les additionner de chaux; on peut les convertir aussi en une masse sèche, d'apparence tourbeuse, applicable à toutes les cultures, mais surtout aux prairies, et capable de produire d'excellents effets lorsqu'on l'enfouit au pied des jeunes plantations de pommiers.

Voici comment il faut préparer ce compost :

On stratifie un hectolitre et demi de terre avec un hectolitre et demi de marc et un hectolitre de chaux vive en petits morceaux. Trois jours après, la chaux s'est délitée; on opère le mélange de toutes les matières à la bêche. Au bout de trois semaines, on recoupe une seconde fois; trois mois après, nouveau mélange. Le douzième mois, on recoupe encore et on peut employer le compost. A cette époque, le marc est entièrement détruit, et l'on n'en aperçoit plus de vestiges.

On peut encore additionner les marcs de phosphates fossiles : sur une couche de terre de 3 à 5 centimètres, on répand une couche de 15 à 18 centimètres de marcs, saupoudrés de 5 à 6 millimètres de phosphate fossile. On recommence la superposition dans le même ordre, jusqu'à une hauteur de 1 mètre à 1^m,50. Au mois de juin ou au plus tard en août, on recoupe le tas ainsi formé et on utilise le mélange obtenu, pendant l'hiver suivant (Müntz et Girard).

On a reconnu que ces composts favorisent le développement des plantes légumineuses dans les herbages.

Pendant, d'après M. Is. Pierre, qui s'est beaucoup occupé de l'emploi de cet engrais dans les environs de Caen, le moyen le plus sûr et le plus commode de tirer avantageusement parti des marcs de pommes et de poires, consisterait à les mélanger avec les fumiers de basse-cour.

Ces derniers en facilitent la décomposition, et les marcs, par leur acidité, tendent à s'emparer des vapeurs ammoniacales qui pourraient se dégager du fumier pendant une fermentation trop active. La crainte d'une détérioration du fumier par cette pratique, crainte manifestée par beaucoup de cultivateurs normands, ne parait nullement fondée.

52. Marc de café. — On sera peut-être étonné de voir figurer ici le marc de café, qui n'est pas, à vrai dire, un résidu industriel, mais sa production n'est pas moins considérable, et comme par sa composition et son mode d'action il se rapproche beaucoup des marcs de raisins et de pommes, nous croyons utile de rapporter ici ce qu'en dit M. Is. Pierre (1) :

Dans beaucoup de villes des départements du Nord de la France et de la basse Normandie, il se fait une énorme consommation de café, et je pourrais citer, à Caen, plus d'un établissement qui livrerait sans difficulté une cinquantaine d'hectolitres de marc de café comme résidu de la consommation annuelle qui s'y fait. J'ai trouvé dans cette substance 1,85 % d'azote en moyenne, ce qui la mettrait sur le même rang que les engrais de second ordre, et bien au-dessus des fumiers. Le marc de café contient aussi une proportion d'acide phosphorique ou de phosphates qui le placeraient au-dessus des tourteaux de graines oléagineuses : j'y ai trouvé 12,2 % d'acide phosphorique, représentant à peu près 23 % de phosphates. C'est un engrais dont les effets se font sentir deux ou trois ans et dont l'horticulture pourrait tirer un utile parti, surtout si l'on avait soin, pour activer sa décomposition, de l'imprégner d'urines, qui augmentent encore sa valeur réelle comme substance fertilisante.

(1) IS. PIERRE. — *Chimie agricole*, t. II, p. 50.

Nous citerons encore, parmi les résidus susceptibles d'être employés comme engrais, les *résidus de réglisse épuisés*. M. Is. Pierre y a trouvé 1,5 % d'azote à l'état d'humidité où le commerce le fournit, ce qui représente 1,93 % de résidu complètement desséché.

C'est principalement en Italie, en Espagne et en France, dans la Touraine et le Poitou, qu'on utilise ce dernier résidu industriel qui est d'ailleurs produit en quantités assez considérables.

CHAPITRE VIII

--

MEUNERIE ET TANNERIE

53. Résidus de meunerie. — La transformation des grains en farine fournit plusieurs déchets, parmi lesquels les plus importants sont, sans contredit, les criblures, le son et les embryons ou germes. Ces résidus trouvent leur emploi en agriculture, les criblures sont distribuées aux volailles, le son et les germes servent d'aliments aux mammifères domestiques. Comme matières fertilisantes, la meunerie ne donne que les poussières.

54. Poussières de moulins. — Les poussières ou balayures des moulins doivent être recueillies, car leur présence en quantité quelque peu considérable expose à des dangers d'incendie redoutables.

D'après MM. Müntz et Girard, ces poussières, vu leur état de finesse, constituent un engrais assez actif; leur richesse en azote varie de 1 à 2 % et le taux d'acide phosphorique de 0,5 à 1; celui de la potasse est voisin de 0,6.

Il faut, avant d'employer ces matières, prendre garde qu'elles ne contiennent point de graines susceptibles de germer et de salir la terre où on les applique comme engrais.

55. Résidus de tannerie. — La préparation des peaux ou cuirs fournit des résidus utilisables comme matières fertilisantes que nous n'avons pas à étudier pour le moment, ces déchets étant d'origine animale (¹); mais il y a un résidu de tannerie qui a une très grande importance et qui, d'ailleurs, est produit en quantité considérable, c'est le tan épuisé ou tannée, dont nous devons dire quelques mots.

56. Tan épuisé ou tannée. — M. Petermann, directeur de la Station Agronomique de

(¹) A. LARBALÉTRIER. — *Les Résidus industriels employés comme engrais. Industries minérales et animales*, 1. vol. Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.

Gembloux (Belgique), a publié sur la valeur et l'utilisation de cette substance une note très intéressante que nous croyons devoir mettre *in extenso* sous les yeux de nos lecteurs :

Les écorces épuisées des tanneries conviennent fort bien pour être mélangées aux déchets de ménage et de la ferme qui constituent le tas de compost; elles peuvent servir également pour remplacer une partie de la litière ordinaire ou de la tourbe, dont on constate un emploi de plus en plus étendu.

Sans avoir un pouvoir absorbant pour l'eau aussi élevé que la tourbe, le tan épuisé en retient néanmoins une forte quantité. Il résulte, en effet, d'expériences faites dans notre laboratoire que chacune des matières suivantes retient :

Pour 100 kilogrammes	Litres d'eau
Poussière de tourbe.	615
Tourbe mousseuse de Hollande.	459
" poussière de Hollande.	586
Paille de froment	254
Fougère	212
Bruyère	190
Genêt.	111
Tan épuisé	150

L'analyse suivante, exécutée par M. Graftiau, nous apprend aussi que le tan épuisé renferme une propor-

tion de principes fertilisants suffisamment élevée pour recommander l'emploi agricole de ce résidu industriel.

Composition du tan épuisé séché à l'air :

Eau.	12,47
Matières organiques.	78,83
" minérales.	8,70
	<hr/>
	100,00

Les matières organiques contiennent :

Azote	0,73
-----------------	------

Les matières minérales contiennent :

Chaux	3,32
Magnésie	0,24
Potasse.	0,41
Soude	0,48
Acide phosphorique	0,14
" sulfurique	0,35

Nous ajouterons que l'échantillon sur lequel nous avons opéré ne montrait plus aucune réaction de tanin. Le prix élevé des écorces engage du reste l'industriel à l'utiliser aussi complètement que possible.

Cette circonstance est une garantie pour que le tan épuisé, employé comme litière, ne renferme point de principes qui puissent s'opposer à une fermentation normale du fumier, c'est-à-dire empêcher le fumier de se faire, comme s'exprime le praticien.

57. Utilisation agricole et horticole de la tannée. — En raison de son acidité, la tannée, surtout lorsqu'elle n'est pas parfaitement

épuisée, présente quelques dangers ; en tous cas il importe de l'utiliser avec précaution. M. Dauverné a proposé un mode d'utilisation fort rationnel que nous ne saurions nous dispenser de faire connaître.

Ce procédé consiste à transformer les acides tannique et gallique en tannate et gallate de fer, au moyen d'un arrosage des tas avec du sulfate de fer dissous dans l'eau. Aussitôt après le contact du sulfate de fer avec la tannée, elle devient noire. Or, quelques arrosages, une quinzaine de jours et le retournement du tas suffisent pour que la tannée ne soit plus nuisible par son acidité. Arrivé à ce point, M. Dauverné met la tannée dans une fosse et l'arrose avec des matières fécales ; elle pourrit rapidement dans ces conditions et, après un mois environ, on obtient un engrais peu coûteux et très actif.

En horticulture, l'emploi de la tannée est très courant, surtout dans la culture maraîchère belge, à un tel point qu'on a donné un nom spécial à cette utilisation, le *tannéege*.

Un horticulteur belge des plus émérites, M. Rodigas s'exprime ainsi à propos de l'utilisation du tan épuisé :

« Les effets physiques du tannéege sont analogues à ceux du paillage. L'opération consiste

à répandre sur les planches, après les plantations, une couche de tannée épaisse de 4 à 7 centimètres. Cette matière, dès que le tanin en a été quelque peu neutralisé par un léger mélange avec de la chaux, peut être employée sans nuire le moins du monde aux plantes les plus délicates. Elle a la propriété précieuse d'éloigner les limaces. En contact avec l'air et l'humidité, la tannée se décompose, passe à l'état d'humus et par les binages s'incorpore au sol ».

M. Rodigas ajoute deux choses :

1° La tannée fraîchement extraite des cuves convient parfaitement pour dresser les couches chaudes des cultures forcées.

2° On en forme un excellent engrais en ajoutant à la chaux du sang de boucherie, mais il faut attendre au moins dix-huit mois ou deux ans avant de l'employer.

CHAPITRE IX

CENDRES

58. Importance. — L'emploi des cendres, ou résidus de l'incinération des matières combustibles, a une telle importance dans la fertilisation, que nous croyons devoir généraliser cette étude et y englober non-seulement les cendres de matières végétales proprement dites, mais encore les cendres de houille et les cendres de tourbes, qui, d'ailleurs, sont bien d'origine végétale, quoique la houille constitue à l'heure actuelle une substance organique parfaitement minéralisée.

59. Cendres de bois. — Dans les régions où le bois est employé comme combustible, on produit de grandes quantités de cendres, qu'il importe d'utiliser. La composition de ces cendres

est très variable avec les bois dont elles proviennent et aussi suivant la nature du sol où les arbres ont végété. Mais toujours ce sont les alcalis (soude, potasse et chaux) qui dominent, aussi sont-elles très souvent employées dans le blanchissage du linge, ou la savonnerie. Ainsi *lessivées*, les cendres ont encore une réelle valeur agricole. Il y a donc lieu de distinguer entre les cendres vives et les cendres lessivées.

60. Cendres vives. — Indépendamment des matières minérales qui constituent la plus grande proportion des cendres, on y trouve aussi des fragments de charbon et de matières organiques non décomposées par le feu.

Nous donnons dans le tableau de la page suivante, d'après les analyses du D^r Weber, la composition des cendres provenant de la combustion d'un mètre cube de bois de diverses essences; les quantités sont exprimées en grammes :

Ce qu'il importe surtout de connaître, c'est la nature alcaline, terreuse, phosphatée ou siliceuse des cendres. Or, M. Malaguti conseille d'effectuer cette recherche en opérant comme il suit ⁽¹⁾ :

(1) MALAGUTI. — *Chimie appliquée à l'agriculture*.

Essences	Total des cendres pures	Potasse	Soude	Chaux	Magnésie	Sesquioxyde de		Acide phosphorique	Acide sulfurique	Silice
						fer	manganèse			
Hêtre (50 ans)	2 693	671	39	1 175	280	48	32	200	61	187
" (220 ans)	4 038	781	64	2 165	550	37	33	171	20	217
Chêne (50 ans)	5 388	701	149	3 980	159	35	11	202	45	106
" (345 ans)	2 116	565	152	1 175	57	24	"	42	43	58
Bouleau (50 ans)	1 792	318	13	591	254	21	296	141	10	148
Sapin (90 ans)	1 885	608	10	236	159	43	631	111	43	41
Épicéa (100 ans)	1 626	230	22	750	117	44	285	56	27	95
" (150 ans)	2 317	343	10	1 733	80	22	"	69	43	17
Mélèze (45 ans)	1 359	318	44	657	107	41	"	112	19	61
Pin	1 100	166	6	683	115	8	5	69	15	33

On introduit dans une fiole 10 grammes de cendres avec 100 grammes d'eau de pluie et on fait bouillir quelques minutes, on jette le mélange sur un filtre, on lave et on dessèche le filtre à 100 degrés ; on le pèse en le plaçant sur l'un des plateaux d'une balance, et mettant dans l'autre plateau un filtre n'ayant pas servi et bien semblable à celui dont on s'est servi.

Si la cendre traitée par l'eau a perdu la moitié de son poids, on en conclura qu'elle appartient à la classe des cendres alcalines. Admettons qu'elle ait perdu 52 %. Il est vrai que tout ce qu'une cendre abandonne à l'eau n'est pas du carbonate de soude ou du carbonate de potasse ; il est vrai qu'elle renferme du sulfate de potasse, du chlorure de sodium et de potassium et même des silicates alcalins et du phosphate de potasse ; mais les carbonates alcalins et le carbonate de potasse surtout, constituent la plus grande partie des principes solubles.

En considérant donc comme des carbonates alcalins, les principes solubles d'une cendre, l'agriculteur est certain d'arriver à des conclusions suffisamment exactes dans la pratique.

La richesse en alcalis une fois déterminée, on introduira le résidu de cette même cendre lavée dans une fiole, on ajoutera de l'acide chlorhy-

drique étendu de la moitié de son poids d'eau, et l'on fera bouillir pendant 15 à 20 minutes; on dessèchera le mélange au bain-marie; on le chauffera ensuite très fortement, et on le reprendra par l'eau. Les 4^{sr},8 deviennent 1^{sr},8. Cela indique, par conséquent, que pour 55 de principes alcalins, il y a 30 de principes calcaires et magnésiens solubles dans l'acide.

Le résidu du traitement par l'eau et par l'acide constitue le sable siliceux.

61. Emploi agricole des cendres vives.

— Les cendres vives doivent être employées autant que possible par un temps humide. On les applique surtout au printemps avant le réveil de la végétation.

Sur les prairies ou les plantes levées, les cendres neuves doivent être employées à faible dose, autrement on brûlerait les plantes. Les doses les plus habituelles oscillent entre 20 et 25 hectolitres en terres légères et 35 à 40 hectolitres en terres fortes.

La présence de la potasse et de la chaux dans les cendres rend leur emploi précieux dans les terrains acides qu'elles neutralisent.

C'est surtout sur les terres qui manquent de calcaire que ces résidus donnent de bons résultats.

En général, elles favorisent la nitrification et, sous leur influence, on voit rapidement disparaître les mauvaises herbes.

Par leur action dans le sol, la désagrégation des silicates est facilitée et la silice devient soluble, tout au moins partiellement.

Mais il faut remarquer que les cendres neuves appliquées dans les sols calcaires ont une action souvent nuisible.

L'incompatibilité qui existe entre les cendres et l'élément calcaire rend impossible l'emploi de ces engrais dans les terres fraîchement chauffées ou marnées.

62. Cendres lessivées ou charrées. — Beaucoup plus employées que les précédentes dans la fertilisation, ces cendres sont surtout utilisées dans les Vosges, l'Ain, la Sarthe, l'Indre, etc.

Leur composition est à peu près la même que celle des cendres vives (§ 60) moins les sels solubles (soude, potasse, etc.) enlevés par la lixiviation ; plus un peu de carbonate de chaux provenant de manutentions industrielles et des matières terreuses ajoutées parfois frauduleusement.

Voici la composition de trois échantillons de

charrées, provenant de Nantes (n° 1), de La Rochelle (n° 2) et de la Flèche (n° 3) :

Composition	N° 1	N° 2	N° 3
Matières organiques . . .	9,80	6,00	2,90
Sels solubles dans l'eau. . .	1,05	2,00	3,40
Silice	13,60	42,70	50,20
Oxyde de fer, alumine, phosphate de chaux	27,30	12,35	10,90
Carbonate de chaux	47,10	34,80	26,60
Magnésie et perte	1,15	2,15	0,00
	100,00	100,00	100,00

A propos de l'emploi des cendres lessivées, M. Lefour, Inspecteur général de l'agriculture, fait remarquer ce qui suit :

Les charrées des savonniers sont regardées comme les meilleures ; elles contiennent des parties animales et beaucoup de parties calcaires ; celles des *fabriques de potasse* jouissent des propriétés des charrées de ménage ; celles des *blanchisseries* et des *salpêtriers* sont considérées comme plus puissantes que celles des ménages, à cause de la quantité considérable de chaux en partie carbonatée qu'elles contiennent. On répand les charrées sur les terres argileuses, schisteuses et granitiques, dans les sols tourbeux et de bruyère, dont elles neutralisent l'acidité, rarement sur les ter-

res calcaires; on les applique avant ou après les sécheresses en les mêlant aux fumiers, ordinairement à l'automne ou au printemps. On les répand à la main ou à la pelle, suivant la quantité; un peu de pluie fait bien après l'opération. On les enterre par un hersage quand on les répand sur des terres non couvertes de plantes en végétation.

La quantité à répandre par hectare varie suivant le prix. Dans l'Est et l'Ouest, où elles valent de 1^{fr},50 à 3 francs l'hectolitre, on en répand de 20 à 30 hectolitres dans le Nord et les environs de Lyon, où elles se vendent de 1 franc à 1^{fr},50 l'hectolitre, on les répand jusqu'à la dose de 50 hectolitres. En général, elles doivent être appliquées dans une proportion plus forte sur les sols argileux et humide que sur les terres légères et perméables.

Les charrées agissent par les sels calcaires et les phosphates qu'elles contiennent; leur effet est généralement plus sensible la première année. Elles ont une action très remarquable sur les légumineuses, le trèfle surtout, et les prairies naturelles un peu humides. On les emploie avec avantage dans la culture des céréales, du sarrasin et des navets. Il existe cependant beaucoup de sols où les cendres n'agissent pas, sans qu'on puisse bien en déterminer la cause.

63. Cendres de varechs. — Nous avons vu (§ 4) que l'incinération des varechs se fait le plus souvent en vue de l'extraction de l'iode et

des sels potassiques, cependant, dans beaucoup de régions du littoral, on brûle ces plantes dans les fosses en vue de l'utilisation agricole directe ; dans d'autres, on s'en sert d'abord comme combustible.

Voici la composition de quelques-unes de ces cendres brutes, c'est-à-dire non lessivées, telles qu'on les applique, à Jersey par exemple, sur les prairies (1) :

Composition	Fucus digitatus	Fucus vesiculosus	Fucus nodosus	Fucus serratus
Potasse	20,66	13,01	9,13	3,98
Soude	7,65	9,54	14,53	18,67
Chaux	10,94	8,36	11,60	14,41
Magnésie	6,86	6,12	9,91	10,29
Peroxyde de fer	0,57	0,28	0,26	0,30
Chlorure de sodium	26,18	21,45	18,28	16,53
Iodure de sodium	3,34	0,32	0,49	1,18
Acide sulfurique	12,23	24,06	24,20	18,59
// phosphorique	2,36	1,16	1,38	3,89
Silice	1,44	1,15	1,09	0,38
Acide carbonique	8,10	1,20	3,74	7,97
Charbon	0,53	13,89	6,65	3,15

Mais le plus souvent, comme il a été dit au

(1) D'après Godechens.

Chap. 1^{er}, les cendres des varechs ne sont livrées à l'agriculture, qu'après avoir servi à l'extraction de l'iode.

Ce qu'on appelle improprement, à Pornic, *cendres* ou *cendres de Noirmoutier* ⁽¹⁾, est un mélange dans lequel entrent des cendres de varechs, des varechs, des coquillages, des vases de mer et quelquefois des débris de poissons et du fumier, le tout est arrosé d'eau de mer, mélangé, transporté à dos d'âne au lieu d'embarquement, expédié à Pornic ou sur la côte vendéenne. Cet engrais renferme le plus souvent des quantités énormes de sable, aussi l'emploie-t-on quelquefois à la dose de 80 à 100 hectolitres par hectare.

64. Cendres de houille. — A dire vrai, les cendres de houille ne constituent pas un résidu de telle ou telle industrie, ce sont plutôt des déchets produits par toutes les usines qui emploient des générateurs dont les foyers sont alimentés par la houille.

Cependant, nous avons cru utile d'en parler ici, car on les néglige le plus souvent, et cela bien à tort, comme on va pouvoir en juger.

(1) AD. BOBIERRE. — *Leçons de chimie agricole.*

On se fera une idée de l'énorme quantité de ces résidus produits, lorsqu'on songe que la houille laisse, suivant sa qualité, de 1,5 à 5 % de son poids de cendres qui peuvent être avantageusement utilisées comme matières fertilisantes.

Quoique moins riches en principes utiles que les cendres de bois (§ 59), il importe cependant de ne pas les laisser perdre, car, dans certains cas, elles peuvent rendre de grands services.

La cendre d'une houille de bonne qualité, provenant de Saint-Étienne, analysée par M. Is. Pierre, a donné :

Argiles et matières non attaquables	
par les acides	62
Alumine	5
Chaux	6
Magnésie	8
Oxyde de fer	3
Oxyde et sulfure de fer.	16
	100

Les cendres de houille renferment quelquefois 1 % d'alcali (potasse et soude), le plus souvent à l'état de sulfate.

Quoique les houilles renferment une certaine proportion d'azote, variant entre 1,5 et 2,5 %, cet élément ne se retrouve pas dans leurs

cendres, mais il se passe partiellement dans la suie.

Une analyse de cendre de houille que nous empruntons à Wolff, donnera une idée plus exacte de la valeur fertilisante de ces produits :

Chaux	8,5
Magnésie	1,9
Acide sulfurique	6,1
Acide phosphorique	0,8
Potasse	0,5
Oxyde de fer et alumine	19,8

Les cendres agissent à la manière de la chaux et du plâtre, mais elles ont aussi, et surtout, une action amendante (1).

65. Emploi des cendres de houille. —

Les cendres de houille conviennent parfaitement aux terres argileuses qu'elles ameublissent et fertilisent, mais leur emploi n'est pas à re-

(1) Tandis que la France importe tous les ans une certaine quantité de cendres végétales vives ou lessivées, par contre, elle exporte une grande quantité de cendres de houilles. Voici les quantités et la valeur des produits livrés au commerce en 1893 :

Cendres végétales importées.	157 106 kilogrammes
	soit 4 713 francs
Cendres de houille exportées.	37 275 000 kilogrammes
	soit 18 637 francs

commander sur les sols sableux, dont elles exagéraient encore la friabilité. Elles produisent également de très bons effets sur les terres marécageuses ou les sols humides.

Sur les prairies naturelles et artificielles, surtout sur le trèfle, elles donnent en général de très bons résultats.

En raison de leur faible teneur en principes utiles, il ne faut acheter les cendres de houille que si on peut les avoir à très bas prix, 0^{fr},20 à 0^{fr},30 les 100 kilogrammes, encore ne supportent-elles guère de frais de transport.

D'après une note présentée par M. F. Dupont à l'association des chimistes de sucrerie et de distillerie, lisons-nous dans le journal *La Betterave*, on pourrait utiliser les cendres avec avantage, après les avoir finement broyées, dans la culture de la betterave, en les employant à haute dose, au semoir, pour recouvrir la graine.

Dans un essai fait, il y a quelques années, M. Dupont a obtenu des résultats surprenants : Dans un champ de 1 hectare, il a fait répandre au semoir, en même temps que les graines, des cendres de générateurs et des escarbilles broyées sur la moitié des lignes de betteraves, l'autre moitié ne recevant rien ; les betteraves semées

dans les lignes ayant reçu ces résidus ont levé beaucoup plus vite que les autres et ont présenté pendant longtemps une végétation beaucoup plus vigoureuse.

Ces cendres, étant noires, concentrent et emmagasinent dans le sol une plus forte quantité de chaleur solaire, très favorable à une germination rapide, surtout au commencement d'avril pour les premiers semis, à l'époque où la terre est encore froide.

Ajoutons que les observations de M. Dupont sont confirmées par M. Ernest Macarez, agriculteur à Haulchin, qui a fait déjà des expériences analogues ⁽¹⁾.

Les cendres de houille s'emploient à une dose variant entre 80 et 150 hectolitres par hectare.

66. Cendres d'anthracite. — L'anthracite est assez généralement employée comme combustible dans les régions industrielles, surtout pour le chauffage des tourailles de brasseries et de chicorateries.

Les cendres laissées par cette matière pré-

(1) G. GRAS. — *La Betterave*. Journal technique, n° du 13 décembre 1894.

sentent, en moyenne, d'après Wolff, la composition suivante :

Chaux	16,1
Magnésie	1,6
Acide sulfurique	10,4
Acide phosphorique	0,6
Potasse	0,7
Oxyde de fer et alumine.	9,5

Leur mode d'emploi est le même que celui des cendres de houille (§ 65).

67. Cendres de tourbe. — La tourbe noire (§ 69), très employée comme combustible en Angleterre, en Hollande, dans la Somme et quelques localités du Pas-de-Calais, laisse des cendres dans la proportion moyenne de 10 % en poids. La composition de ces cendres est bien variable avec la nature des tourbes dont elles proviennent.

Suivant la juste remarque de M. Bobierre, les cendres de tourbe sont riches en sulfate (1), elles

(1) « Le citoyen Daguin nous a indiqué les ressources que peuvent procurer au besoin les grandes et nombreuses tourbières des départements de la Vendée et de la Loire-Inférieure. Ces tourbes, par leur simple incinération, fournissent une telle quantité de sulfate de soude, qu'il y a des tourbières, comme celles de

font merveille sur les prairies artificielles et notamment sur le trèfle.

Elles ne contiennent pas sensiblement de phosphates, parce que les phénomènes, de décomposition qui ont marqué la transformation des végétaux en tourbe, ont causé la dissolution de ces sels et leur entraînement par les eaux. On les emploie à la dose de 50 hectolitres par hectare. Cet engrais donnera donc de meilleurs résultats s'il est additionné de phosphates, ou mieux alterné avec des fumures normales.

Aux environs de Dunkerque et de Douai, on applique aussi très avantageusement les cendres de tourbe sur le lin et la navette. Sur ces céréales, elles réunissent, en général, moins bien que les charrées (§ 62).

Montoir, au-dessus de Nantes, dont les cendres, suivant les endroits où on les prend, rendent le quart de leur poids de ce sel. C'est ce qu'il a consigné dans la description qu'il fait de son procédé au Directoire des brevets d'invention, en 1791. En 1792, il fabriqua par la lessive de ces cendres 100 000 kilogrammes de sulfate de soude, et il nous écrit qu'en faisant ramasser toutes les cendres de ce pays et des environs, on pourrait aisément fabriquer 250 000 kilogrammes de ce sel par an. Cette ressource est grande et n'est nullement à négliger ».

(Description des divers procédés pour extraire la soude du sel marin. Imprimé par ordre du Comité de Salut public, an III.)

Voici, d'après MM. Müntz et Girard l'analyse de quelques-unes de ces cendres, empruntées à divers auteurs :

Origine	Chaux	Acide sulfurique	Potasse	Acide phosphorique	Oxyde de fer et alumine	Auteurs
France (Longueau).	24,42	15,70	0,46	traces	24,00	M. Hitier
Belgique (Réthy) .	6,43	6,50	1,75	"	9,50	M. Petermann
Hollande (Maes- tricht)	26,40	8,86	1,47	"	7,40	"
Allemagne (cendres calcaires) . . .	45,70	4,40	0,50	1,20	7,80	M. Wolff
Allemagne (ferru- gineuses) . . .	33,30	5,20	0,80	1,40	22,30	"
Allemagne (gy- pseuses) . . .	14,70	16,80	1,80	1,80	5,70	"

CHAPITRE X

INDUSTRIE DE LA TOURBE

68. Résidus. — Aujourd'hui on fait usage de grandes quantités de tourbes comme litières, notamment pour les chevaux et les bêtes bovines, et en raison du grand pouvoir absorbant de cette matière et de l'économie qu'elle procure, non seulement beaucoup d'exploitations agricoles, mais encore un certain nombre de compagnies de transport ont adopté ce nouvel excipient pour leur cavalerie. Mais la tourbe litière n'est pas de la tourbe brute, elle doit d'abord subir une préparation et lors de celle-ci, on obtient un résidu utilisable comme engrais. Avant de parler de ce produit, d'obtention d'ailleurs récente, nous devons donner quelques généra-

lités sur la tourbe et les tourbières, qui aideront beaucoup à la compréhension de ce qui suit :

69. Tourbes et tourbières. — On sait que les tourbières sont des lieux humides dans lesquels s'accomplit la décomposition lente, on pourrait dire, la carbonisation de certaines plantes aquatiques, telles que *carex*, *hypnum* et surtout *sphagnum*.

Ces sphagnum ou sphaignes se développent avec une grande vigueur quand les eaux qui les entretiennent sont limpides et que la température extérieure n'est pas trop élevée. La condition indispensable pour que la tourbe se produise, c'est que les plantes qui vivent dans l'eau périssent lentement par leur pied immergé sans que leur croissance soit arrêtée; c'est ce caractère que les mousses du genre *sphagnum* présentent au plus haut degré.

La plupart des tourbières se rencontrent dans les plaines et dans les vallées; on en trouve aussi, mais plus rarement, sur les pentes des montagnes, surtout dans les pays granitiques, où les sphaignes trouvent des conditions très favorables à leur développement.

Quant aux tourbières de plaines et de vallées,

elles sont caractéristiques de la période quaternaire, et se forment encore actuellement sous nos yeux.

L'épaisseur des couches de tourbe est très variable, elle est comprise entre quelques centimètres et 8 ou 10 mètres, tout au moins dans les tourbières françaises des vallées de la Somme, de l'Isère, de Seine-et-Oise, de la Sarthe, du Jura, des Vosges, etc.

La transformation de la mousse en tourbe, est progressive. La tourbe la plus récente, celle qui se trouve à la surface, possède un tissu très lâche, laissant encore apercevoir tous les filaments végétaux ; c'est la *tourbe mousseuse*, celle qui est préférée pour l'obtention industrielle de la litière. Au-dessous, elle devient *feuilletée*, sa couleur est plus sombre et sa décomposition est plus avancée. Enfin, à la base, la *tourbe noire* qui est compacte, les végétaux constituants sont presque complètement décomposés, et l'œil ne peut plus y reconnaître les espèces végétales qui l'ont produite.

Cette tourbe noire est surtout employée comme combustible (§ 67). Les chiffres qui suivent empruntés à M. A. de Lapparent, montrent que cette transformation marche de pair avec un enrichissement progressif en carbone,

tandis que le produit s'appauvrit en hydrogène et surtout en oxygène :

Nature de la tourbe	Carbone	Hydrogène	Oxygène	Azote	Cendres
1 ^o Tourbe brune de la surface	57,75	5,43	36,06	0,80	2,72
2 ^o Tourbe presque noire à 2 ^m ,50 de profondeur	62,02	5,21	30,67	2,10	7,42
3 ^o Tourbe noire à 4 ^m ,60 de profondeur.	64,07	5,01	26,87	4,05	9,16

Quant à la rapidité avec laquelle s'accomplit la formation de la tourbe, elle est évidemment liée aux conditions physiques de la contrée. Dans le Jura, on estime que l'accroissement de la tourbe mousseuse est compris entre 0^m,60 et 3 mètres par siècle. Ce dernier chiffre correspond aux tourbes de sphaignes.

En tous cas, le développement des plantes qui donnent la tourbe exige le libre accès du grand air.

Un autre facteur de première importance est la température. Une forte évaporation, consé-

quence d'un climat chaud, empêcherait la condensation de l'humidité par les mousses. C'est ce qui explique pourquoi on ne trouve pas de tourbières ni au sud du 46° degré de lat. N., ni au nord du 41° degré de lat. S. Le Brésil et les régions équatoriales en sont complètement dépourvues (A. de Lapparent).

La température la plus propice aux tourbières est une moyenne annuelle comprise entre 6 et 8° (1).

70. Poussière de tourbe. — La tourbe mousseuse avant d'être employée comme litière est soumise, avons-nous dit, à une préparation spéciale, qui consiste à la découper en morceaux qu'on fait sécher à l'air, puis qu'on déchire et qu'on tamise pour enlever les matières terreuses. De nombreuses usines, ayant en vue ce traitement, ont été établies en Allemagne, en Hollande et en Angleterre.

Par le déchiquetage et le tamisage, on obtient la poussière de tourbe, qui a reçu bon nombre d'applications agricoles, que M. H. Sagnier décrit ainsi :

(1) A. LARBALETRIER. — *La tourbe employée comme litière*. Le Progrès Agricole, n° du 21 juin 1896. Amiens.

Elle possède un très grand pouvoir absorbant, puisqu'elle absorbe neuf fois son poids de liquide, et elle constitue un désinfectant très énergique, en absorbant les matières volatiles de manière à faire disparaître les mauvaises odeurs des substances organiques en putréfaction. C'est pourquoi on peut l'employer avec avantage dans les latrines pour fixer les liquides et désinfecter les matières fécales. Des applications en ont été faites pour cet usage dans plusieurs parties de l'Allemagne; elles ont toujours donné les meilleurs résultats. Le mode d'emploi est des plus simples; il consiste à tapisser préalablement le fond de la fosse avec une couche de poussière de tourbe, et à y ajouter chaque jour une petite quantité suivant les besoins. Pour déterminer la quantité à employer, on part de ce fait qu'il faut de 40 à 50 kilogrammes de poussière de tourbe, pour absorber et désinfecter les déjections d'une personne adulte pendant une année. Le contenu de la fosse constitue une masse terreuse dont on peut opérer la vidange à la pelle, et qu'on peut transporter sur des voitures ouvertes, sans inconvénient.

L'engrais ainsi formé est d'une haute qualité; appliqué tant à la culture maraîchère qu'à la culture arable, il n'a donné que de bons résultats; son prix de revient est d'ailleurs très-faible. Il est évident que cet emploi de la poussière de tourbe pourrait prendre un très grand développement, au double bénéfice de l'agriculture et de l'hygiène publique.

Enfin la poussière de tourbe est encore employée en Piémont, dans les magnaneries, comme litière, elle constitue un très bon engrais.

En outre, cette poussière a été utilisée pour la conservation des produits agricoles. Des pommes de terre, oignons, navets et même du poisson ont été fort bien conservés dans cette matière.

C'est donc, comme on le voit, un résidu précieux qu'il importe de ne pas laisser perdre.

CHAPITRE XI

INDUSTRIES DIVERSES

71. Résidus de papeterie. — Les fabriques de papiers emploient comme matières premières des substances cellulosiques, fibres végétales, pailles ou chiffons, qui avant tout autre traitement, doivent subir un lavage très soigné. Les eaux de lavage ainsi obtenues constituent une cause d'infection quand on les laisse écouler directement dans les rivières, car elles sont très fermentescibles.

MM. Müntz et Girard font remarquer que les eaux des papeteries d'Essonne contiennent huit grammes d'azote par mètre cube ; on a essayé de les traiter par la chaux, et on a obtenu un précipité qui, égoutté, dose 0,3 % d'azote.

Le plus souvent on laisse déposer ces liquides, et on recueille le dépôt formé qu'on sèche à l'air. M. Petermann y a trouvé p. $\frac{0}{100}$:

Composition	N° 1	N° 2
Eau	13,92	4,63
Azote	0,70	0,47
Acide phosphorique	1,68	0,41
Potasse	0,34	0,49
Chaux	71,68	//

« On obtient aussi dans ces fabriques d'abondants dépôts formés par la décomposition des carbonates alcalins par la chaux.

Ces résidus doivent être plutôt considérés comme engrais calcaires; il contiennent en effet à l'état humide 30 $\frac{0}{100}$ de carbonate de chaux très peu d'azote (environ 0,2 $\frac{0}{100}$), des traces d'acide phosphorique (0,1) et pas de potasse (1) ».

72. Fabriques de chocolat. — Les fabriques de chocolat qui ont une très grande importance en France, emploient comme matière première principale le cacao. Ce produit qui nous arrive

(1) PETERMANN. — *Les Engrais*, t. I. p. 534.

des pays chauds est amené en coques et avant de soumettre les amandes à la pulvérisation, les capsules doivent être décortiquées. De là, un résidu produit en assez grande quantité, les coques de cacao, qu'on utilise non seulement comme engrais, mais encore comme aliment pour le bétail.

Dans les chocolateries françaises, la décortication se fait après une torréfaction légère, qui facilite beaucoup ce travail. En moyenne, 100 kilogrammes de fèves de cacao donnent 12 kilogrammes de coques. Comme il entre annuellement en Europe, suivant la remarque de M. Cornevin, plus de 12 millions de kilogrammes de fèves de cacao, c'est donc au moins 240 000 kilogrammes de coques qui restent comme résidus de l'industrie chocolatière.

M. de Marneffe a donné une analyse très complète de ces produits, qui renferment p. % :

Eau	13,24
Matières azotées	11,08
" grasses	2,90
Extractifs non azotés. 46,71 } Cellulose 16,03 }	62,74
Matières minérales	10,04

Les matières minérales ou cendres, contiennent à l'état brut :

Acide silicique	10,75
" phosphorique	4,03
" sulfurique	1,41
" carbonique	0,26
Chlore	1,93
Carbone	1,98
Sable.	19,34
Chaux	12,28
Potasse.	21,81
Oxyde de fer.	8,62

Au sujet de cette analyse. M. A. Petermann, qui a particulièrement étudié ces résidus (1) fait observer ce qui suit :

La richesse considérable en potasse se manifeste dans la cendre des coques de cacao. Le titre élevé en oxyde de fer mérite également une mention, car on sait qu'en général les cendres végétales en renferment peu.

L'analyse de la cendre et le dosage de l'azote permettent d'établir la proportion de principes fertilisants que les coques de cacao enlèvent au sol qui les a produites, et, d'autre part, leur valeur comme engrais.

(1) *Bulletin de la station agronomique de l'État à Gembloux.*

En effet, 1 000 kilogrammes de coques de cacao renferment :

Azote.	17 ^{kg} ,72
Potasse	27, 85
Acide phosphorique	5, 12
Chaux	15, 66
Magnésie	8, 68

En tenant compte de ce que la forme sous laquelle l'industrie chocolatière abandonne ce déchet, seulement grossièrement concassé, est peu favorable à une décomposition rapide, et que les principes fertilisants s'y trouvent sous un état lentement assimilable, on peut fixer la valeur comme engrais des coques de cacao tout au plus à 13 francs les 1 000 kilogrammes.

En général, il y a plus d'avantage à les utiliser dans l'alimentation du bétail, ce n'est que lorsque les coques sont avariées, rances et couvertes de moisissures qu'il est préférable de les employer dans la fertilisation des terres.

73. Sciure de bois. — Les grandes scieries mécaniques laissent d'énormes quantités de sciure de bois, dont l'agriculture peut tirer profit.

Cette sciure, *presque* exclusivement formée de cellulose, qui est un hydrate de carbone, c'est-à-dire un corps non azoté, ne peut constituer en

elle-même un engrais dans la vraie acception du mot, mais elle peut être avantageusement employée comme substance pour fixer d'autres éléments fertilisants riches dont la nature aqueuse ne se prête pas à une utilisation directe. C'est dire que la sciure peut être utilisée comme litière notamment.

Cependant la sciure de tous les bois ne peut recevoir cette utilisation. D'après M. A. Ch. Girard, celles qui conviennent le mieux sont celles de pin, d'épicéa, de sapin, de châtaignier et de peuplier ; la sciure de chêne, qui contient beaucoup de tanin, donne, paraît-il, de mauvais résultats, et peut être préjudiciable aux animaux comme aux terres. L'entretien de la litière de sciure est plus facile que celui de la litière de paille ; il suffit d'enlever les déjections chaque jour, de donner un coup de râteau et de mettre une couche de sciure fraîche. On procède à l'enlèvement total lorsqu'elle commence à se saturer et à s'échauffer.

Quant à la valeur des fumiers, il résulte des expériences de MM. Müntz et Lavalard que soit à poids total égal, soit à dose égale d'azote, le fumier de sciure ne le cède en rien au fumier de paille, tout au moins dans les sols légers et peu calcaires. La répartition sur le sol et l'incorpo-

ration, en sont plus faciles. Cependant, dans une terre déjà riche en matières organiques, humide, argilouse et compacte, l'emploi du fumier de sciure, d'après M. Girard, ne saurait être conseillé sans réserve. La supériorité dans ce cas pourrait rester au fumier de paille, qui soulève, divise et aère le sol.

Le traitement du fumier de sciure ne diffère en rien de celui du fumier ordinaire ; l'échauffement du tas est assez rapide, il doit être prévenu et modéré par des arrosages.

Nous avons vu plus haut que la sciure était surtout fournie de cellulose, cependant dans les circonstances les plus ordinaires et surtout lorsque ce résidu a été séché à l'air, il contient de faibles quantités d'azote provenant de la sève de bois. A cet égard, il y a d'ailleurs quelques différences à observer selon les essences. Voici quelques chiffres à cet égard :

Nature de la sciure	Azote contenu dans 100 parties	
	à l'état ordinaire	desséché à 110°
Sciure de sapin (séchée à l'air).	0,19	0,26
" chêne " "	0,14	0,72
" d'acacia " "	0,29	0,38

D'ailleurs ce n'est pas d'aujourd'hui qu'on a proposé d'utiliser la sciure de bois. Déjà en 1872, M. G. Heuzé, inspecteur général de l'agriculture, faisait la réponse suivante à une question qui lui était posé à ce sujet :

« La sciure de bois est très lente à se décomposer et à se transformer en terreau. On peut néanmoins l'utiliser avantageusement en l'employant comme litière et en la laissant pendant plusieurs mois en contact avec les déjections solides et liquides. On peut aussi la stratifier avec de la chaux vive, laisser le mélange en tas pendant une année environ en ayant la précaution de les remuer à plusieurs reprises. Avant d'employer ce compost, on l'arrose copieusement plusieurs fois avec des urines fraîches ou des eaux vannes. La sciure de bois ainsi traitée est en grande partie décomposée lorsqu'on utilise le mélange, et elle contribue dans une large mesure à la fertilisation des terres un peu consistantes sur lesquelles elle doit être appliquée ».

Ajoutons, que plusieurs administrations, et notamment la C^{ie} Générale des Omnibus de Paris, utilisent parfois la sciure de bois comme litière.

74. Suie de cheminée. -- La suie de cheminée est un résidu produit dans un grand

nombre d'usines tout comme les cendres (§ 58). Elle est surtout riche en matières organiques. Mais comme pour les cendres, il y a lieu ici d'établir une distinction entre la suie de bois et la suie de houille.

D'après Wolff, la première présente en moyenne, la composition suivante :

Eau	5,0
Matière organique	72,0
Azote	1,3
Potasse	2,1
Acide phosphorique	0,4
Chaux	10,0
Magnésie	1,5
Acide sulfurique	0,3

On utilise cet engrais à la dose de 20 à 25 hectolitres par hectare ; c'est surtout sur les terrains calcaires qu'on en obtient de bons résultats.

La suie doit être employée avec précaution, car, répandue par un temps de sécheresse, elle peut nuire aux plantes. On l'utilise surtout en horticulture, notamment au pied des rosiers ; outre ses propriétés fertilisantes, elle a la faculté d'éloigner les insectes.

Le plus souvent, tout au moins en grande culture, la suie de bois est mélangée aux composts (§ 76). La suie de houille, produite en bien plus grande quantité, surtout dans le nord de la

France, est plus riche en azote. Dans le département du Nord, les cultivateurs achètent communément ce résidu aux usines, à raison de cinq ou six francs l'hectolitre. Or, un hectolitre pèse environ 85 kilogrammes. A ce prix, elle est trop chère, ainsi que le montrent les analyses suivantes empruntées à M. Saillard et portant sur deux échantillons de suie provenant des environs de Douai :

Composition	N° 1	N° 2
Azote organique	2,60 0/0	2,85 0/0
// ammoniacal	1,08	0,73
Acide phosphorique	0,54	0,92
Potasse	0,27	0,81
Chaux	3,53	3,86
Silice	20,86	27,72

Au prix actuel des matières fertilisantes, la culture paye donc dans le Nord les suies de houille de un franc à un franc cinquante trop cher.

CHAPITRE XII

COMPOSTS ET FUMIERS

75. Les composts. — A plusieurs reprises, dans les chapitres qui précèdent, nous avons eu l'occasion de faire remarquer que certains résidus industriels étaient plus avantageusement utilisés lorsqu'on les incorporait dans les composts que lorsqu'on les employait séparément. Ceci est surtout vrai pour les déchets ayant une composition chimique peu complexe, c'est-à-dire qui sont presque uniquement à dominante de potasse, de chaux ou même d'acide phosphorique ; c'est encore vrai, pour les résidus qu'on ne peut se procurer qu'en trop faible quantité pour qu'on en fasse un usage séparé.

Toutes ces matières doivent être incorporées, non pas au tas de fumier comme on l'a recommandé quelquefois, le fumier ne devant être

composé que de litières et de déjections, mais au composts.

On nomme ainsi des tas de débris organiques de toutes sortes, auxquels on mêle souvent des cendres et de la chaux, pour en hâter la décomposition. Ces tas sont arrosés avec des eaux de lessive, des urines, etc., qui facilitent et hâtent la fermentation de la masse. De temps à autre, le tas de compost doit être remanié et mélangé, de manière à obtenir une masse bien homogène.

Nous ne pouvons énumérer ici toutes les substances qui entrent dans les composts, nous dirons seulement, que dans une exploitation bien tenue, rien ne doit être perdu, balayures, épluchures, cadavres d'animaux, gazon, etc., etc., tout doit aller au compost. Mais il faut y ajouter des matières terreuses et, à ce point de vue, les curures des mares et des fossés, les vases, etc., conviennent particulièrement bien. Autant que possible toutes ces matières doivent être stratifiées.

Surtout, il ne faut pas négliger les arrosages et les recoupages, autrement on n'obtient pas de véritables composts.

Très souvent aussi on néglige d'incorporer de la chaux aux composts, ce qui est une faute

grave. Il en faut d'autant plus que le mélange renferme davantage de débris à décomposition lente. La chaux, comme le font observer MM. Müntz et A. Ch. Girard, décompose les sels ammoniacaux et produit de l'ammoniaque aux dépens des matières organiques azotées.

L'ammoniaque ainsi formée reste unie aux éléments de la terre, dont nous connaissons les propriétés absorbantes. La déperdition résultant de la présence d'ammoniaque libre est d'autant moins grande que le compost est entretenu dans un état d'humidité plus convenable. Si le tas venait à se dessécher, il n'en serait plus ainsi; la terre perdrait en partie ses propriétés absorbantes et l'ammoniaque ne serait plus retenue. Il ne faut donc pas s'inquiéter de la déperdition de l'azote, lorsqu'on a préparé le compost dans des conditions convenables. L'action de la chaux sur la substance organique et la formation d'ammoniaque qui en résulte doivent être envisagées comme des plus utiles, en ce sens qu'elles transforment en produits essentiellement assimilables des matières qui sont, en général, très lentes à se décomposer.

D'ailleurs l'ammoniaque ne persiste pas sous cette forme dans le tas; les conditions réalisées pour un compost se trouvent en effet être identiques à celles qui sont favorables à l'établissement des nitrifiers. Il se développe donc dans la masse une fermentation nitrifique très énergique qui a pour action de transformer

en nitrates de chaux, de potasse, de magnésie, etc., non seulement l'ammoniaque qui s'est formé, mais encore l'azote des matières organiques. Les éléments azotés sont donc amenés, par la pratique des composts, au plus haut degré d'assimilabilité; les recoupages ont pour effet principal d'activer cette nitrification, autant par le mélange des matières, que par la perméabilité qu'ils donnent au tas.

76. Engrais Jauffret. — L'engrais Jauffret, au sujet duquel on a fait beaucoup de bruit il y a une trentaine d'années, n'est qu'un compost d'une nature particulière, formé de débris végétaux de toutes sortes qu'on arrose avec une lessive ou un levain d'engrais.

Voici les formules données par Jauffret pour composer cette lessive :

Première recette :

Matières fécales et urines	100 kil.
Suie de cheminée (§ 74)	25 //
Plâtre en poudre	200 //
Cendres de bois lessivées (§ 62)	10 //
Sel marin	820 gram.
Levain d'engrais, matière liquide ou jus de fumier provenant d'une opération précédente, pouvant être remplacée par	25 kil.
Gadoue	25 //

Ces matières sont délayées dans un bassin avec assez d'eau pour faire 10 hectolitres de lessive. Cette quantité suffit pour convertir 1 000 kilogrammes de matières végétales ligneuses (genêts, bruyères, fougères, branches d'arbres, mauvaises herbes, etc.), en 2 000 kilogrammes d'engrais.

Malheureusement, cette matière fertilisante est d'un prix de revient assez élevé.

Deuxième recette :

Mélange de paille de colza, de foin	500 kil.
Vesce trempée pendant qua- tre jours dans l'eau (rem- plaçant la matière fécale) .	20 //
Chaux vive	30 //
Matières fécales	17 //
Salpêtre	0,625
Suie de cheminée	25 //
Terre de route, remplaçant le plâtre	200 //
Sel marin	0,500

Pour la composition de la lessive, on peut remplacer, d'après Jauffret :

Les 100 kilogrammes de matières fécales par 20 kilogrammes d'orge, lupin ou sarrasin, en grains non dépouillés ;

Ou par 125 kilogrammes de fiente de cheval,

bœuf, vache, porc, ou par 50 kilogrammes de crottin de mouton, chèvre, etc.

Les 25 kilogrammes de suie de cheminée par 50 kilogrammes de terre cuite; les 200 kilogrammes de plâtre par 200 kilogrammes de limon de rivière, vase des collines, vase de mer, terre grasse des bois, marne ou poussière des grands chemins;

Les 100 kilogrammes de cendres de bois par un kilogramme de potasse;

Les 500 grammes de sel marin par 50 litres d'eau de mer;

D'ailleurs, on peut modifier de bien des manières la préparation de ce compost, qui, nous devons le reconnaître, est à peu près abandonné aujourd'hui.

77. Fumier de ferme. — Très souvent aussi nous avons eu l'occasion de comparer les diverses matières fertilisantes obtenues dans l'industrie, à l'engrais type, c'est-à-dire au fumier de ferme, considéré à juste titre comme le « roi des engrais ». Un mot à ce sujet ne sera donc pas de trop, car le fumier aussi peut être considéré jusqu'à un certain point de vue comme un résidu industriel.

C'est le résidu que laissent les opérations

zootechniques, élevage, engraissement, etc., et c'est si bien un résidu, qu'en réalité, il n'existe pas d'exploitations où on élève du bétail dans le but exclusif d'obtenir du fumier. Dans ces conditions, le compte bétail serait toujours et forcément en perte.

Nous donnons ci-dessous, d'après Wolff, la composition moyenne du fumier à différents états, rapportée à 1 000 de matière :

Composition	Fumier mixte (1)		
	frais	moyennement consommé	fortement consommé
Eau	750	750	790
Substance organique	212	192	145
<i>Azote</i>	3,9	5,0	5,8
<i>Acide phosphorique</i>	1,8	2,6	3,0
<i>Potasse</i>	4,5	6,3	5,0
Soude	1,3	1,9	1,3
Chaux	4,9	7,0	8,8
Magnésie	1,2	1,8	1,8
Acide sulfurique	1,0	1,6	1,3
Chlore et fluor	1,3	1,9	1,6
Silice et sable	10,8	16,8	17,0

(1) Mélange du fumier des divers animaux de la ferme.

On voit que sous tous ces états, le fumier est avant tout un engrais azoté et potassique. C'est peut-être sous le rapport de l'acide phosphorique que sa composition est incomplète, tout au moins dans certains sols.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BARRAL et SAGNIER. — *Dictionnaire d'agriculture*. 1892.
- BOBIERRE. — *Leçons de chimie agricole*. 1872.
- CORNEVIN. — *Les résidus industriels dans l'alimentation*. 1892.
- DEHÉRAIN. — *Traité de chimie agricole*. 1892.
- DEHÉRAIN. — *Annales agronomiques*. 1886, 1887, 1888, 1890, 1892, 1893, 1894.
- GIRARDIN et DUBREUIL. — *Traité élémentaire d'agriculture*, t. I, 1885.
- GRANDEAU. — *L'épuisement du sol et les récoltes*. 1889.
- GRAS. — *La Betterave*. Revue technique, 1894 et 1895.
- JOIGNEAUX. — *Le livre de la ferme*, t. I et II.
- JOULIE. — *Guide pour l'achat et l'emploi des engrais*. 1887.
- LABOULAYE. — *Dictionnaire des arts et manufactures*.
- LAMI. — *Dictionnaire de l'industrie*.
- LANDRIN (E. et H.). — *Nouveau manuel de la fabrication et de l'application des engrais*. 1888.
- LARBALÉTRIER (ALB.). — *L'Agriculture et la Science agronomique*. 1 vol. 1888.

- LECOUTEUX. — *Journal d'agriculture politique*. 1889, 1890, 1891, 1892.
- LEFOUR. — *Sol et engrais*. 1878.
- MAURON. — *Utilité, composition et emploi des engrais*.
- MENAULT. — *Les engrais*. 1881.
- MUNTZ et GIRARD. — *Les engrais*, t. I, II, III, 1888, 1889.
- PAGNOUL. — *Bulletin de la station agronomique d'Arras*. 1890-91-92-93-94.
- PAYEN et VINCENT. — *Précis de chimie industrielle*. 1878.
- PÉLIGOT. — *Traité de chimie analytique appliquée à l'agriculture*. 1883.
- PETERMANN. — *Recherches de chimie et de physiologie*. 1886.
- PETIT (TH.). — *Engrais et amendements*. 1879.
- PIERRE (Is.). — *Chimie agricole*, t. II, 1882.
- RAQUET (G.) — *Le Progrès agricole*. Années 1895 et 1896.
- SACC. — *Chimie des végétaux*.
- WAGNER. — *La question des engrais*. 1886.
- VÆLCKER. — *Travaux et expériences*. 1886.
- WOLFF. — *Fumier de ferme et engrais en général*. 1868.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	5

CHAPITRE PREMIER

<i>Industrie des varechs</i>	9
Goëmons ou plantes marines	9
Composition des fucus	10
Emploi direct	10
Cendres de varechs	12
Emploi des sodes brutes	12
Emploi des résidus dans la culture	13
Tourteaux de varechs	14
Goëmon de Ligurie	15
Goëmon fossile	17
Tourteau de goëmon comprimé	18

CHAPITRE II

<i>Résidus de sucreries</i>	19
Importance	19
Feuilles et collets de betteraves	19

TABLE DES MATIÈRES

157

	Pages
Eaux de lavage des racines	21
Écumes de défécation	23
Composition des écumes	25
Emploi des écumes dans la fertilisation	29
Eaux d'osmose.	32
Pulpes de sucreries.	33

CHAPITRE III

<i>Résidus de distilleries.</i>	33
Importance	36
Distillation des betteraves.	37
Distillation des grains	42
Distillation des pommes de terre	43
Vinasses	44
Emploi des vinasses en arrosages	45
Salins	48

CHAPITRE IV

<i>Industries de la fécule et de l'amidon.</i>	53
Matières premières	53
1. Féculeries.	54
Drèches de féculeries	54
Eaux de féculeries	56
Poudrette végétale	58
Liquides provenant du traitement des tubercules.	60
2. Amidonneries	62
Les résidus	62

CHAPITRE V

	Pages
<i>Résidus de brasseries et de malteries</i>	65
Produits et déchets	65
Eaux de trempage de l'orge	67
Drèches	69
Touraillons ou germes d'orge	70
Emploi des touraillons comme engrais	73
Marc de houblon	76
Levûres usées	80

CHAPITRE VI

<i>Industries textiles</i>	83
Importance des résidus	83
Eaux de rouissage	84
Chènevotte	86
Déchets de coton	91

CHAPITRE VII

<i>Vinification et cidrerie</i>	95
Marc de raisins	95
Composition chimique	97
Utilisation comme engrais	98
Marc de raisins secs	99
Lies de vin	100
Marc de pommes	100
Marc de café	104

CHAPITRE VIII

<i>Meunerie et tannerie</i>	106
Résidus de meunerie	106
Poussières de moulins	106
Résidus de tanneries	107
Tan épuisé ou tannée	107
Utilisation agricole et horticole de la tannée. . .	109

CHAPITRE IX

<i>Cendres</i>	112
Importance	112
Cendres de bois	112
Cendres vives	113
Emploi agricole des cendres vives.	116
Cendres lessivées ou charrées	117
Cendres de varechs	119
Cendres de houille	121
Emploi des cendres de houille.	123
Cendres d'anhracite	125
Cendres de tourbe	126

CHAPITRE X

<i>Industrie de la tourbe.</i>	129
Résidus	129
Tourbes et tourbières	130
Poussière de tourbe.	133

CHAPITRE XI

	Pages
<i>Industries diverses</i>	136
Résidus de papeterie	136
Fabriques de chocolat	137
Sciure de bois	140
Suie de cheminée	143

CHAPITRE XII

<i>Composts et fumiers</i>	146
Les composts	146
Engrais Jauffret	149
Fumier de ferme	151
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	154

MASSON & C^{ie}, Éditeurs

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain, Paris

P. n° 22.

EXTRAIT DU CATALOGUE

VIENT DE PARAÎTRE

Bibliothèque

d'Hygiène thérapeutique

Dirigée par le Professeur PROUST

Membre de l'Académie de Médecine, Inspecteur général des Services sanitaires
Médecin de l'Hôtel-Dieu.

Extrait de l'Introduction du Professeur Proust :

..... Des ouvrages importants ont été en France, depuis quelques années, consacrés à l'hygiène thérapeutique. Mais il n'existe pas encore de traité de thérapeutique hygiénique qui attribue un volume distinct à chacune des grandes maladies de la nutrition ou à chacune des grandes classes de maladies aiguës ou chroniques. C'est cette lacune que nous avons voulu combler.

Chacun des volumes de cette collection ne sera consacré qu'à une seule maladie ou à un seul groupe de maladies. Grâce à leur format, ils seront d'un maniement commode. D'un autre côté, en accordant un volume spécial à chacun des grands sujets d'hygiène thérapeutique, il sera 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.

Les travaux relatifs à la genèse des maladies se sont tellement multipliés, la bibliographie internationale devient si considérable, qu'en médecine comme pour toutes les sciences appliquées, la division du travail s'impose comme une nécessité. C'est pourquoi nous n'avons pas voulu entreprendre seul la publication de cet ouvrage. Nous avons fait appel à plusieurs collaborateurs, dont la plupart ont été nos élèves. La besogne a donc pu être partagée et, tout naturellement, les sujets ont été distribués en tenant compte des travaux antérieurs et des prédictions de chacun.

L'unité dans l'ensemble sera assurée par notre direction et notre collaboration personnelle.....

Chaque volume in-16, cartonné toile, tranches rouges,
est vendu séparément. 4 francs.

(Voir aux pages suivantes le détail des volumes.)

VIENT DE PARAÎTRE

L'Hygiène du Goutteux

PAR

A. PROUSTMembre de l'Académie de Médecine
Médecin de l'Hôtel-Dieu.**A. MATHIEU**Médecin des Hôpitaux
de Paris.

1 volume in-16, cartonné toile, tranches rouges (xxiv-340 pages). 4 fr.

La goutte n'est-elle pas, de toutes les maladies chroniques, une de celles dans lesquelles l'hygiène peut être appelée à jouer un rôle prépondérant? L'oubli des règles de la sobriété, le surmenage nerveux, l'hérédité en sont les principaux facteurs pathogéniques. N'est-il pas démontré qu'il appartient à l'hygiène plus qu'à la thérapeutique d'en enrayer l'action et d'en corriger les effets? — Obligés de se prononcer entre ces doctrines séculaires et des théories trop récentes pour que l'expérience ait pu justifier leurs prétentions révolutionnaires, les auteurs ont pris parti pour la tradition clinique; l'observation peut seule, en effet, donner une réelle sanction aux hypothèses pathogéniques et aux pratiques thérapeutiques qui en dérivent.

VIENT DE PARAÎTRE

L'Hygiène des Asthmatiques

PAR

E. BRISSAUDProfesseur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris
Médecin de l'hôpital Saint-Antoine.

1 volume in-16, cartonné toile, tranches rouges (xxiv-214 pages). 4 fr.

L'asthme vrai est une pure névrose, comme l'avait soutenu Avicenne, et il ne sera ici question que de celui-là, attendu que l'hygiène thérapeutique de l'asthme n'ayant d'unité qu'autant qu'elle vise une condition morbide définie, ses lois ne sont pas applicables aux pseudo-asthmes accidentels, syndromes variables et disparates. En résumé, l'hygiène des asthmatiques consiste surtout en une sorte de discipline fonctionnelle que chacun de nous peut et doit s'imposer; elle emprunte bien moins à la thérapeutique qu'à ce régime de vie ponctuel et mesuré qui assure le maximum de sécurité à un organisme en souffrance. Dans le programme qu'elle se propose, la part de collaboration du malade l'emporte sur celle du médecin.

VIENT DE PARAÎTRE

Hygiène

et

Thérapeutique thermales

PAR

G. DELFAU

Ancien interne des Hôpitaux de Paris.

1 volume in-16, cartonné toile, tranches rouges (xxiv-456 pages). 4 fr.

Ce serait une conception bien étroite et bien incomplète de ne voir dans une cure thermale que l'action de l'eau minérale elle-même : le climat, l'altitude, l'exposition de la localité, l'abandon momentané des affaires, des plaisirs ordinaires, du régime habituel, la vie au grand air, l'exercice, sans parler des agents annexes du traitement proprement dit, tels sont les principaux éléments adjuvants dont on sait de plus en plus apprécier l'action puissante, profonde et durable. A elles seules, ces quelques considérations suffisent pour rappeler que la cure thermale ressortit à la fois à la thérapeutique proprement dite et à l'hygiène, et encore plus à cette dernière telle qu'on tend de plus en plus à l'envisager aujourd'hui.

Le volume de M. Delfau est un véritable dictionnaire des Eaux minérales connues : il contient en effet des renseignements sur 358 stations de France et de l'Étranger, et, pour chacune, il donne des indications sur les voies d'accès, la situation, l'aspect général, l'altitude, le climat, la saison, les ressources, les établissements thermaux, les sources, leur débit, leur température, leurs particularités physiques, leurs modes d'emploi, leurs applications thérapeutiques, leur analyse et leur composition chimique. Indispensable aux médecins, pharmaciens et chimistes, ce livre sera consulté avec fruit par toutes les personnes qui fréquentent les villes d'eaux.

VOLUMES A PARAÎTRE ULTÉRIEUREMENT :

L'Hygiène des Obèses (P^r PROUST et D^r A. MATHIEU).*L'Hygiène du Syphilitique* (D^r BOURGES).*L'Hygiène du Neurasthénique* (P^r PROUST et D^r BALLET).*L'Hygiène des Dyspeptiques* (D^r LINOSSIER).*L'Hygiène du Tuberculeux* (D^r DAREMBERG).*L'Hygiène des Albuminuriques* (D^r SPRINGER).*Hygiène thérapeutique des maladies du foie* (D^r HANOT).*Hygiène thérapeutique des maladies de la peau* (D^r BROCCQ).

Traité de Chirurgie

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

Simon DUPLAY

Professeur de clinique chirurgicale
à la Faculté de Médecine de Paris
Membre de l'Académie de Médecine.

Paul RECLUS

Professeur agrégé à la Faculté
de Médecine de Paris
Chirurgien des hôpitaux
Membre de la Société de chirurgie

PAR MM.

BERGER — BROCA — DELBET — DELENS — FORGUE
GÉRARD-MARCHANT — HARTMANN — HEYDENREICH
JALAGUIER — KIRMISSON — LAGRANGE — LEJARS
MICHAUX — NÉLATON — PEYROT — PONCET — POTHERAT
QUÉNU — RICARD — SEGOND — TUFFIER — WALTHER

8 volumes grand in-8° avec nombreuses figures. 150 fr.

Traité de Médecine

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

CHARCOT

Prof de clinique des maladies nerveuses
à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Institut.

BOUCHARD

Professeur de pathologie générale
à la Faculté de médecine de Paris
Membre de l'Institut.

BRISSAUD

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris,
Médecin de l'hôpital Saint-Antoine.

PAR MM.

BABINSKI — BALLEZ — P. BLOCQ — BOIX — BRAULT
CHANTEMESSE — CHARRIN — CHAUFFARD — COURTOIS-SUFFIT
DUTIL — GILBERT — L. GUINON — GEORGES GUINON
HALLION — LAMY — LE GENDRE — MARFAN — MARIE — MATHIEU
NETTER — OETTINGER — ANDRÉ PETIT
RICHARDIÈRE — ROGER — RUVAULT — SOUQUES — THIBIERGE
THOINOT — FERNAND WIDAL

6 volumes grand in-8° avec nombreuses figures. 125 fr.

Traité de Pathologie générale

PUBLIÉ PAR

Ch. BOUCHARD

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE PATHOLOGIE GÉNÉRALE A 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.

CONDITIONS DE LA PUBLICATION :

Le Traité de Pathologie générale sera publié en 6 volumes grand in-8°. Chaque volume comprendra environ 900 pages, avec nombreuses figures dans le texte. Les tomes I et II sont en vente. Les autres volumes seront publiés successivement et à des intervalles rapprochés.

Prix de la Souscription, 1^{er} octobre 1896. 102 fr.

DIVISIONS DU TOME I

1 vol. grand in-8° de 1018 pages avec figures dans le texte. 18 fr.

- H. ROGER. — Introduction à l'étude de la pathologie générale.
 H. ROGER et P.-J. CADIOT. Pathol. comparée de l'homme et des animaux.
 P. VUILLEMIN. Considérations générales sur les maladies des végétaux.
 MATHIAS DUVAL. — Pathogénie générale de l'embryon. Tératogénie.
 LE GENDRE. — L'hérédité et la pathologie générale.
 BOURGY. — Predisposition et immunité.
 MARFAN. — La fatigue et le surmenage.
 LEJARS. — Les Agents mécaniques.
 LE NOIR. — Les Agents physiques. Chaleur. Froid. Lumière. Pression atmosphérique. Son.
 D'ARSONVAL. — Les Agents physiques. L'énergie électrique et la matière vivante.
 LE NOIR. — Les Agents chimiques : les caustiques.
 H. ROGER. — Les intoxications.

DIVISIONS DU TOME II

1 vol. grand in-8° de 932 pages avec figures dans le texte. . . 18 fr.

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

Leçons de Thérapeutique

PAR LE

D^r Georges HAYEM

Membre de l'Académie de médecine,
Professeur à la Faculté de médecine de Paris

5 VOLUMES PUBLIÉS

LES MÉDICATIONS : 4 volumes grand in-8° ainsi divisés :

1^{re} Série. — Les médications. — Médication désinfectante. — Médication sthénique. — Médication antipyrétique. — Médication antiphlogistique. 8 fr.

2^e Série. — De l'action médicamenteuse. — Médication antihydropsique. — Médication hémostatique. — Médication reconstituante. — Médication de l'anémie. — Médication du diabète sucré. — Médication de l'obésité. — Médication de la douleur. . . . 8 fr.

3^e Série. — Médication de la douleur (suite). — Médication hypnotique. —

Médication stupéfiante. — Médication antispasmodique. — Médication excitatrice de la sensibilité. — Médication hypercinétique. — Médication de la kinésitaraxie cardiaque. — Médication de l'asystolie. — Médication de l'ataxie et de la neurasthénie cardiaque. 8 fr.

4^e Série. — Médication antidyspeptique. — Médication antidyspnéique. — Médication de la toux. — Médication expectorante. — Médication de l'albuminurie. — Médication de l'urémie. — Médication antisudorale. . . . 12 fr.

LES AGENTS PHYSIQUES ET NATURELS :

Agents thermiques. — Électricité. — Modifications de la pression atmosphérique. Climats et eaux minérales.

1 volume grand in-8° avec nombreuses figures et 1 carte des eaux minérales et stations climatiques. 12 fr.

Traité élémentaire

de Clinique thérapeutique

Par le **D^r G. LYON**

Ancien interne des hôpitaux de Paris
Ancien chef de clinique à la Faculté de médecine

DEUXIÈME ÉDITION, REVUE, AUGMENTÉE

et mise au courant des travaux les plus récents.

1 volume in-8°. 15 fr.

Dans cet ouvrage, très au courant de l'état actuel de la thérapeutique, les maladies sont classées par ordre alphabétique. Le traitement suit leur description, et à côté de ce traitement, on trouve l'indication des grands symptômes morbides avec un aperçu des moyens cliniques permettant de faire le diagnostic de leurs causes, de telle sorte que la clinique et la thérapeutique s'y trouvent entièrement associées.

Manuel technique de Massage

Par le **D^r J. BROUSSES**

Médecin-major de 1^{re} classe

Ex-répétiteur de pathologie chirurgicale à l'École du service de Santé militaire
Lauréat de l'Académie de médecine

DEUXIÈME ÉDITION REVUE ET AUGMENTÉE

AVEC 56 FIGURES DANS LE TEXTE

1 vol. in-16 diamant, cartonné à l'anglaise, tranches rouges. 4 fr.

Pendant les années que l'auteur a passées à diriger un service chirurgical à l'École du service de santé militaire, il s'est préoccupé d'assurer un enseignement pratique du massage aux infirmiers du service, auxquels il a pu ainsi confier en toute sécurité le soin de parachever, par la massothérapie, la guérison des nombreuses affections chirurgicales qui relèvent de ce traitement. Il a acquis la conviction que les manipulations du massage pouvaient, sans rien perdre de leur efficacité, être ramenées à une description simple et qui, débarrassée le plus possible des termes scientifiques, serait rendue compréhensible à tous. Ce manuel n'est pour la grande partie que le groupement des leçons faites sur ce sujet.

Dans la *deuxième édition* que nous publions aujourd'hui, augmentée de quelques nouveaux chapitres que les progrès faits dans ces deux dernières années par la massothérapie ont rendus indispensables, M. Brousseau a fait tous ses efforts pour rester fidèle à son ancien programme : *Faire avant tout œuvre de vulgarisation et d'utilité.*

Précis de Microbie

TECHNIQUE ET MICROBES PATHOGÈNES

PAR MM.

D^r L.-H. THOINOT

Professeur agrégé à la Faculté
Médecin des hôpitaux

E.-J. MASSELIN

Médecin-Vétérinaire

OUVRAGE COURONNÉ PAR LA FACULTÉ (Prix Jeunesse)

TROISIÈME ÉDITION REVUE ET AUGMENTÉE

AVEC 93 FIGURES DONT 22 EN COULEURS

1 vol. in-18 diamant, cartonné à l'anglaise, tranches rouges. 7 fr.

A côté des ouvrages considérables de France ou de l'Étranger, des revues nouvelles, faisant connaître les travaux des maîtres en l'art d'étudier les infiniment petits, il fallait, pour ne pas oublier les nombreuses précautions que réclame la microbie expérimentale, un aide-mémoire comme on disait jadis de tous ces petits livres qu'on emportait avec soi à l'amphithéâtre. Les maîtres, les habiles eux-mêmes manquent parfois une expérience pour une omission légère; à plus forte raison les élèves, les praticiens peu expérimentés. C'est pour ceux-ci que ce livre est fait et il est conçu de façon à être, avant tout, utile... (*Revue sanitaire de la Province.*)

COURS PRÉPARATOIRE

*Au Certificat d'Études physiques, chimiques et naturelles
(P. C. N.)*

Précis

Par le D^r G. CARLET

Professeur à la Faculté des sciences
et à
l'École de médecine de Grenoble

de Zoologie

QUATRIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFOUNDUE

Par **RÉMY PERRIER**

Ancien élève de l'École normale supérieure
Agrégé, Docteur ès sciences naturelles
Chargé du cours préparatoire P. C. N. à la Faculté des sciences de Paris

1 vol. in-8° de 860 pages avec 740 figures dans le texte, 9 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 **ŒCHSNER 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.

Essai de

Paléontologie philosophique

Ouvrage faisant suite

aux « *Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques* »

PAR

ALBERT GAUDRY

de l'Institut de France et de la Société royale de Londres
Professeur de paléontologie au Muséum d'histoire naturelle

1 volume in-8° avec 204 gravures dans le texte. 8 fr.

Nous n'avons pas à rappeler ici les beaux travaux de Paléontologie du professeur Albert Gaudry. Les *Enchaînements* ont marqué dans la science une date et contribué à donner aux travaux d'histoire naturelle une direction qui en a affirmé la portée philosophique.

L'ouvrage que nous annonçons aujourd'hui est le résumé de longues années de recherches. M. Gaudry y a tracé en quelques pages l'histoire de l'évolution de la formation des êtres : c'est l'œuvre d'un penseur en même temps que celle d'un savant éminent. Le philosophe comme l'homme de science y trouvera matière à de précieux enseignements.

Table des Chapitres. — Introduction. — I. Le monde animé est une grande unité dont on peut suivre le développement comme on suit celui d'un individu. — II. De la multiplication des êtres. — III. De la différenciation des êtres. — IV. De la croissance du corps chez les êtres animés. — V. Progrès de l'activité dans le monde animé. — VI. Progrès de la sensibilité. — VII. Progrès de l'intelligence. — VIII. Applications pratiques de l'étude de l'évolution des êtres. — Conclusions.

PRÉPARATION A L'ÉCOLE SPÉCIALE MILITAIRE DE SAINT-CYR

Précis de Géographie

PAR

Marcel DUBOIS

Professeur de Géographie coloniale
à la Faculté des lettres de Paris.

Camille GUY

Ancien élève de la Sorbonne
Prof^{agrégé} de Géographie et d'Histoire.

UN TRÈS FORT VOLUME IN-8°

Avec nombreuses cartes, croquis et figures dans le texte.

Broché. . . 12 fr. 50 — Relié. . . 14 fr.

Ce nouvel ouvrage est une adaptation des connaissances géographiques à la première éducation militaire qu'on exige des candidats à Saint-Cyr et qui les prépare à la Géographie que nos officiers leur enseigneront plus tard à l'École avec une supériorité incontestée.

Le **Précis de Géographie** reste fidèle à la méthode que les Maîtres et les Elèves apprécient dans les ouvrages antérieurs de M. Marcel Dubois. C'est le livre d'une classe vraiment spéciale et orientée dans une direction déterminée faisant la part de l'éducation large et libérale du futur officier sans jamais négliger la préoccupation immédiate de l'examen.

Précis d'Histoire MODERNE ET CONTEMPORAINE

Par **F. CORRÉARD**

Professeur au lycée Charlemagne.

Un volume in-8° de 800 pages. Broché. 40 fr. 50. Relié. 12 fr.

En rédigeant cet ouvrage l'auteur a eu constamment présente à l'esprit l'indication suivante qui figure en note du programme des conditions d'admission à l'École de Saint-Cyr. « Le programme de l'examen d'histoire et de géographie a été rapproché, autant que possible, du programme d'enseignement des lycées pour éviter que les candidats ne se croient obligés à se donner une préparation trop spéciale et nuisible par là même à leur éducation intellectuelle. Les candidats doivent, avant toutes choses, faire preuve de connaissances générales et réfléchies en histoire. L'examen ne portera pas sur les menus détails de l'histoire des guerres. » En conséquence l'auteur, suivant la méthode employée dans les précédents ouvrages, s'est attaché d'abord à choisir et à caractériser les faits et les personnages significatifs, puis à marquer la suite et l'enchaînement des événements. Pour les opérations militaires mentionnées dans le programme, il s'est efforcé de faire comprendre le sens et le but soit des campagnes, soit des batailles, en évitant les considérations trop techniques qui supposent des connaissances que les candidats n'auront que plus tard.

Leçons de

Géographie physique

Par **Albert de LAPPARENT**

Professeur à l'Ecole libre de Hautes-Etudes
Ancien Président de la Commission centrale de la Société de Géographie

*1 volume in-8° contenant 117 figures dans le texte
et une planche en couleurs. . . 12 fr.*

Dans les derniers jours de 1893, lors de la discussion du budget devant le Sénat, M. Bardoux appelait l'attention du Ministre de l'Instruction publique sur la situation actuelle de l'enseignement de la Géographie physique. L'honorable sénateur constatait, sans être contredit par personne, qu'il n'y avait aujourd'hui en France qu'un seul cours complet sur la matière, celui que professait M. de Lapparent à l'Ecole libre de Hautes-Etudes.

C'est ce cours que nous venons offrir au public. Après plusieurs années d'essais, l'auteur croit avoir réussi à unir en un véritable corps de doctrines ces intéressantes considérations, relatives à la genèse des formes géographiques, dont on peut dire qu'il a été en France le plus persévérant initiateur.

Aujourd'hui, muni de toutes les indispensables connaissances de détail que la rédaction et les remaniements successifs de son grand *Traité de Géologie* l'ont mis en mesure d'acquérir, il lui a semblé que l'heure était venue d'une synthèse, où ce qu'on peut appeler l'anatomie du globe terrestre ferait l'objet d'une exposition tout imprégnée des notions géologiques. Mais en même temps il a cherché à rendre cette intervention de la géologie aussi discrète que possible, en n'exigeant à cet égard que le minimum admissible de connaissances spéciales, comme aussi en se montrant de la plus grande sobriété dans l'emploi des termes techniques. C'est un des caractères par lesquels son œuvre se distingue des tentatives analogues déjà faites en Amérique et en Allemagne, et qui impliquent, de la part des lecteurs, une initiation géologique beaucoup plus complète que celle qu'il est prudent d'admettre aujourd'hui dans notre pays.

VIENT DE PARAÎTRE

Chimie

des Matières colorantes

PAR

A. SEYEWETZ

Chef des travaux
à l'École de chimie industrielle de Lyon

P. SISLEY

Chimiste - Coloriste

-
- Premier fascicule.** — *Considérations générales. Matières colorantes nitrées. Matières colorantes azoxygènes. Matières colorantes azoïques (1^{re} partie), 152 pages. 6 fr.*
- Deuxième fascicule.** — *Matières colorantes azoïques (2^e partie). Matières colorantes hydrazoniques. Matières colorantes nitrosées et quinones oximes. Oxiquinones (couleurs dérivées de l'anthracène). Pages 153 à 336. 6 fr.*
- Troisième fascicule.** — *Matières colorantes dérivées du Di et du Triphénylméthane. a) Dérivés du Diphénylméthane. b) Dérivés de la Rosaniline. c) Dérivés de l'Acide Rosolique. d) Rosamines et Benzoinés. e) Phthaléines, pages 336 à 472 6 fr.*
-

Les auteurs, dans cette importante publication, se proposent de réunir sous la forme la plus rationnelle et la plus condensée tous les éléments pouvant contribuer à l'enseignement de la chimie des matières colorantes, qui a pris aujourd'hui une extension si considérable.

Cet ouvrage sera, par le plan sur lequel il est conçu, d'une utilité incontestable non seulement aux chimistes se destinant soit à la fabrication des matières colorantes, soit à la teinture, mais à tous ceux qui sont désireux de se tenir au courant de ces remarquables industries.

Conditions de la publication. — *La Chimie des Matières colorantes artificielles sera publiée en cinq fascicules de deux mois en deux mois. On peut souscrire à l'ouvrage complet au prix de 25 fr., payables en recevant le premier fascicule. A partir de la publication du cinquième fascicule, ce prix sera porté à 30 fr.*

Traité

des

Matières colorantes

ORGANIQUES ET ARTIFICIELLES

de leur préparation industrielle et de leurs applications

PAR

Léon LEFÈVRE

Ingenieur (E. I. R.), Préparateur de chimie à l'École Polytechnique.

Préface de **E. GRIMAUX**, membre de l'Institut.

2 volumes grand in-8° comprenant ensemble 1650 pages, reliés toile anglaise, avec 31 gravures dans le texte et 261 échantillons.

Prix des deux volumes : 90 francs.

Le *Traité des matières colorantes* s'adresse à la fois au monde scientifique par l'étude des travaux réalisés dans cette branche si compliquée de la chimie, et au public industriel par l'exposé des méthodes rationnelles d'emploi des colorants nouveaux.

L'auteur a réuni dans des tableaux qui permettent de trouver facilement une couleur quelconque, toutes les couleurs indiquées dans les mémoires et dans les brevets. La partie technique contient, avec l'indication des brevets, les procédés employés pour la fabrication des couleurs, la description et la figure des appareils, ainsi que la description des procédés rationnels d'application des couleurs les plus récentes. Cette partie importante de l'ouvrage est illustrée par un grand nombre d'échantillons teints ou imprimés. Les échantillons, *tous fabriqués spécialement pour l'ouvrage*, sont sur soie, sur cuir, sur laine, sur coton et sur papier. Dans cette partie technique, l'auteur a été aidé par les plus éminents praticiens.

Un spécimen de 8 pages, contenant deux pages de tableaux (couleurs azoïques), six types d'échantillons, deux pages de texte et un extrait de la table alphabétique, est à la disposition de toute personne qui en fait la demande.

VIENT DE PARAÎTRE

Le Terrain carbonifère marin

DE LA FRANCE CENTRALE

I. *Étude paléontologique et stratigraphique des faunes.*

II. *Transgression de la mer carbonifère.*

III. *Anciens glaciers de la période houillère supérieure de la France centrale.*

Par **A. JULIEN**

Professeur de géologie et de minéralogie à l'Université de Clermont-Ferrand

1 fort volume in-4°

avec coupes géologiques et 17 planches de fossiles en héliogravure, 60 fr.

Table des Matières. — Introduction. — Description des fossiles. — Étude critique des faunes carbonifères marines du Morvan et du Plateau central. — Position stratigraphique des assises qui les renferment. — Morvan. — Comparaison avec les faunes belges. — Examen comparatif de la faune de pair et des faunules du Morvan. — Examen comparatif de la faune du marbre noir *vb* du Petit Modave et des faunules du Morvan. — Plateau central. — Age du grès anthracifère. — Position stratigraphique du grès anthracifère. — Examen critique des faunes carbonifères marines de la France et de quelques localités étrangères. — Relation des gisements du Plateau central avec les autres gisements français. — Transgression de la mer carbonifère dans le Morvan et le Plateau central, en France et en Europe. — Essai de parallélisme entre les transgressions marines des époques carbonifères et helvétiques. — Conditions nécessaires à la création et au développement des glaciers en général.

La Photographie moderne

TRAITÉ PRATIQUE DE LA PHOTOGRAPHIE

ET DE SES

APPLICATIONS A L'INDUSTRIE ET A LA SCIENCE

Par **M. Albert LONDE**

Directeur du Service photographique de la Salpêtrière,
Président de la Société d'excursions des Amateurs de photographie,
Secrétaire-général adjoint de la Société française de Photographie,
Président d'honneur du Photo-Club de Lyon,
Officier de l'Instruction publique.

DEUXIÈME ÉDITION

complètement refondue et considérablement augmentée.

1 vol. in-8° relié toile avec 346 figures dans le texte et 5 planches hors texte (dont 1 frontispice). . . . **15 fr.**

Dans cette science nouvelle qui se développe tous les jours, la nécessité d'une direction se fait d'autant plus sentir que les progrès sont plus sensibles : pour discerner le bon du mauvais ou du médiocre, il faut une somme de connaissances et une expérience pratique que l'on ne saurait demander à celui qui ne fait de la photographie qu'une occupation passagère.

La plupart des auteurs n'ont pas compris la nécessité de cette direction à donner au débutant, et c'est par des compilations de recettes et de formules qu'ils prétendent initier à la photographie.

Tout en reconnaissant la valeur de ces formulaires pour ceux qui se sont spécialisés, l'auteur n'est pas tombé dans la même erreur : dans chaque hypothèse il a donné la solution la plus simple et la plus sûre, de façon à permettre au lecteur, qui voudra bien le suivre fidèlement, d'atteindre le but sans tâtonnements.

VIENT DE PARAÎTRE

Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme

De E. MASCART et J. JOUBERT

DEUXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE

Par E. MASCART

Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France
Directeur du bureau central de Météorologie**TOME PREMIER. — PHÉNOMÈNES GÉNÉRAUX ET THÉORIE**

1 volume grand in-8° avec 130 figures dans le texte, 25 fr.

L'accueil fait par le public à cet ouvrage, épuisé depuis plusieurs années, nous engageait à en donner une seconde édition, mais il a paru nécessaire d'en romancier presque entièrement la rédaction pour tenir compte des progrès accomplis dans le domaine de l'électricité. Les modifications introduites dans le texte primitif et les développements nouveaux qu'exigent l'état actuel de la science, n'ont pas modifié le plan général de cet ouvrage.

Le premier volume continuera à constituer une sorte de corps de doctrine, renfermant l'ensemble des faits et des conceptions qui ont servi à le coordonner. Le second volume sera plus spécialement consacré à l'étude des méthodes d'observations, au détail des expériences et à l'examen des principaux caractères que présentent les applications si nombreuses de l'électricité dans l'industrie,

Le tome II, dès à présent sous presse, paraîtra à la fin de 1896. Les acquéreurs du tome I trouveront dans le volume un bon qu'il leur suffira de présenter avant le 31 mars 1897 pour avoir le droit de retirer le tome II au prix de 15 francs; ils paieront par conséquent l'ouvrage complet quarante francs (au lieu de 45 à l'apparition du tome II).

VIENT DE PARAÎTRE

Les Médicaments chimiques

Par Léon PRUNIER

Membre de l'Académie de Médecine, Pharmacien des Hôpitaux,
Professeur à l'École supérieure de Pharmacie.**Première partie : COMPOSÉS MINÉRAUX**

1 vol. grand in-8° de 625 pages avec 137 figures dans le texte. 15 fr.

L'ouvrage que nous publions aujourd'hui est le résumé des cours professés par l'auteur à l'École supérieure de pharmacie (chaire de pharmacie chimique) et remaniés pendant dix années consécutives. Ce n'est point un traité de chimie pas plus qu'un traité de pharmacologie, et moins encore un formulaire ou un manuel. C'est un résumé technique et professionnel dans lequel médecins, pharmaciens ou étudiants trouveront rassemblés et coordonnés les documents, dispersés un peu partout, qui peuvent intéresser l'étude chimique des médicaments, mais rien autre. L'ensemble conservera, nécessairement, les grandes lignes de la chimie générale, mais dans chaque groupe ou chaque cas particulier, les détails sont dispersés de manière à mettre en lumière ce qu'ils offrent de spécialement utilisable pour les applications pharmaceutiques et médicales.

Les MÉDICAMENTS CHIMIQUES forment deux parties : la première est consacrée aux COMPOSÉS MINÉRAUX, la seconde aux COMPOSÉS ORGANIQUES. — La deuxième partie (Composés organiques) paraîtra avant la fin de l'année 1896. — Chaque partie forme un tout et peut être vendue séparément. Prix de chaque volume séparé. 15 fr.

ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

DERNIERS VOLUMES PARUS :

- Histoire de la compensation en droit Romain**, par C. APPLETON, professeur à la Faculté de Lyon. 1 vol. in-8°. 7 fr. 50
- Sur la représentation des courbes algébriques**, par Léon AUTONNE, ingénieur des ponts et chaussées, maître de conférences à la Faculté de Lyon. 1 vol. in-8°. 3 fr.
- La République des Provinces-Unies, la France et les Pays-Bas espagnols, de 1630 à 1650**, par A. WADDINGTON, professeur adjoint à la Faculté des lettres de Lyon. Tome I (1630-1642). 1 vol. in-8°. 6 fr.
- Phonétique historique et comparée du sanscrit et du zend**, par PAUL REGNAUD, professeur de sanscrit et de grammaire comparée à la Faculté des lettres de Lyon. 1 vol. in-8°. 5 fr.
- Recherches sur quelques dérivés surchlorés du phénol et du benzène**, par ÉTIENNE BARRAL, chargé des fonctions d'agrégé à la Faculté de Lyon, pharmacien de 1^{re} classe. 1 vol. in-8°. 5 fr.
- Saint Ambroise et la morale chrétienne au IV^e siècle**, par RAYMOND THAMIN, professeur de philosophie au lycée Condorcet. 1 vol. in-8°. 7 fr. 50
- Étude sur le Bilharzia hæmatobia et la Bilharziose**, par M. LORTET, doyen de la Faculté de médecine de Lyon, et VIALLETON, professeur à la Faculté de médecine de Lyon. 1 vol. in-8° avec planches et figures dans le texte. 10 fr.
- La Jeunesse de William Wordsworth (1770-1798). Étude sur le « Prélude »**, par EMILE LEGOUIS, maître de conférences à la Faculté des lettres de Lyon. 1 vol. in-8°. 7 fr. 50
- La Botanique à Lyon avant la Révolution et l'histoire du Jardin botanique municipal de cette ville**, par M. GÉRARD, professeur à la Faculté des sciences de Lyon. 1 vol. in-8° avec figures dans le texte. 3 fr. 50
- L'Évolution d'un Mythe. Açvins et Dioscures**, par CH. RENEL, docteur ès lettres.
- Physiologie comparée de la Marmotte**, par RAPHAEL DUBOIS, professeur de physiologie générale et comparée à l'Université de Lyon. 1 vol. in-8° avec 119 figures dans le texte et 125 planches hors texte. 15 fr.
- Résultats scientifiques de la campagne du Caudan dans le golfe de Gascogne (août-septembre 1895)**, par R. KÆHLER, professeur de zoologie à la Faculté des sciences de Lyon. Fascicule I. 1 vol. in-8° avec planches. 6 fr.
- Études sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale**, par H. DOUXAMI, docteur ès sciences, agrégé de l'Université de Lyon. 1 vol. in-8° avec figures. 6 fr.
- Recherches physiologiques sur l'appareil respiratoire des oiseaux**, par J.-M. SOUM, docteur ès sciences naturelles. 1 vol. in-8° avec 40 figures dans le texte. 3 fr. 50

Envoi *franco* contre mandat-poste ou valeur sur Paris.

TRAITÉ
DE
MÉCANIQUE RATIONNELLE

PAR

PAUL APPELL,

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

TROIS BEAUX VOLUMES GRAND IN-8, AVEC FIGURES, SE VENDANT
SÉPARÉMENT :

- TOME I : Statique. Dynamique du point, avec 178 figures; 1893..... 16 fr.
TOME II : Dynamique des systèmes. Mécanique analytique, avec 99 figures;
1896..... 16 fr.
TOME III : Hydrostatique. Hydrodynamique..... (*Sous press.*)

Ce Traité est le résumé des Leçons que l'Auteur fait depuis plusieurs années à la Faculté des Sciences de Paris sur le programme de la Licence. Comme la Mécanique était, jusqu'à présent, à peine enseignée dans les Lycées, on ne suppose chez le lecteur aucune connaissance de cette science et l'on commence par l'exposition des notions préliminaires indispensables, théorie des vecteurs, cinématique du point et du corps solide, principes de la Mécanique, travail des forces. Vient ensuite la Mécanique proprement dite, divisée en Statique et Dynamique.

Ce qui fait le caractère distinctif de cet Ouvrage et ce qui justifiera la publication d'une nouvelle Mécanique rationnelle après tant d'autres excellents Traités, c'est l'introduction de la Mécanique analytique dans les commencements mêmes du Cours. Au lieu de reléguer les méthodes de Lagrange à la fin et d'en faire une exposition entièrement séparée, l'Auteur a essayé de les introduire dans le courant de l'Ouvrage.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

COURS DE GÉOMÉTRIE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

LEÇONS

SUR LA THÉORIE GÉNÉRALE

DES SURFACES

ET LES

APPLICATIONS GÉOMÉTRIQUES DU CALCUL INFINITÉSIMAL

PAR

GASTON DARBOUX,

Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences.

4 VOLUMES GRAND IN-8, AVEC FIGURES, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

- I^{re} PARTIE : Généralités. Coordonnées curvilignes. Surfaces minima; 1887... 15 fr.
- II^e PARTIE : Les congruences et les équations linéaires aux dérivées partielles. Des lignes tracées sur les surfaces; 1889..... 15 fr.
- III^e PARTIE : Lignes géodésiques et courbure géodésique.— Paramètres différentiels.— Déformation des surfaces; 1894..... 15 fr.
- IV^e PARTIE : Déformation infiniment petite et représentation sphérique; 1896. 15 fr.

RECUEIL COMPLÉMENTAIRE D'EXERCICES

SUR LE

CALCUL INFINITÉSIMAL

A L'USAGE DES CANDIDATS A LA LICENCE ET A L'AGRÉGATION
DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

Par M. F. TISSERAND.

Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris.

Avec de nouveaux Exercices sur les variables imaginaires,

Par M. PAINLEVÉ,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences.

(Cet Ouvrage forme une suite naturelle à l'excellent *Recueil d'Exercices*
de M. FRENET.)

2^e édition. In-8, avec figures; 1896..... 9 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

COURS D'ASTRONOMIE

A L'USAGE

des Étudiants des Facultés des Sciences,

PAR

B. BAILLAUD,

Doyen honoraire de la Faculté des Sciences de Toulouse, Directeur de l'Observatoire.

2 VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

1^{re} PARTIE : Quelques théories applicables à l'étude des Sciences expérimentales. — Probabilités : erreurs des observations. — Instruments d'Optique. — Instruments d'Astronomie. — Calculs numériques, interpolations, avec 58 figures; 1893.. 8 fr.

2^e PARTIE : Astronomie sphérique. Mouvements dans le système solaire. Éléments géographiques. Éclipses. Astronomie moderne, avec 72 figures; 1896..... 15 fr.

Le Tome II vient de paraître.

Nous avons voulu réunir, en un Livre aussi concis qu'il nous serait possible de le faire, les notions les plus immédiatement indispensables à l'étudiant qui veut apprendre l'Astronomie. Ce n'est pas un Traité complet que nous avons voulu écrire. Tout en espérant que ce Livre pourrait être utile à d'autres, nous avons eu spécialement en vue les étudiants des Facultés des Sciences, en particulier les candidats à la Licence, examen dont il nous a toujours paru nécessaire d'élargir le programme d'Astronomie. Nous n'avons pas hésité à introduire, dans un Livre destiné surtout à cette catégorie d'étudiants, les problèmes relatifs aux déterminations d'orbites, les éléments de la Mécanique céleste, les propositions les plus simples de la haute Géodésie qui, à notre avis, rentrent dans ce fonds commun de connaissances auquel correspond la Licence et offrent aux étudiants d'admirables exemples de l'application des méthodes de l'Algèbre et de l'Analyse.

Bien que nous ayons voulu surtout écrire un Livre de Mathématiques et non une Astronomie descriptive, ni un Traité de Physique céleste, nous avons cru indispensable d'indiquer rapidement les problèmes et les méthodes de l'Astronomie moderne et quelques-uns des résultats obtenus. Nous leur avons consacré le dernier Chapitre de ce Volume. Quelques-unes des questions qui y sont traitées auraient eu leur place marquée dans le premier Volume; quelques-unes même, comme la Spectroscopie, y avaient été signalées. Nous avons cru bon de les rassembler à la fin de l'Ouvrage, comme en un Chapitre complémentaire, afin de faire profiter le lecteur des derniers progrès accomplis.

B. B.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

COURS DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

TRAITÉ D'ANALYSE

PAR

ÉMILE PICARD,

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

4 VOLUMES IN-8, AVEC FIGURES, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

TOME I : Intégrales simples et multiples. — L'équation de Laplace et ses applications. Développement en séries. — Applications géométriques du Calcul infinitésimal. 1891..... 15 fr.

TOME II : Fonctions harmoniques et fonctions analytiques. — Introduction à la théorie des équations différentielles. Intégrales abéliennes et surfaces de Riemann. 1893..... 15 fr.

TOME III : Des singularités des intégrales des équations différentielles. Étude du cas où la variable reste réelle et des courbes définies par des équations différentielles. Equations linéaires; analogies entre les équations algébriques et les équations linéaires. 1896..... 18 fr.

TOME IV : Équations aux dérivées partielles..... (En préparation.)

Le premier Volume commence par les parties les plus élémentaires du Calcul intégral et ne suppose chez le lecteur aucune autre connaissance que les éléments du Calcul différentiel, aujourd'hui classiques dans les Cours de Mathématiques spéciales. Dans la première Partie, l'Auteur expose les éléments du Calcul intégral, en insistant sur les notions d'intégrale curviligne et d'intégrale de surface, qui jouent un rôle si important en Physique mathématique. La seconde Partie traite d'abord de quelques applications de ces notions générales; au lieu de prendre des exemples sans intérêt, l'Auteur a préféré développer la théorie de l'équation de Laplace et les propriétés fondamentales du potentiel. On y trouvera ensuite l'étude de quelques développements en séries, particulièrement des séries trigonométriques. La troisième Partie est consacrée aux applications géométriques du Calcul infinitésimal.

Les Volumes suivants sont consacrés surtout à la théorie des équations différentielles à une ou plusieurs variables; mais elle est entièrement liée à plus d'une autre théorie qu'il est nécessaire d'approfondir. Pour ne citer qu'un exemple, l'étude préliminaire des fonctions algébriques est indispensable quand on veut s'occuper de certaines classes d'équations différentielles. L'Auteur ne se borne donc pas à l'étude des équations différentielles; ses recherches rayonnent autour de ces centres.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

COURS DE PHYSIQUE

DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Par M. J. JAMIN.

QUATRIÈME ÉDITION, AUGMENTÉE ET ENTIÈREMENT REFOUNDUE

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 chaleur*; avec 47 figures..... 5 fr.

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. — *Étude 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.

(*) 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.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

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.

Des suppléments destinés à exposer les progrès accomplis viendront 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.

PREMIERS PRINCIPES

D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

PILES, ACCUMULATEURS, DYNAMOS, TRANSFORMATEURS,

Par M. Paul JANET.

Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Paris,
Directeur du Laboratoire central d'Électricité.

2^e ÉDITION, REVUE ET CORRIGÉE.

Un volume in-8, avec 173 figures; 1896..... 6 fr.

COURS ÉLÉMENTAIRE D'ÉLECTRICITÉ

Lois expérimentales et principes généraux. Introduction à l'Électrotechnique.
(Leçons professées à l'Institut industriel du Nord de la France).

Par M. Bernard BRUNHES,

Docteur ès Sciences, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille.

Un volume in-8, avec 137 figures; 1895..... 5 fr.

MESURES ÉLECTRIQUES

LECONS PROFESSÉES A L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE MONTEFIORE
ANNEXÉ A L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE.

Par M. Eric GÉRARD,

Directeur de l'Institut Électrotechnique Montefiore, Ingénieur principal des Télégraphes,
Professeur à l'Université de Liège.

Grand in-8, 450 pages, 198 figures; cartonné toile anglaise... 12 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

LES RADIATIONS NOUVELLES.

LES RAYONS X

ET LA PHOTOGRAPHIE A TRAVERS LES CORPS OPAQUES,

PAR

Ch.-Ed. GUILLAUME,

Docteur ès Sciences,

Adjoint au Bureau international des Poids et Mesures.

DEUXIÈME ÉDITION.

UN VOLUME IN-8 DE VIII-144 PAGES, AVEC 23 FIGURES ET 8 PLANCHES ;
1896..... 3 fr.

Les Rayons X sont toujours à l'ordre du jour et notre curiosité est loin d'être satisfaite à leur égard. La première édition de l'Ouvrage de *M. Ch.-Ed. Guillaume* a été épuisée en quelques jours. La deuxième, qui vient de paraître, sera bien accueillie des Physiciens et des Photographes. L'Auteur fait connaître en détail la genèse de cette merveilleuse découverte, ainsi que les résultats qu'on en a tirés. Il décrit minutieusement le manuel opératoire à employer pour obtenir des résultats satisfaisants. Cette brochure servira de guide aux opérateurs désireux d'arriver sans trop de tâtonnements à de bons résultats.

Le côté théorique de la question n'est point négligé, et *M. Ch.-Ed. Guillaume* a rappelé un grand nombre d'expériences antérieures, de « faits contingents » sans lesquels les nouveaux phénomènes resteraient isolés et incompréhensibles.

L'Ouvrage in-8°, de 144 pages, contient de nombreuses reproductions en photographie de clichés originaux obtenus par MM. J. Chappuis, V. Chabaud, Londe, Imbert et Bertin-Sans, qui ont bien voulu les prêter à l'Auteur. Un cliché de *M. Troost*, impressionné par de la blende, sans tube à vide, clôt la série.

L'ensemble forme un Volume qui intéressera tous ceux qui aiment à se « rendre compte » de ce qui se passe autour des *Rayons X*.

ÉCOLE PRATIQUE DE PHYSIQUE

EXERCICES DE PHYSIQUE

ET APPLICATIONS.

PRÉPARATOIRES A LA LICENCE.

Par **M. Aimé WITZ,**

Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.

Un volume in-8, avec 114 figures ; 1889..... 12 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

ÉCOLE PRATIQUE DE PHYSIQUE

COURS ÉLÉMENTAIRE

DE MANIPULATIONS DE PHYSIQUE,

Par M. Aimé WITZ,

Docteur ès Sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures,
Professeur aux Facultés catholiques de Lille,

A L'USAGE DES CANDIDATS AUX ÉCOLES ET AU CERTIFICAT DES ÉTUDES
PHYSIQUES, CHIMIQUES ET NATURELLES.

2^e ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE. IN-8, AVEC 77 FIGURES; 1895. 5 FR.

Le succès de la première édition de cet Ouvrage, épuisé aujourd'hui et toujours demandé, a prouvé que sa rédaction convenait bien aux besoins des élèves : nous avons donc prié l'Auteur de donner une nouvelle édition de son Cours en conservant le mode d'exposition qu'il avait adopté, et qu'on avait tant apprécié. Le texte a été revu et soigneusement corrigé.

Mais les progrès de l'enseignement de la Physique ont été considérables en dix ans, et M. Witz nous a demandé d'enrichir son *Cours de Manipulations* d'un certain nombre d'exercices nouveaux : il fallait dès lors partager l'Ouvrage en deux Volumes. Le premier, plus élémentaire, est destiné aux candidats à certaines Ecoles et en particulier aux étudiants du Certificat des Etudes physiques, chimiques et naturelles ; le second répond plus spécialement aux exigences de l'Enseignement supérieur et est destiné aux candidats à la Licence et à l'Aggrégation.

Le premier Volume a déjà reçu le meilleur accueil du public.

PRINCIPES

DE LA

THÉORIE DES FONCTIONS ELLIPTIQUES ET APPLICATIONS,

PAR

P. APPELL,

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

E. LACOUR,

Professeur de Mathématiques spéciales
au Lycée Saint-Louis.

UN BEAU VOLUME GRAND IN-8, AVEC FIGURES; 1896.

PRIX POUR LES SOUSCRIPTEURS..... 12 FR.

Un premier fascicule (208 pages) a paru.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

ENCYCLOPÉDIE DES TRAVAUX PUBLICS

ET ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE

Fondées par M.-C. LECHALAS, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

TRAITÉ DES MACHINES A VAPEUR

RÉDIGÉ CONFORMÉMENT AU PROGRAMME DU COURS DE MACHINES A VAPEUR
DE L'ÉCOLE CENTRALE.

PAR

ALHEILIG,

Ingénieur de la Marine,
Ex-Professeur à l'École d'application
du Génie maritime.

Camille ROCHE,

Industriel,
Ancien Ingénieur de la Marine.

2 BEAUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT (E. I.) :

TOME I : Thermodynamique théorique et applications. La machine à vapeur et les métaux qui y sont employés. Puissance des machines, diagrammes indicateurs. Freins. Dynamomètres. Calcul et dispositions des organes d'une machine à vapeur. Régulation, épures de détente et de régulation. Théorie des mécanismes de distribution, détente et changement de marche. Condensation, alimentation. Pompes de service. — Volume de XI-604 pages, avec 412 figures; 1895..... 20 fr.

TOME II : Forces d'inertie. Moments moteurs. Volants régulateurs. Description et classification des machines. Machines marines. Moteurs à gaz, à pétrole et à air chaud. Graissage, joints et presse-étoupes. Montage des machines et essais des moteurs. Passation des marchés. Prix de revient, d'exploitation et de construction. Servo-moteurs. Tables numériques. — Volume de IV-560 pages, avec 281 figures; 1895..... 18 fr.

CHEMINS DE FER

MATÉRIEL ROULANT. RÉSISTANCE DES TRAINS. TRACTION.

PAR

E. DEHARME,

Ingénieur principal du Service central
de la Compagnie du Midi.

A. PULIN,

Ingénieur, Inspecteur principal
de l'Atelier central des chemins de fer
du Nord.

Un volume grand in-8, xxii-441 pages, 95 figures, 1 planche; 1895 (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 ET FILS

COURS DE CHEMINS DE FER

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES

Par **M. C. BRICKA**,

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

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

TOME I : Études. — Construction. — Voie et appareils de voie. — Volume de VIII-634 pages avec 326 figures; 1894..... 20 fr.

TOME II : Matériel roulant et Traction. — Exploitation technique. — Tarifs. — Dépenses de construction et d'exploitation. — Régime des concessions. — Chemins de fer de systèmes divers. — Volume de 709 pages, avec 177 figures; 1894..... 20 fr.

COUVERTURE DES ÉDIFICES

ARDOISES, TUILES, MÉTAUX, MATIÈRES DIVERSES,

Par **M. 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 **M. J. DENFER**,

Architecte, Professeur à l'École Centrale.

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

TOME I : Généralités sur la fonte, le fer et l'acier. — Résistance de ces matériaux. — Assemblages des éléments métalliques. — Chainages, linteaux et poitrails. — Planchers en fer. — Supports verticaux. Colonnes en fonte. Poteaux et piliers en fer. — Grand in-8 de 584 pages avec 479 figures; 1894..... 20 fr.

TOME II : Pans métalliques. — Combles. — Passerelles et petits ponts. — Escaliers en fer. — Serrurerie. (Ferments des charpentes et menuiseries. Paratonnerres. Clôtures métalliques. Menuiserie en fer. Serres et vérandas). — Grand in-8 de 626 pages avec 571 figures; 1894..... 20 fr.

ÉLÉMENTS ET ORGANES DES MACHINES

Par **M. AI. GOUILLY**,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

GRAND IN-8 DE 406 PAGES, AVEC 710 FIG.; 1894 (E. I.).... 12 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

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, CUVERIE ET CHAIS, LE VIN APRÈS LE DÉCUVAGE, ÉCONOMIE, LÉGISLATION.

GRAND IN-8 DE XII-533 PAGES, AVEC 111 FIG. ET 28 CARTES DANS LE TEXTE; 1895 (E. I.)..... 12 FR.

CONSTRUCTION PRATIQUE des NAVIRES de GUERRE

Par **M. A. CRONEAU**,

Ingénieur de la Marine,

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

2 VOLUMES GRAND IN-8 ET ATLAS; 1894 (E. I.).

TOME I: Plans et devis. — Matériaux. — Assemblages. — Différents types de navires. — 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. — Ouvertures 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 VOL. GRAND IN-8, AVEC 267 FIG.; 1894 (E. T. P.).... 20 FR.

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

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

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; 1895 (E. I.)..... 30 FR.

TRAITÉ DE CHIMIE ORGANIQUE APPLIQUÉE

Par **M. A. JOANNIS,**

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux,
Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris.

2 VOLUMES GRAND IN-8 (E. I.).

TOME I : Généralités. Carbures. Alcools. Phénols. Éthers. Aldéhydes. Cétones. Quinones. Sucres. — Volume de 688 pages, avec figures; 1896..... 20 fr.

TOME II : Hydrates de carbone. Acides. Alcalis organiques. Amides. Nitriles. Composés azoïques. Radicaux organométalliques. Matières albuminoïdes. Fermentations. Matières alimentaires. (Sous presse.)

MANUEL DE DROIT ADMINISTRATIF

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES CHEMINS VICINAUX,

Par **M. Georges LECHALAS,**

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

2 VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT. (E. T. P.)

TOME I : Notions sur les trois pouvoirs. Personnel des Ponts et Chaussées. Principes d'ordre financier. Travaux intéressant plusieurs services. Expropriations. Dommages et occupations temporaires. — Volume de CXLVII-536 pages; 1889..... 20 fr.

TOME II (1^{re} PARTIE) : Participation des tiers aux dépenses des travaux publics. Adjudications. Fouritures. Régie. Entreprises. Concessions. — Volume de VIII-309 pages; 1893..... 10 fr.

COURS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE

ET DE GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE,

Par **M. Maurice D'OCAGNE,**

Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées,
Répétiteur à l'École Polytechnique.

UN VOLUME GRAND IN-8, DE XI-428 PAGES, AVEC 340 FIGURES; 1896
(E. T. P.)..... 12 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS.

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. Fourtier, 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.

TRAITÉ DE PHOTOGRAPHIE PAR LES PROCÉDÉS PELLICULAIRES,

Par M. George BALAGNY, Membre de la Société française de Photographie, Docteur en droit.

2 volumes grand in-8, avec figures; 1889-1890.

On vend séparément :

TOME I : Généralités. Plaques souples. Théorie et pratique des trois développements au fer, à l'acide pyrogallique et à l'hydroquinone. 4 fr.

TOME II : Papiers pelliculaires. Applications générales des procédés pelliculaires. Phototypie. Contretypes. Transparents. 4 fr.

MANUEL DE PHOTOCHROMIE INTERFÉRENTIELLE.

Procédés de reproduction directe des couleurs; par M. A. BERTHIER.
In-18 jésus, avec figures; 1895. 3 fr. 50 c.

CE QU'IL FAUT SAVOIR POUR RÉUSSIR EN PHOTOGRAPHIE.

Par A. COURNÈGES, Praticien.

2^e édition, revue et augmentée. Petit in-8, avec 1 planche en photocollographie; 1896. 2 fr. 50 c.

LA PHOTOGRAPHIE. TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE.

Par M. DAVANNE.

2 beaux volumes grand in-8, avec 234 fig. et 4 planches spécimens. 32 fr.

On vend séparément :

I^{re} PARTIE : Notions élémentaires. — Historique. — Épreuves négatives. — Principes communs à tous les procédés négatifs. — Épreuves sur albumine, sur collodion, sur gélatinobromure d'argent, sur pellicules, sur papier. Avec 2 planches spécimens et 120 figures; 1886. 16 fr.

II^e PARTIE : Épreuves positives : aux sels d'argent, de platine, de fer, de chrome. — Épreuves par impressions photomécaniques. — Divers : Les couleurs en Photographie. Épreuves stéréoscopiques. Projections, agrandissements, micrographie. Réductions, épreuves microscopiques. Notions élémentaires de Chimie, vocabulaire. Avec 2 planches spécimens et 114 figures; 1888. 16 fr.

Un supplément, mettant cet important Ouvrage au courant des derniers travaux, est en préparation.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

TRAITÉ DE PHOTOGRAPHIE STÉRÉOSCOPIQUE.

Théorie et pratique; par M. A.-L. DONNADIEU, Docteur ès Sciences,
Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

Grand in-8, avec Atlas de 20 planches stéréoscopiques en photocollographie; 1892..... 9 fr.

TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE DE PHOTOGRAPHIE,

Par M. C. FABRE, Docteur ès Sciences.

4 beaux vol. grand in-8, avec 724 figures et 2 planches; 1839-1891... 48 fr.

Chaque volume se vend séparément 14 fr.

Des suppléments destinés à exposer les progrès accomplis viendront 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.

Les 5 volumes se vendent ensemble..... 60 fr.

DICTIONNAIRE PRATIQUE DE CHIMIE PHOTOGRAPHIQUE,

Contenant une *Étude méthodique des divers corps usités en Photographie*, précédé de *Notions usuelles de Chimie* et suivi d'une description détaillée des *Manipulations photographiques*;

Par M. H. FOURTIER.

Grand in-8, avec figures; 1892..... 8 fr.

LES POSITIFS SUR VERRE.

Théorie et pratique. Les Positifs pour projections. Stéréoscopes et vitraux. Méthodes opératoires. Coloriage et montage;

Par M. H. FOURTIER.

Grand in-8, avec figures; 1892..... 4 fr. 50 c.

LA PRATIQUE DES PROJECTIONS.

Étude méthodique des appareils. Les accessoires. Usages et applications diverses des projections. Conduite des séances;

Par M. H. FOURTIER.

2 vol. in-18 jésus.

TOME I. Les Appareils, avec 66 figures; 1892..... 2 fr. 75 c.

TOME II. Les Accessoires. La Séance de projections, avec 67 fig.; 1893. 2 fr. 75 c.

LES LUMIÈRES ARTIFICIELLES EN PHOTOGRAPHIE.

Étude méthodique et pratique des différentes sources artificielles de lumières, suivie de recherches inédites sur la puissance des photopoudres et des lampes au magnésium;

Par M. H. FOURTIER.

Grand in-8, avec 19 figures et 8 planches; 1895..... 4 fr. 50 c.

TRAITÉ DE PHOTOGRAPHIE INDUSTRIELLE,

THÉORIE ET PRATIQUE,

Par Ch. FÉRY et A. BURAIS.

In-18 jésus, avec 94 figures et 9 planches; 1896..... 5 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

LE FORMULAIRE CLASSEUR DU PHOTO-CLUB DE PARIS.

Collection de formules sur fiches renfermées dans un élégant cartonnage et classées en trois Parties : *Phototypes, Photocopies et Photocalques, Notes et renseignements divers*, divisées chacune en plusieurs Sections ;

Par MM. H. FOURTIER, BOURGEOIS et BUCQUET.

Première Série ; 1892..... 4 fr.
Deuxième Série ; 1894..... 3 fr. 50 c.

DICTIONNAIRE SYNONYMIQUE FRANÇAIS, ALLEMAND, ANGLAIS, ITALIEN ET LATIN DES MOTS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES EMPLOYÉS EN PHOTOGRAPHIE ;

Par M. ANTHONNY GUERRONNAN.

Grand in-8 ; 1895..... 5 fr.

L'ART PHOTOGRAPHIQUE DANS LE PAYSAGE.

Étude et pratique ;

Par HORSLEY-HINTON, — traduit de l'anglais par H. COLARD.

Grand in-8, avec 11 planches ; 1894..... 3 fr.

LES LEVERS PHOTOGRAPHIQUES ET LA PHOTOGRAPHIE EN VOYAGE.

Par le Dr Gustave LE BON.

Deux volumes in-18 jésus, avec figures ; 1889..... 5 fr.

On vend séparément :

I^{re} PARTIE : Application de la Photographie aux leviers des monuments et à la Topographie..... 2 fr. 75 c.
II^e PARTIE : Opérations complémentaires des leviers topographiques... 2 fr. 75 c.

LA PHOTOGRAPHIE MÉDICALE.

Applications aux Sciences médicales et physiologiques ;

Par M. A. LONDE.

Grand in-8, avec 80 figures et 19 planches ; 1893..... 9 fr.

VIRAGES ET FIXAGES.

Traité historique, théorique et pratique ;

Par M. P. MERCIER,

Chimiste, Lauréat de l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

2 volumes in-18 jésus ; 1892..... 5 fr.

On vend séparément :

I^{re} PARTIE : Notice historique. Virages aux sels d'or..... 2 fr. 75 c.
II^e PARTIE : Virages aux divers métaux. Fixages..... 2 fr. 75 c.

LA LINOTYPHE.

ou *Art de découvrir photographiquement les étoffes pour faire des écrans, des éventails, des paravents, etc., menus photographiques ;*

Par M. L. TRANCHANT, rédacteur en chef de la *Photographie*.

In-18 jésus ; 1896..... 1 fr. 25 c.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

**TRAITÉ PRATIQUE
DES AGRANDISSEMENTS PHOTOGRAPHIQUES.**

Par M. E. TRUTAT.

2 volumes in-18 jésus, avec 105 figures; 1891..... 5 fr.

On vend séparément :

I^{re} PARTIE : Obtention des petits clichés; avec 52 figures..... 2 fr. 75

II^e PARTIE : Agrandissements; avec 53 figures..... 2 fr. 75 c.

LES ÉPREUVES POSITIVES SUR PAPIERS ÉMULSIONNÉS.

Papiers chlorurés. Papiers bromurés. Fabrication. Tirage et développement.
Virages. Formules diverses.

Par M. E. TRUTAT.

Un volume in-18 jésus; 1896..... 2 fr.

LA PHOTOTYPOGRAVURE A DEMI-TEINTES.

Manuel pratique des procédés de demi-teintes, sur zinc et sur cuivre;

Par M. Julius VERFASSER.

Traduit de l'anglais par M. E. COUSIN, Secrétaire-agent de la Société
française de Photographie.

In-18 jésus, avec 56 figures et 3 planches; 1895..... 3 fr.

LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS.

Sélection photographique des couleurs primaires. Son application à l'exécution de clichés et de tirages propres à la production d'images polychromes à trois couleurs;

Par M. Léon VIDAL.

In-18 jésus, avec 10 figures et 5 planches en couleurs; 1897..... 2 fr. 75 c.

TRAITÉ PRATIQUE DE PHOTOLITHOGRAPHIE.

Photolithographie directe et par voie de transfert. Photozincographie. Photocollographie. Autographie. Photographie sur bois et sur métal à graver.
Tours de main et formules diverses;

Par M. Léon VIDAL,

Officier de l'Instruction publique, Professeur à l'École nationale des Arts décoratifs.

In-18 jésus, avec 25 fig., 2 planches et spécimens de papiers autographiques;
1893..... 6 fr. 50 c.

MANUEL PRATIQUE D'ORTHOCHROMATISME.

Par M. Léon VIDAL.

In-18 jésus, avec figures et 2 planches, dont une en photocollographie et un
spectre en couleur; 1891..... 2 fr. 75 c.

NOUVEAU GUIDE PRATIQUE DU PHOTOGRAPHE AMATEUR.

Par M. G. VIEUILLE.

3^e édition, refondue et beaucoup augmentée. In-18 jésus, avec figures;
1892..... 2 fr. 75 c.

5514 B. — Paris, Imp. Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Gr.-Augustins.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

DIRIGÉE PAR M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

Collection de 250 volumes petit in-8 (30 à 40 volumes publiés par an)

CHAQUE VOLUME SE VEND SÉPARÉMENT : BROCHÉ, 2 FR. 50; CARTONNÉ, 3 FR.

Ouvrages parus

Section de l'Ingénieur

- R.-V. PICOU. — Distribution de l'électricité (2 vol.).
A. GOULLY. — Air comprimé ou raréfié.
DUQUESNAY. — Résistance des matériaux.
DWELSHAUVERS-DERY. — Étude expérimentale calorimétrique de la machine à vapeur.
A. MADAMET. — Tiroirs et distributeurs de vapeur.
M. DE LA SOURCE. — Analyse des vins.
ALHEILIG. — Travail des bois.
AIMÉ WITZ. — Thermodynamique
LINDET. — La bière.
TH. SCHLÆSSING fils. — Chimie agricole.
SAUVAGE. — Moteurs à vapeur.
LE CHATELIER. — Le grisou.
MADAMET. — Détente variable de la vapeur. Dispositifs qui la produisent
DUDEBOUT. — Appareils d'essai des moteurs à vapeur.
CRONEAU. — Canon, torpilles et cuirasse.
H. GAUTIER. — Essais d'or et d'argent.
LECOMTE. — Les textiles végétaux.
ALHEILIG. — Corderie.
DE LAUNAY. — I. Les gîtes métallifères. — II. Production métallifère.
BERTIN. — État de la marine de guerre.
FERDINAND JEAN. — L'industrie des peaux et des cuirs.
BERTHELOT. — Traité pratique de calorimétrie chimique.
DE VIARIS. — L'art de chiffrer et déchiffrer les dépêches secrètes.
MADAMET. — Épures de régulation.
GUILLAUME. — Unités et étalons.
WIDMANN. — Principes de la machine à vapeur.
MINEL (P.). — Électricité industrielle. (2 vol.).
LAVERGNE (Gérard). — Turbines.
HEBERT. — Boissons falsifiées.
NAUDIN. — Fabrication des vernis.
SINIGAGLIA. — Accidents de chaudières.
H. LAURENT. — Théorie des jeux.
GUENZ. — Décoration de la porcelaine au feu de moufle.
VERMAND. — Moteurs à gaz et à pétrole.
MEYER (Ernest). — L'utilité publique et la propriété privée.
WALLON. — Objectifs photographiques.
BLOCH. — Eau sous pression.

Section du Biologiste

- FAISANS. — Maladies des organes respiratoires.
MAGNAN et SÉRIEUX. — Le délire chronique à évolution systématique.
AUVARD. — Séméiologie génitale.
G. WEISS. — Electrophysiologie.
BAZY. — Maladies des voies urinaires. (2 vol.).
WURTZ. — Technique bactériologique.
TROSSIAU. — Hygiène de l'œil.
PÉRE. — Epilopsie.
LAVERAN. — Paludisme.
POLIN et LABIT. — Examen des aliments suspects.
BERGONIE. — Physique du physiologiste et de l'étudiant en médecine. Actions moléculaires, Acoustique, Electricité.
AUVARD. — Menstruation et fécondation.
MÉGNIN. — Les acariens parasites.
DEMELIN. — Anatomie obstétricale.
CUÉNOT. — Les moyens de défense dans la série animale.
A. OLIVIER. — L'accouchement normal.
BERGÉ. — Guide de l'étudiant à l'hôpital.
CHARRIN. — I. Les poisons de l'urine. — II. Poisons du tube digestif.
ROGER. — Physiologie normale et pathologique du foie.
BROCC et JACQUET. — Précis élémentaire de dermatologie. — I. Pathologie générale cutanée. — II. Maladies en particulier. — III. Dermatoses microbiennes et néoplasies. — IV. Dermatoses inflammatoires. — V. Dermato-neuroses et Formulaire.
HANOT. — De l'endocardite aiguë.
WEILL-MANTOU. — Guide du médecin d'assurances sur la vie.
LANGLOIS. — Le lait.
DE BRUN. — Maladies des pays chauds. (2 vol.).
BROCA. — Le traitement des ostéo-arthrites tuberculeuses des membres chez l'enfant.
DU CAZAL ET CATRIN. — Médecine légale militaire.
LAPERSONNE (DE). — Maladies des paupières et des membranes externes de l'œil.
KOEHLER. — Application de la photographie aux Sciences naturelles.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

Ouvrages parus

Section de l'Ingénieur

CRONEAU. — Construction du navire.
DE MARCHENA. — Machines frigorifiques (2 vol.).
PRUD'HOMME. — Teinture et impressions.
ALHÉLIG. — Construction et résistance des machines à vapeur.
SOREL. — La rectification de l'alcool.
P. MINEL. — Electricité appliquée à la marine.
DWELSHAUVERS-DERY. — Étude expérimentale dynamique de la machine à vapeur.
AIMÉ WITZ. — Les moteurs thermiques.
DE BILLY. — Fabrication de la fonte.
P. MINEL. — Régularisation des moteurs des machines électriques.
HENNEBERT (C¹). — I. La fortification. — II. Les torpilles sèches. — III. Bouches à feu. — IV. Attaque des places.
CASPARI. — Chronomètres de marine.
LOUIS JACQUET. — La fabrication des eaux-de-vie.
DUDEBOUT et CRONEAU. — Appareils accessoires des chaudières à vapeur.
C. BOURLANT. — Bicycles et bicyclettes.
H. LÉAUTÉ et A. BÉRARD. — Transmissions par câbles métalliques.
DE LA BAUME PLUVINEL. — La théorie des procédés photographiques.
HATT. — Les mares.
H. LAURENT. — I. Théorie des jeux de hasard. — II. Assurances sur la vie.
C¹ VALLIER. — Balistique (2 vol.).
SOREL. — La distillation.
LELOUTRE. — Le fonctionnement des machines à vapeur.
DARIÈS. — Cubature des terrasses et mouvement des terres.
SIDERSKY. — Polarisation et saccharimétrie.
NIEWINGLOWSKI. — Applications scientifiques de la photographie.
ROCQUES (X.). — Analyse des alcools et eaux-de-vie.
MOESSARD. — Topographie.
GOUILLY. — Géométrie descriptive (3 v.).
BOURSAULT. — Calcul du temps de pose en photographie.
SEGUELA. — Les tramways.
LEFÈVRE (J.). — I. La Spectroscopie. — II. La Spectrométrie.
BARILLOT (E.). — Distillation des bois.
LE VERRIER. — La fonderie.
MOISSAN et OUVREAU. — Le nickel.

Section du Biologiste

BEAUREGARD. — Le microscope et ses applications.
LESAGE. — Le choléra.
LANNELONGUE. — La tuberculose chirurgicale.
CORNEVIN. — Production du lait.
J. CHATIN. — Anatomie comparée (1 v.).
CASTEX. — Hygiène de la voix parlée et chantée.
MAGNAN ET SÉRIEUX. — La paralysie générale.
CUENOT. — L'influence du milieu sur les animaux.
MERKLEN. — Maladies du cœur.
G. ROCHÉ. — Les grandes pêches maritimes modernes de la France.
OLLIER. — La régénération des os et les résections sous-périostées.
LETULLE. — Pus et suppuration.
CRITZMAN. — Le cancer.
ARMAND GAUTIER. — La chimie de la cellule vivante.
MÉGNIN. — La faune des cadavres.
SÉGLAS. — Le délire des négations.
STANISLAS MEUNIER. — Les météorites.
GRÉHANT. — Les gaz du sang.
NOCARD. — Les tuberculoses animales et la tuberculose humaine.
MOUSSOUS. — Maladies congénitales du cœur.
BERTHAULT. — Les prairies (2 vol.).
ÉTARD. — Les nouvelles théories chimiques.
TROUSSERT. — Parasites des habitations humaines.
LAMY. — Syphilis des centres nerveux.
RECLUS. — La cocaïne en chirurgie.
THOULET. — Océanographie pratique.
OLLIER. — Résections des grandes articulations.
HOUDAILLE. — Météorologie agricole.
VICTOR MEUNIER. — Sélection et perfectionnement animal.
HÉNOQUE. — Spectroscopie du sang.
GALIPPE ET BARRÉ. — Le pain (2 v.).
LE DANTEC. — La matière vivante.
L'HOTE. — Analyse des engrais.
LARBALÉTRIER. — Les tourteaux.
LE DANTEC ET BÉRARD. — Les sporozoaires.
DEMMLER. — Soins à donner aux malades.
DALLEMAGNE. — Les stigmates de la criminalité (2 vol.).
BRAULT. — Des artères.
RAYAZ. — Reconstitution du vignoble.
DALLEMAGNE. — Les théories de la criminalité.
EHLERS. — L'Érotisme.