

EUG. COLLIN & ÉM. PERROT

Les Résidus Industriels

Utilisés par l'Agriculture

comme Aliments & comme Engrais

A. JOANIN ET C^{IE} ÉDITEURS

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

PARIS



BMIC 63

LES RÉSIDUS INDUSTRIELS

DE LA FABRICATION DES HUILES ET ESSENCES

UTILISÉS PAR L'AGRICULTURE

COMME ALIMENTS ET COMME ENGRAIS

Tous droits de reproduction et de traduction réservés par les éditeurs et les auteurs pour tous les pays y compris la Suède, la Norvège, la Hollande et le Danemark.

n° B. B 389404 / - 165825

LES

RÉSIDUS INDUSTRIELS

De la Fabrication des Huiles et Essences

UTILISÉS PAR L'AGRICULTURE

COMME ALIMENTS ET COMME ENGRAIS

PAR

EUG. COLLIN

Pharmacien

Lauréat de l'Académie des sciences et de l'Académie de médecine

EM. PERROT

Docteur ès sciences naturelles

Professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris

MAISON D'ÉDITIONS
SCIENTIFIQUES, LITTÉRAIRES ET ARTISTIQUES

A. JOANIN ET C^{ie}

24, Rue de Condé, 24

PARIS

—
1904

RESUME

de la thèse de doctorat en sciences

présentée par M. [Nom]

CONSEIL ALBERT ET CONSEIL FERRAT

LEON COLLIAT - MA. FERROT

AVANT-PROPOS

L'intérêt qui s'attache aujourd'hui à la question d'utilisation agricole des résidus industriels de la fabrication des huiles, des essences ou autres produits n'est certes plus à démontrer. Non seulement certains d'entre eux, tels que les drèches et les tourteaux, constituent d'excellents aliments pour les bestiaux, mais encore le plus grand nombre de ces produits, grâce à leur composition chimique et particulièrement par leur teneur en azote, peuvent être considérés comme des engrais de premier ordre.

Le temps est désormais bien éloigné où les résidus inutilisés de la fabrication de l'huile de Coton formaient en Amérique de véritables montagnes artificielles, dont la présence, gênante à coup sûr, était même dangereuse pour l'hygiène des populations avoisinantes.

Aussi de nos jours, les industriels traitant les graines oléagineuses pour extraire l'huile ou bien certains fabricants d'essences, comme celles des Ombellifères, par exemple, jettent-ils sur les marchés un nombre sans cesse croissant de résidus ou de tourteaux destinés, les uns à l'alimentation du bétail et les autres à la fumure du sol.

La valeur marchande de ces résidus augmentant avec leur consommation, la fraude est naturellement apparue, et il nous a été donné, dans le cours de nos investigations, d'en constater les funestes effets en ce qui concerne différents produits destinés à l'alimentation des animaux.

Il importe donc dès lors d'étudier avec soin la composition et la nature de ces produits, afin d'être à même d'affirmer leur pureté et leur authenticité.

Un certain nombre de données scientifiques et de réactions d'identité ressortissant du domaine chimique sont essentielles à bien connaître; mais l'examen microscopique nous semble de beaucoup le meilleur des moyens mis à la disposition de l'acheteur ou tout au moins de l'expert chargé de la détermination et de la diagnose de ces produits.

Nous avons donc entrepris, à l'aide des méthodes de recherches couramment en usage dans les laboratoires spéciaux et aussi avec quelques modifications particulières de technique, l'étude micrographique aussi complète que possible des tourteaux actuellement employés par l'agriculture.

Cette étude a porté sur des matériaux accumulés depuis de longues années, et ce livre doit être considéré comme l'exposé des résultats de longues, patientes et minutieuses observations. Un semblable sujet comportait nécessairement l'adjonction de nombreuses figures; aussi à côté de la coupe transversale des fruits ou graines, dont la structure histologique est indispensable à connaître pour apprécier la nature des débris qui constituent les tourteaux, on trouvera représentés les fragments des divers tissus dont la constitution, l'apparence ou la forme nous ont paru fournir les meilleurs caractères de diagnose.

Nous pensons avoir réussi à mettre dans les mains de tout expert familiarisé avec l'usage du microscope et en possession des connaissances histologiques nécessaires, une méthode d'investigation sérieuse et des documents précis à l'aide desquels il pourra, après quelques essais, accomplir une tâche toujours ardue, mais non désormais impossible.

Est-ce à dire que jusqu'alors il n'existait aucun travail de ce genre? Certes non.

Déjà depuis longtemps, et en particulier pour les Crucifères, les micrographes s'étaient efforcés de faire ressortir les caractères permettant l'identification des tourteaux provenant de graines à structure et apparence si voisines; quelques-unes de ces études monographiques sont particulièrement intéressantes comme on le verra dans la suite de ce livre, et nous passerons

sous silence quelques ouvrages dont les dessins ou microphotographies ne sauraient rendre aucun service réel. Récemment, MM. BUSSARD et FRON ont publié à leur tour deux mémoires qui comptent parmi les plus importants et les mieux documentés qui aient été édités en France sur cette intéressante question.

A cette époque nos recherches scientifiques, déjà commencées par l'un de nous depuis plus de dix années, étaient en partie rédigées, et comme le sujet nous a paru loin d'être épuisé, nous avons cru bon de continuer à réunir matériaux et dessins dans le but de publier à notre tour une sorte de monographie à peu près complète de la question des tourteaux. Nous nous sommes appliqués d'une façon toute particulière à la diagnose microscopique, la seule qui puisse réellement rendre les plus grands services en cas de contestation entre l'acheteur et le producteur.

Cet ouvrage, qui s'adresse au public agronomique, comprend deux parties distinctes.

La *première partie* renferme tous les renseignements généraux sur l'origine, l'emploi et la constitution des tourteaux ainsi que les avantages et les inconvénients de leur utilisation. Loin de nous être personnelle, cette partie générale est au contraire un résumé de toutes nos connaissances sur cette question, et *elle s'adresse particulièrement aux cultivateurs*, qui y puiseront toutes les indications nécessaires. Comme l'ont fait, pour ainsi dire, tous nos devanciers, nous avons emprunté la plupart de nos renseignements au remarquable livre de M. DÉCUGIS, et nous les avons complétés par les observations parues depuis.

La *seconde partie* est, au contraire, à *peu près entièrement originale*; elle constitue une étude monographique de morphologie externe et interne des graines et fruits oléagineux, et une monographie des tourteaux-aliments et tourteaux-engrais au point de vue de leur aspect extérieur, de leurs caractères microscopiques, de leur composition chimique, de leurs altérations ou falsifications et de leurs usages avec les avantages, les dangers ou les inconvénients.

Loin de nous la prétention d'avoir écrit le mémoire définitif

qui viendra clore la question des résidus industriels utilisables par l'agriculture. Nous avons simplement voulu faire œuvre utile et nous espérons avoir réussi. En terminant nous voulons remercier d'abord M. ED. LUCAS, commissionnaire en tourteaux, qui nous a fourni la plupart des matériaux de cette étude ; puis, M. BONARD, dessinateur attaché à l'École de Pharmacie de Paris, qui a bien voulu nous apporter le concours de sa plume pour la reproduction de nos dessins. Nous ajouterons un mot de gratitude à notre éditeur, M. le docteur A. JOANIN, qui n'a pas hésité à apporter tous ses meilleurs soins à l'édition de ce livre.

Les Résidus industriels de la fabrication des Huiles et Essences
employés par l'Agriculture comme aliments et comme engrais.

PLAN DE L'OUVRAGE

PREMIÈRE PARTIE

LES TOURTEAUX-ALIMENTS ET LES TOURTEAUX-ENGRAIS

CHAPITRE PREMIER

Généralités sur les Tourteaux.

Définition. Historique.	1
Des principaux tourteaux et de leurs dénominations commerciales . . .	6
Fabrication des tourteaux :	
Nettoyage des graines	8
Broyage.	9
Extraction de l'huile :	
1 ^o Pression	9
2 ^o Emploi d'un dissolvant.	10
Aspect extérieur des tourteaux :	
Forme	11
Consistance. Texture	13
Couleur.	14
Mode d'action. Pulvérisation. Composition chimique	15
Conservation	17
Altérations	18
Falsifications	22
Caractères d'un tourteau de bonne qualité. Examen sommaire.	24

CHAPITRE II

Importance commerciale des Tourteaux.

Importation	26
Exportation. Valeur commerciale.	27
Achat des tourteaux.	28
Prix des tourteaux	29

CHAPITRE III

Analyse des Tourteaux.

Examen macroscopique (<i>caractères extérieurs</i>)	32
Analyse chimique	38
Examen microscopique :	
Nécessité de l'examen microscopique	43
Technique	45
Difficultés à prévoir au cours de l'examen microscopique	48

CHAPITRE IV

§ I. — Les Tourteaux dans l'alimentation du bétail.

Valeur alimentaire des tourteaux	52
Digestibilité des tourteaux	53
Modes d'administration	54

§ II. — Influence du régime des Tourteaux sur les bestiaux et leurs produits.

Élevage	57
Production du lait	58
Influence sur l'engraissement	59
— la laine, le fumier	61

§ III. — Des Tourteaux au point de vue thérapeutique 62**§ IV. — Des Tourteaux dangereux** 63

CHAPITRE V

Les Tourteaux employés comme engrais.

Causes de l'efficacité des tourteaux comme engrais	66
Valeur des tourteaux comme engrais	67
Composition chimique	68
Action chimique et physiologique	71
De la facilité d'assimilation dans le sol	72
Les tourteaux-engrais conviennent-ils à tous les sols ?	73
L'usage des tourteaux-engrais est-il applicable à toutes les cultures végétales ?	74
Des quantités de tourteaux-engrais nécessaires pour obtenir de bons résultats	75
Équivalent des tourteaux comme engrais	75
Mode d'emploi	76
Application particulière des tourteaux à quelques cultures :	
Cultures maraîchères et florales, céréales, prairies, vignes, arbres fruitiers	78
Action spéciale de différents tourteaux. Destruction de certains insectes nuisibles	79

CHAPITRE VI

Applications diverses des Tourteaux.

En chimie, en pharmacie, en parfumerie, etc.	82
--	----

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE MONOGRAPHIQUE DES PRINCIPAUX TOURTEAUX

PALMIERS	Palmiste	87
	Coprah	91
GRAMINÉES	Maïs	97
CUPULIFÈRES	Hêtre	105
JUGLANDÉES	Noix	109
CANNABINÉES	Chênevis	113
EUPHORBIACÉES	Ricin	119
	Croton	126
	Pignon d'Inde ou Purgère	129
	Bancoulier	134
PAPAVÉRACÉES	Pavot-OEillette	138
CRUCIFÈRES	Cameline	147
	Moutarde blanche	150
	Moutarde noire	153
	Moutarde sauvage ou Ravison	156
	Navette	158
	Colza d'Europe	162
	Colza de l'Inde	167
MALVACÉES	Coton	179
	Kapok	189
	Cacao	193
LINACÉES	Lin	195
MÉLIACÉES	Touloucouna	209
	Maffouraire	213
AMPÉLIDACÉES	Raisin	217
LÉGUMINEUSES	Arachides	222
ROSACÉES	Amandes	234
OMBELLIFÈRES	Anis vert	239
	Carvi	241
	Fenouil	244
	Ajowan	247
	Coriandre	250
OLÉACÉES	Olives	254
SAPOTACÉES	Mahwrah ou Illipé	259
PÉDALIACÉES	Sésame	263
CUCURBITACÉES	Beraf	270
COMPOSÉES	Tournesol	275
	Madi	279
	Niger	282

PREMIÈRE PARTIE

LES TOURTEAUX-ALIMENTS ET LES TOURTEAUX-ENGRAIS

ORIGINE. COMPOSITION. ANALYSE. USAGES.

CHAPITRE PREMIER

GÉNÉRALITÉS SUR LES TOURTEAUX

Définition. — Les TOURTEAUX, encore désignés sous les noms de *pains* ou *marcs d'huiles*, *trouilles*, *nougats*, *matons*, sont des produits solides résultant de l'expression des graines ou fruits oléagineux. Ces résidus industriels des huileries ne diffèrent des substances dont ils sont dérivés que par une proportion relativement minime d'huile. Par extension on a appliqué le nom de *tourteaux* à d'autres produits offrant la même apparence extérieure et qui sont laissés comme résidus par les distilleries (*tourteau de Maïs*) ou par les chocolateries (*tourteau de coques de Cacao*). La même dénomination a été étendue aux résidus provenant de la distillation de fruits plutôt considérés comme produits aromatiques que comme produits oléifères. Tels sont les tourteaux de *Coriandre*, de *Fenouil*, d'*Ajowan*, d'*Anis*, utilisés surtout en Allemagne.

Par analogie de forme on a encore appliqué le nom de tourteaux ou de *tourteaux animalisés* à des matières animales constituées par des résidus provenant de la boucherie, de la triperie, de l'équarrissage, de la tannerie, et que l'on soumet à la pression pour leur donner la forme de gâteaux ou de galettes, après les avoir préalablement mélangés avec de la sciure de bois.

Historique. — L'histoire des tourteaux se confond avec celle des huiles et celle de la culture des plantes oléagineuses. La plus ancienne culture de ce genre est sans contredit celle de l'Olivier, qui remonte à la plus haute antiquité. L'huile que l'on a retirée de ses fruits était

surtout utilisée pour l'alimentation ; les *grignons*, constitués par la pulpe du péricarpe et les noyaux, étaient utilisés comme combustibles.

Après l'Olivier il faut citer le Lin et le Chanvre, et l'histoire de ces plantes, cultivées d'abord comme productrices de fibres textiles, est intimement liée à celle de la civilisation humaine. La culture du Lin était particulièrement répandue dans l'Égypte ; les procédés employés pour préparer ses fibres et les approprier au tissage des toiles sont fréquemment figurés dans les peintures murales des anciens tombeaux égyptiens. C'est avec ces fibres qu'étaient confectionnés les linceuls des anciens Égyptiens. À l'époque de THUCYDIDE les graines étaient employées surtout pour l'alimentation. THÉOPHRASTE, qui vivait au troisième siècle avant Jésus-Christ, insiste sur les propriétés mucilagineuses et huileuses de ces graines, ainsi que PLINE et DIOSCORIDE. Le Ricin était également connu de ces deux auteurs, qui énumèrent les caractères et les propriétés de l'huile retirée de ses graines. D'après PLINE, le résidu de son extraction servait de combustible.

De temps immémorial les Chinois utilisaient les tourteaux de graines de Cotonnier et de Soja, pour remplacer le fumier, qui, à cause de la pénurie de bétail, était produit en trop faible quantité.

Dans un édit de l'empereur DIOCLETIEN, *De pretiis rerum venalium*, daté de 301 après Jésus-Christ, nous trouvons mentionnée la valeur de plusieurs graines très appréciées pour leur richesse en huile et la qualité de cette huile : ce sont les graines de Lin, de Chanvre, de Sésame et de Pavot. Pendant longtemps, la culture de ces plantes resta localisée dans leurs pays d'origine. Elle ne commença à se propager en Europe qu'à l'époque de CHARLEMAGNE.

Une des premières plantes oléifères cultivées en France après l'Olivier, fut la Moutarde, dont la production était déjà assez forte dès le quatorzième siècle.

Dans un des plus anciens ouvrages d'agronomie publié en France, *le Théâtre d'agriculture*, qui parut en 1600, OLLIVIER DE SERRES fait mention de la graine, de l'huile et du tourteau de Navette.

Dans *la Nouvelle Maison rustique*, publiée en 1700, LIGER signale l'emploi des tourteaux de Navette et de Colza pour l'alimentation des chevaux, des vaches et des truies.

DUHAMEL DU MONCEAU, dans son *Traité de la culture des terres*, paru en 1761, parle aussi d'une façon sommaire de l'emploi des tourteaux comme engrais : il mentionne l'usage du marc de graines de Lin, de Colza, de Chanvre, dont on a exprimé l'huile, et indique la manière de l'employer.

Le Pavot-œillette était déjà en France, dès les premières années du dix-septième siècle, l'objet d'une culture importante localisée dans les Flandres. Mais l'huile que l'on retirait de ses graines était réservée seulement à des usages industriels ; son emploi dans l'alimentation avait

été proscrit par un arrêté du Châtelet en date du 17 janvier 1718, à cause des propriétés narcotiques qu'on lui attribuait. Ce ne fut qu'en 1774, après des démarches réitérées, que l'abbé ROZIER parvint à faire rapporter cet arrêté. Dès lors, la culture du Pavot se propagea, surtout dans le nord-est de la France, où sa production s'élevait, en 1862, à 772.508 hectolitres de graines.

C'est aussi l'abbé ROZIER qui, par son *Traité de la culture du Colza*, publié en 1774, contribua à la propagation de cette plante oléifère, dont la culture était localisée en France et en Allemagne. Dans ses *Mémoires sur la manière d'enseigner et d'étudier l'agriculture* (1828), FRANÇOIS DE NEUFCHATEAU appelait l'attention des agronomes sur les avantages qu'ils pourraient retirer de la culture du Colza et de l'emploi du résidu laissé par ses graines après leur expression. Il considère ce tourteau comme une des principales causes de la perfection atteinte depuis longtemps déjà par l'agriculture flamande.

Trois facteurs importants concoururent à la même époque pour donner à cette culture une importance extraordinaire. Ce furent, d'une part, les procédés imaginés par THÉNARD pour l'épuration des huiles, et qui permirent de substituer les huiles de graines et surtout l'huile de Colza, à l'huile d'Olive, qui était presque exclusivement employée pour l'éclairage. L'invention des lampes à double courant d'air, qui, quelques années plus tard, devaient se transformer en lampes-modérateur, contribua puissamment aussi à vulgariser l'emploi des huiles de Colza et marque le début de l'essor que l'on constate depuis en ce qui concerne l'éclairage de luxe.

L'invention du procédé imaginé par LEBLANC pour la préparation artificielle du carbonate de soude, amena une révolution complète dans l'industrie des savons, en permettant d'utiliser pour leur préparation diverses huiles de graines, et elle imprima à la culture des plantes oléifères un développement qui ne fit que s'accroître jusqu'au milieu du siècle dernier. A cette époque, la culture du Colza occupait en France une surface de 173.500 hectares, pouvant fournir 6.072.500 hectolitres de graines. La culture de la Navette s'étendait, à la même époque, sur une surface de 9.170 hectares, fournissant de 16 à 35 hectolitres de graines par hectare ; la culture de la Cameline occupait 1.322 hectares.

Le traitement de toutes ces graines produisait chaque jour une quantité considérable de tourteaux dont la proportion pouvait atteindre 60 kilogrammes par hectolitre de Colza et 52 à 56 kilogrammes par hectolitre de Pavot-œillette.

Ces tourteaux, considérés comme des déchets de fabrication encombrants, étaient ou incinérés, ou enterrés, ou encore versés sur le fumier et étendus sans discernement avec celui-ci, souvent à contre-temps et parfois même d'une façon préjudiciable aux récoltes ou défavorables à la nature du terrain.

Dès 1823, M. DE VILMORIN, à la suite d'expériences précises qu'il avait entreprises sur l'utilisation des différents résidus des huileries, avait insisté sur les avantages qui pourraient résulter pour l'agriculture de l'emploi judicieux de ces produits. Mais, comme pour toute idée nouvelle applicable à l'agriculture, ses conseils ne trouvèrent pas d'écho, et la routine l'emporta. Il fallut attendre vingt ans plus tard pour que, sur les instances de M. DE GASPARI, qui avait repris et complété les expériences de M. DE VILMORIN, l'on commençât à entrevoir en France le parti que l'on pouvait tirer de ces résidus précieux dont on s'était jusqu'alors obstiné à méconnaître la valeur :

Malheureusement, à cette époque, l'industrie des huiles, qui était si prospère chez nous, commençait à subir les conséquences de la découverte de LEBON. Les perfectionnements apportés par l'ingénieur PAUWELS à l'industrie du gaz d'éclairage contribuaient à multiplier de tous côtés les usines et avaient porté à la culture des plantes oléifères de notre pays un préjudice grandissant chaque jour. Quelques années plus tard, ce préjudice devenait plus sensible encore par suite de la découverte des gisements de pétrole et l'emploi des huiles de schiste pour l'éclairage. Les progrès rapides de l'électricité et les premiers essais d'éclairage à la lumière électrique, et, plus récemment, l'éclairage à l'acétylène, à l'alcool, etc., contribuèrent également à arrêter le développement de la culture des plantes oléagineuses.

Condamnée comme toutes les autres industries, à subir la loi du progrès, l'industrie française des huiles et des tourteaux subit une transformation profonde dans la seconde moitié du siècle dernier.

Les perfectionnements apportés à la navigation à vapeur permirent d'importer rapidement en France, dans un état de conservation parfaite, plusieurs graines oléagineuses dont l'exploitation était restée localisée dans leurs pays producteurs, et qui actuellement sont traitées dans nos huileries. C'est ainsi que l'importation de la graine de Sésame, dont le premier sac parvint en France en 1832, atteignait en 1874 le chiffre énorme de 59.856.692 kilogrammes, et en 1889 celui de 79.289.503 kilogrammes.

En 1840, nous connaissons à peine l'Arachide, et en 1889 nous en importons au moins 100 millions de kilogrammes.

Les voyages scientifiques organisés par les divers gouvernements, les expéditions mercantiles entreprises sur l'initiative de riches commerçants ou des Chambres de commerce, la lutte qui s'est établie entre toutes les puissances coloniales pour tirer le meilleur parti possible des richesses naturelles de leurs possessions lointaines ont eu pour conséquence d'introduire sur le marché d'Europe, pour y être traitées industriellement, des graines oléagineuses qui étaient reléguées dans les collections à titre d'échantillons.

Les progrès réalisés par les sciences chimiques ont permis de retirer

de quelques-unes des graines oléagineuses exotiques des huiles très pures, incolores et inodores, dont la production considérable a révolutionné complètement l'industrie des huiles et des savons. L'huile de Cotonnier, qui n'était employée que par les Chinois et simplement pour les usages médicaux, ne commença à être exploitée en Amérique qu'en 1840 et seulement quand les Marseillais eurent donné l'essor à cette industrie. En 1898, la France seule importait 70.891.696 kilogrammes de cette huile, qu'elle emploie pour préparer des savons, ce qui ne l'empêche pas d'importer en outre chaque année, d'Égypte et des autres pays producteurs de coton, des graines de Cotonnier dont la proportion s'est élevée en 1901 à 36.116.080 kilogrammes pour celles d'Égypte, 977.000 kilogrammes pour celles d'Amérique et 9.959.400 kilogrammes pour celles des autres pays.

L'apparition du mouvement d'importation de ces graines coïncide assez exactement avec l'époque où nos chimistes les plus éminents entreprirent les belles et patientes recherches à l'aide desquelles on devait bientôt connaître la composition chimique des résidus industriels et leur richesse en principes alibiles et fertilisants. Les nombreux champs d'expérience qui se sont multipliés à cette époque sur tous les points de notre territoire aussi bien que dans les pays voisins, ont confirmé les résultats annoncés par les travaux de PAYEN, BOUS-SINGAULT et les analyses plus récentes de MM. GRANDEAU, MUNTZ et GIRARD. Tous ces travaux ont eu pour conséquence de faire ressortir la valeur commerciale de produits auxquels on n'avait jusqu'alors accordé qu'un intérêt tout à fait secondaire. Ils ont modifié profondément et avantageusement les conditions souvent pénibles et défectueuses dans lesquelles l'industrie agricole s'est si longtemps maintenue; ils ont permis aux cultivateurs de pouvoir conjurer en partie ou d'atténuer tout au moins sensiblement les pertes résultant pour eux de l'absence trop fréquente de fourrages et partant de fumier, en leur fournissant le moyen de mieux utiliser les aliments ordinaires et d'élever avec la même quantité de ces produits une plus grande quantité de bestiaux; ils leur ont en outre enseigné en même temps à diminuer le temps nécessaire à l'engraissement de ces bestiaux, à augmenter la production du lait et à augmenter dans une grande proportion la valeur fertilisante des fumiers.

C'est surtout à l'initiative et aux efforts incessants de M. GRANDEAU que le tourteau de Coton, jadis abandonné en tas immenses et pourrissant autour des huileries en Amérique, a conquis une place si importante dans l'alimentation des bestiaux. Du jour où les cultivateurs ont enfin compris quels avantages l'on pouvait retirer de l'emploi judicieux de ce produit, son usage s'est de plus en plus généralisé, et *l'industrie des tourteaux a pris en France une importance grandissant sans cesse d'année en année, et qui représente une valeur de plusieurs dizaines de millions de francs.* Pour atteindre un pareil

développement, on utilisa toutes les graines oléagineuses exotiques renfermant une assez grande quantité d'huile fixe pour être traitées avantageusement. C'est de cette époque que date l'importation en France des graines de *Mohura*, d'*Illipé*, de *Niger*, de *Madia*, de *Maffouaire*, de *Palmiste*, etc., qui, auparavant, n'existaient qu'à titre d'échantillons dans les collections ou dans les Musées.

Parallèlement à ce développement industriel, nous voyons la littérature agronomique s'enrichir peu à peu de mémoires intéressants concernant les diverses applications des tourteaux, leurs avantages et leurs inconvénients. L'absence de documents précis sur les meilleurs moyens de reconnaître et d'utiliser ces produits, qui étaient devenus l'objet d'un commerce très important, suscita la publication de monographies très intéressantes, parmi lesquelles celle de M. DEUGIS, pharmacien de la marine, doit être considérée comme la plus complète et la mieux documentée ; sa valeur est d'ailleurs justifiée par les nombreux emprunts qu'ont dû lui faire tous ceux qui se sont occupés successivement de l'étude des tourteaux. Après lui, M. CORNEVIN, professeur à l'École vétérinaire de Lyon, publia un travail considérable sur tous les résidus industriels dans l'alimentation du bétail, dans lequel on trouve de précieux renseignements sur les propriétés physiologiques des tourteaux. L'emploi du microscope, qui avait fourni d'aussi heureux résultats pour la détermination des drogues simples, fut appliqué également à l'étude des tourteaux et suscita des monographies plus ou moins complètes et savantes, parmi lesquelles nous citerons celles de M. BENECKE, en Allemagne ; de MM. VAN DEN BERGHE, D'HONT, CLAES et THYES, en Belgique ; de M. GAROLA et de MM. BUS-SARD et FRON, en France. Malgré l'intérêt des recherches publiées par ces divers auteurs, il nous a semblé que la caractérisation microscopique des tourteaux permettait encore une étude d'ensemble faite avec soin, et c'est principalement le but que nous nous sommes proposé en entreprenant ce travail.

Des principaux tourteaux et de leurs dénominations commerciales. — Si on le compare à celui des espèces oléifères qui existent dans les diverses parties du monde, le nombre des tourteaux que l'on trouve dans le commerce est extrêmement restreint et limité aux quelques graines ou fruits oléagineux que l'on traite industriellement pour l'extraction de leur huile. Ces tourteaux sont loin d'avoir la même importance commerciale. S'il en est quelques-uns, tels que les TOURTEAUX DE LIN, de COTONNIER, d'ARACHIDES, de COLZA, de SÉSAME, qui occupent une place prépondérante dans l'industrie agricole et sont l'objet de transactions très importantes, il en est d'autres, tels que les tourteaux de BERAFF, de FAINES, de TOURNESOL, de NOIX, dont l'usage est plus restreint et localisé dans quelques régions.

Ajoutons que les tourteaux de CROTON et de MOUTARDE, qui ne sont même pas mentionnés dans les Prix courants, présentent plutôt un intérêt scientifique à cause de leurs propriétés toxiques, et que leur présence en cas d'empoisonnements ou d'accidents occasionnés par les tourteaux doit être soupçonnée de suite par les experts.

Les tourteaux sont désignés dans les prix courants sous des noms qui rappellent tantôt celui de la plante, tantôt celui du fruit ou de la graine qui les a produits (TOURTEAUX DE COLZA, de CHÈNEVIS, de FAINES) ; parfois ils empruntent leur nom à la dénomination indigène de la substance dont ils sont tirés : tel est le TOURTEAU DE COPRAH, préparé avec l'albumen de la graine de Cocotier qui, dans l'Inde, est désigné sous les noms de COPRA, COPRAH, COPPERAH. Le TOURTEAU DE NIGER tire son nom de la couleur noire du fruit du *Guizolia oleifera* qui l'a fourni. Le TOURTEAU D'OLIVES est désigné en Provence sous les noms de GRIGNON ou GRIGNOUM.

Les tourteaux sont classés aussi en TOURTEAUX INDIGÈNES et en TOURTEAUX EXOTIQUES, selon qu'ils sont préparés avec des substances récoltées en France et en Europe ou provenant des autres parties du monde. Les tourteaux de Colza offrent des différences assez sensibles au point de vue de leur origine et pour cette même raison leurs caractères et leurs propriétés physiologiques sont souvent très différents.

On tient compte aussi pour la désignation des tourteaux de l'état des substances qui les ont produits, de la couleur des graines et de leur pays d'origine.

Certaines graines oléagineuses munies d'un spermodermis assez résistant (Ricin) ou renfermées dans une coque plus ou moins fibreuse et résistante (Arachide) sont parfois mondées de ces enveloppes avant d'être contusées et pressées. Les tourteaux qui en résultent sont dès lors dits BRUTS ou DÉCORTIQUÉS.

Les graines de Sésame ont des teintes très variables selon leur provenance et leur origine botanique ; les tourteaux qu'elles produisent ont une apparence variable et sont désignés sous des noms qui rappellent leur teinte ou leur pays d'origine. C'est ainsi que les prix courants mentionnent les TOURTEAUX DE SÉSAME BLANC, NOIR, ROUX et le TOURTEAU DE SÉSAME NOIR DE SIAM. Il en est de même pour les TOURTEAUX DE PAVOT NOIR et de PAVOT BLANC, de PAVOT INDIGÈNE et de PAVOT DE L'INDE. Quand ces tourteaux ont été préparés avec un mélange de graines diversement colorées, ils sont désignés sous le nom de TOURTEAUX BIGARRÉS ou PANACHÉS.

Quand une graine oléagineuse a une origine géographique très variable, comme la GRAINE DE COTONNIER, et qu'elle est soumise en certains pays à un émondage préalable avant d'être soumise à la presse, le tourteau de cette graine prend une dénomination qui rappelle soit son pays d'origine, soit la manipulation à laquelle la graine a été soumise avant d'être pressée. C'est ainsi que les tourteaux de Cotonnier

de provenance américaine, qui sont préparés avec des graines imparfaitement privées de leur duvet cotonneux, sont désignés sous le nom de **TOURTEAUX COTONNEUX**, pour les distinguer des **TOURTEAUX DE COTONNIER D'ALEXANDRIE OU D'ÉGYPTE**, qui sont fournis par des graines à peu près nues. Quand les tourteaux de Coton sont préparés avec des graines mondées en partie de leur spermodermes, ils sont désignés sous le nom de **TOURTEAUX AMÉLIORÉS**.

Certaines graines oléagineuses, après avoir fourni par expression la plus grande partie de leur huile fixe, sont ensuite traitées par le sulfure de carbone, qui les prive à peu près complètement de l'huile qu'elles contenaient : les tourteaux qui ont subi cette opération complémentaire sont dits **TOURTEAUX REPASSÉS**.

Quand ils sont préparés exclusivement en vue de l'alimentation du bétail, les tourteaux sont dits **ALIMENTAIRES** ; quand ils doivent remplacer le fumier et servir à l'engraissement du sol, ils sont désignés sous le nom de **TOURTEAUX-ENGRAIS**.

Fabrication des tourteaux. — La plus grande partie des tourteaux est préparée dans des usines spéciales appelées *huileries*. En France, ces usines, d'importance très variable, sont principalement localisées dans les régions du Nord et du Midi. Dans la première de ces régions, il existe un grand nombre de petites huileries faisant partie de vastes exploitations agricoles et dans lesquelles on ne traite que les graines oléagineuses recueillies dans la métairie ou dans son voisinage. Le commerce des tourteaux ayant pris de plus en plus d'extension depuis une trentaine d'années, on a utilisé pour leur fabrication un grand nombre de moulins à vent devenus inutiles par suite de la transformation opérée dans la meunerie par l'adoption du système hongrois. Cinq cents usines très importantes traitaient la plus grande proportion des graines indigènes, et l'insuffisance de ces établissements ne répondant plus au développement de la consommation des tourteaux, on a installé dans le voisinage des ports de mer de grandes usines réalisant tous les perfectionnements modernes et dans lesquelles on traite avec les graines indigènes, la plus grande quantité des graines exotiques qui sont importées en France chaque année.

Les principaux centres de production des tourteaux sont : Marseille, Dunkerque, Lille, Arras, Douai, Bordeaux, Caen, Tourcoing, Fécamp, Dieppe, Rouen, Saint-Quentin, Nantes, Saint-Denis, etc.

La fabrication des tourteaux comporte plusieurs opérations qui sont : le **NETTOYAGE** et le **BROYAGE DES GRAINES** et **L'EXTRACTION DE L'HUILE**.

Nettoyage. — Il consiste à faire passer les graines au *trieur* ou au *tarare* pour les débarrasser de la terre, des pierres et de toutes les impuretés qu'elles peuvent contenir. Cette opération, dont on se dis-

pense souvent dans les petites huileries, a cependant une très grande importance : car certaines graines, telles que la graine de Lin, arrivent souvent, dans les huileries, mélangées d'une proportion très notable de graines étrangères, qui altèrent toujours la pureté de l'huile et peuvent communiquer au tourteau des propriétés nuisibles pour le bétail. Après avoir subi cette opération, certaines graines ou fruits sont débarrassés de leur spermodermis ou de leur coque. Cette opération est rigoureusement nécessaire pour quelques-unes d'entre elles, telles que les faines, dont l'enveloppe coriace renferme un principe toxique. Quoique moins urgente, elle est aussi pratiquée pour les graines de Cotonnier d'Amérique, qui sont recouvertes par une coque dure, coriace, très indigeste, elle-même toujours entourée d'une proportion plus ou moins notable de filaments de Coton.

Une fois nettoyées, les graines sont soumises au **Broyage**. Cette opération s'effectue dans des moulins à vent, au moyen de *pilons* ou de *bocards* ; dans les grandes usines, on concasse les graines au moyen de cylindres broyeurs en fonte cannelés, tournant en sens inverse. La poudre grossière qui résulte de cette opération est ensuite portée sous des meules en pierre, disposées verticalement, pour être réduite en pâte.

L'**extraction** de l'huile contenue dans cette pâte a lieu par deux procédés différents qui sont : la *pression* ou l'*emploi de dissolvants spéciaux*.

1° *Pression*. — Le premier de ces procédés, qui est le plus généralement employé, est seul utilisé pour la préparation des tourteaux alimentaires, car il laisse dans les tourteaux une certaine quantité d'huile fixe qui, indépendamment de ses propriétés nutritives, possède l'avantage de rendre les tourteaux plus appétissants, plus nutritifs et de faciliter la digestion d'une certaine proportion de cellulose qui passerait inerte et inattaquée dans le tube digestif ; le second procédé n'est utilisé que dans les grandes usines pour épuiser complètement certaines graines, obtenir un plus fort rendement d'huile et pour préparer des tourteaux-engrais, dans lesquels l'huile intervient plutôt comme un facteur défavorable à la germination des graines. Dans le procédé par pression, on introduit la pâte dans des sacs ou *scourtins*, qu'on place sur une étreindelle de crin doublée de cuir dont on l'enveloppe, et on presse. Actuellement, dans la plupart des usines européennes, on remplace les étreindelles par des plaques de tôle cannelée.

Les presses utilisées dans les huileries sont de systèmes différents : les unes, dites *presses à vis*, en bois ou en fonte, sont peu puissantes et ne se trouvent plus que dans les petites huileries ; les *presses à coins*, plus puissantes, sont encore utilisées dans quelques usines du Nord ; mais dans les grandes huileries modernes on se sert de deux séries de

presses hydrauliques verticales et horizontales, les unes marchant à 200 et les autres à 300 atmosphères ; les secondes sont destinées à compléter l'action des premières.

Par une première pression, faite à froid, on ne retire habituellement des graines que la moitié de l'huile qu'elles renferment : c'est ainsi que l'on prépare les huiles destinées aux usages alimentaires, telles que les *huiles d'Olives, d'Œillette, d'Arachides*.

La pâte retirée des sacs est imbibée de 7 à 8 p. 100 d'eau, puis reversée sous les meules, où elle subit un second broyage. On la fait arriver ensuite au chauffeoir, où elle est portée à une température qui facilite l'expression de l'huile, puis on la presse de nouveau et généralement à chaud, quand les huiles ne sont pas destinées à l'alimentation ou quand elles sont concrètes.

Quel que soit le système de pression adopté, l'opération doit être conduite lentement et avec méthode ; pour retirer la plus grande quantité possible d'huile, il est nécessaire de laisser la pâte sous les presses pendant un certain temps. Quand la pression est terminée, on retire les tourteaux des sacs qui les renferment, on les rogne sur les angles et sur les bords, qui retiennent toujours une certaine quantité d'huile, puis on les porte au séchoir, où on les laisse se ressuyer et durcir pendant une vingtaine de jours, ensuite on peut les livrer au commerce sans crainte de les voir trop s'émietter.

Les tourteaux obtenus par pression retiennent toujours une certaine proportion d'huile qui varie entre 6 et 12 p. 100 de la quantité totale contenue dans les graines.

2° *Emploi d'un dissolvant.* — Des divers dissolvants qui ont été proposés pour extraire l'huile des graines oléagineuses, c'est le *sulfure de carbone* qui est le plus généralement employé.

Les graines nettoyées, contusées ou broyées, sont placées dans de grands cylindres en fer appelés *digesteurs*, dans lesquels on fait arriver lentement, par la partie inférieure, du sulfure de carbone qui épuise la poudre de bas en haut et se déverse par la partie supérieure des cylindres dans un appareil distillatoire. Deux heures suffisent pour épuiser complètement 5.000 kilogrammes de graines. Le sulfure chargé d'huile est distillé à la vapeur. En exposant simplement à l'air le tourteau à sa sortie des cylindres, on arrive à le débarrasser du sulfure de carbone qui l'imprègne et qui est très volatil ; dans certaines usines, on accélère cette opération en soumettant le tourteau à un jet de vapeur.

Appliqué d'abord à trois substances seulement (l'Olive, les graines de Palmiste et de Maffouraire), ce procédé est utilisé actuellement pour les graines de Sésame, de Colza, de Ravison et de Ricin. Les tourteaux ainsi obtenus et qui sont désignés sous le nom de *tourteaux repassés, épurés, dégraissés* ne contiennent que des traces insignifiantes

d'huile et diffèrent notablement, dans leur apparence extérieure, des tourteaux obtenus par pression.

Dans quelques pays coloniaux, on utilise encore, pour l'extraction de la matière grasse, le procédé primitif qui consistait à jeter dans des bassines remplies d'eau bouillante les graines oléagineuses préalablement torréfiées et contusées. La matière grasse, plus légère que l'eau et qui vient surnager à sa surface, est décantée au moyen d'un robinet : le résidu qui se dépose au fond des bassines, séparé du liquide qui le surnageait, après avoir été desséché au soleil, constitue le tourteau. C'est ainsi que sont préparés certains tourteaux, tels que ceux de *Bancoulier*, de *Coprah*, de *Mohwra*, que nous avons vu figurer à l'Exposition de 1900, dans la section coloniale.

Les nombreuses analyses de graines oléagineuses qui ont été faites par BERJOT, CLOEZ, BOUIS, PAYEN et GUIBOURT, et qui sont consignées dans les différents ouvrages de ces auteurs, permettent de connaître leur richesse en huile. En se basant sur les résultats de ces analyses et sur cette donnée que les tourteaux obtenus par pression retiennent environ 10 p. 100 de la quantité totale d'huile contenue dans les graines, on pourra connaître à peu près exactement la proportion de tourteau que l'on peut retirer d'un quintal de ces graines, selon qu'elles seront soumises à la pression ou qu'elles auront été épuisées par le sulfure de carbone.

Le tableau ci-contre reproduit les noms des graines et des fruits oléagineux qui sont traités industriellement pour l'extraction de leur huile, avec leurs rendements théoriques et pratiques en tourteaux. Les rendements théoriques sont ceux qui ont été obtenus en épuisant ces substances complètement par le sulfure de carbone ; les rendements pratiques sont ceux que l'on obtient habituellement dans les huileries par la pression. Pour connaître la quantité d'huile retirée de ces graines, il suffira de retrancher du chiffre 100, les différents chiffres représentant les rendements théoriques et pratiques en tourteaux.

Aspect extérieur des tourteaux. — Les tourteaux que l'on trouve dans le commerce présentent dans leur apparence extérieure des différences assez sensibles qui suffisent parfois pour révéler, à défaut de leur pureté absolue, tout au moins leur provenance et leur origine.

Forme. — Ils se présentent en pains carrés, trapézoïdaux ou circulaires. Ceux qui proviennent de la région marseillaise sont carrés, légèrement rognés sur les angles ; ils mesurent 35 centimètres de côté, 18 à 20 millimètres d'épaisseur et pèsent 2 kg. 400. On en trouve aussi des pains plus petits qui n'ont guère plus de 12 à 13 centimètres de chaque côté. Ceux qui sont préparés dans le nord de la France et dans les environs de Paris sont trapézoïdaux ; ils ont sensiblement

la même épaisseur que les tourteaux marseillais : ils mesurent 30 à 40 centimètres sur leurs grands côtés, 18 centimètres à l'une de leurs

DÉSIGNATION DES GRAINES OLÉAGINEUSES	TOURTEAUX	
	Rendements théoriques.	Rendements pratiques.
	p. 100	p. 100
Abricot (<i>Prunus Armeniaca</i>).	50	60 à 67
Amandes amères (<i>Amygdalus communis var. amara</i>).	47 à 52	46 à 60
— douces (— <i>var. dulcis</i>).	41 à 44,3	54 à 72
Arachides brutes (<i>Arachis hypogæa</i>).	62,7	68 à 70
— décortiquées (—).	49,5 à 55	58 à 61
Bancoul (noix décortiquée) (<i>Aleurites triloba</i>).	37,9	49
Béraf gros (<i>Cucurbita minor</i>).	64	70 à 75
— petit (melon) (<i>Cucurbita Melo</i>).	71,3	70 à 75
Cameline (<i>Myagrum salivum</i>).	65	67 à 72
Chênevis (<i>Cannabis sativa</i>).	68,5	70 à 75
Colza indigène (<i>Brassica oleracea</i>).	55 à 60	60 à 71
Coprah ou Coco (<i>Cocos nucifera</i>).	30,7	30 à 40
Coton brut (<i>Gossypium herbaceum</i>).	84	82 à 85
— décortiqué.	70	68
Croton (<i>Croton Tiglium</i>)	63	»
Faines brutes (<i>Fagus sylvatica</i>).	76	83 à 88
— décortiquées (<i>Fagus sylvatica</i>).	52 à 59	»
Illipé ou Mowrah (<i>Bassia latifolia et B. longifolia</i>).	»	70
Lin (<i>Linum usitatissimum</i>).	64 à 66	70 à 80
Madia (<i>Madia sativa</i>).	67,3	70 à 80
Maffouraire (<i>Trichilia emetica</i>).	48,9	54
Moutarde blanche (<i>Sinapis alba</i>).	70	67 à 70
— noire (<i>Brassica nigra</i>).	71	82 à 85
Navette (<i>Brassica rapa</i>).	59 à 66	64 à 70
Niger (<i>Guizotia oleifera</i>).	60	65 à 67
Noix (<i>Juglans regia</i>).	37,5	50 à 60
Olives (<i>Olea europæa</i>).	»	34 à 44
Palmiste (<i>Elæis guineensis</i>).	54	65 à 68
Pavot blanc (<i>Papaver somniferum V. album</i>).	54	62 à 68
Pignon d'Inde brut (<i>Jatropha Curcas</i>).	63	70 à 75
— décortiqué (—).	58,8	68
Raisin (Pépins de) (<i>Vitis vinifera</i>).	86	78 à 86
Ravison (<i>Sinapis arvensis</i>).	78	80 à 82
Ricin brut (<i>Ricinus communis</i>).	54,1	65 à 70
— décortiqué (<i>Ricinus communis</i>).	36,1	38 à 45
Sésame Levant, Orient) (<i>Sesamum orientale</i>).	45 à 48	49 à 53
— de l'Inde (<i>S. indicum</i>).	59,3	60
Touloucouna (<i>Carapa Touloucouna</i>).	»	74 à 81
Tournesol (<i>Helianthus annuus</i>).	78,1	85

extrémités et 20 centimètres à l'autre, et ils pèsent de 1.500 à 1.800 grammes. Les tourteaux de Lorraine pèsent de 3 à 4 kilogrammes ; ceux de Bretagne, 5 à 10 kilogrammes ; ceux de Champagne atteignent de 10 à 15 kilogrammes. Ces gros pains sont généralement circulaires.

La face plane des tourteaux porte généralement l'empreinte des sacs qui renfermaient la graine soumise à la presse; leur tranche, le plus souvent irrégulière, est parfois très lisse et très nette, comme si les pains avaient été coupés à l'emporte-pièce.

Consistance. — La consistance des tourteaux est très variable. Si quelques-uns d'entre eux se laissent facilement briser et dissocier sous l'effort de la main (Coprah, Palmiste), la plupart des autres ne peuvent être brisés qu'au moyen d'un marteau ou au moyen d'appareils spéciaux désignés sous le nom de BRISE-TOURTEAU.

Texture. — Leur texture est encore plus variable et dépend beaucoup de la dimension, de la structure des graines et de la manipulation qu'on leur a fait subir avant de les soumettre à la presse. Elle est généralement *homogène, pulvérulente*, quand les graines ont été décortiquées préalablement (tourteaux d'Arachides et de Coton décortiqués). Quand les graines sont petites, recouvertes par un spermodermes membraneux peu épais et résistant, facile à dissocier par les cylindres broyeur, le tourteau est grenu (tourteaux de Lin, de Sésame, de Pavot, de Colza, de Navette). Quand le spermodermes des graines est *coriace, très dur, épais, riche en éléments scléreux*, le tourteau est alors *lamelleux* et présente de nombreuses plaques colorées, plus ou moins larges, représentant les débris des téguments (tourteaux de Cotonnier, de Ricin, de Pignons d'Inde bruts). Cette apparence lamelleuse est encore plus accentuée quand, lors de la deuxième pression de la graine, et dans le but de faciliter l'extraction de l'huile, on ajoute au résidu de la première pression les téguments de graines destinées à être pressées sans leur enveloppe. C'est ce qui se présente pour certains tourteaux de Ricin, dans lesquels on trouve souvent des agglomérations assez considérables de téguments incrustées dans la gangue du tourteau.

Les tourteaux de petits fruits oléagineux (*Madia*, Niger, Coriandre, Anis) ont généralement une texture fibreuse qu'ils doivent à l'abondance des faisceaux libéro-ligneux qui sont répartis dans leur péri-carpe. La structure est plutôt lamelleuse quand les fruits oléagineux soumis à la pression sont relativement assez gros, comme celui de Tournesol.

La texture fibreuse est nettement accusée dans les tourteaux d'Arachides bruts qui ont été préparés avec des graines recouvertes de leur coque coriace, ou dans lesquels on a introduit frauduleusement ces coques. Les fibres ramifiées, qui forment un réseau très proéminent à la surface de cette coque, et qui sont très difficiles à pulvériser, se retrouvent tantôt simples, tantôt pourvues de ramifications dans ces tourteaux et permettent à simple vue de constater la présence de la coque dans un tourteau d'Arachides brut.

Couleur. — La couleur des tourteaux varie naturellement avec celle des téguments qui recouvrent la graine soumise à la presse. Les tourteaux sont d'autant plus pâles qu'ils renferment moins de ces éléments. C'est ainsi que l'on peut obtenir des tourteaux d'Arachides d'un blanc laiteux, quand les graines ont été mondées préalablement de leur spermoderme. Nous avons observé sous ce rapport dans les tourteaux de Coton améliorés que nous avons eus entre les mains, des nuances très variables, dont la teinte différait nécessairement avec la proportion de téguments qu'on y avait laissés. Ces tourteaux améliorés ont généralement une teinte dite *mouchetée*. Les tourteaux de Sésame et de Pavot présentent des teintes qui varient avec celle des graines polychromes qui ont servi à leur préparation.

La teinte des tourteaux est toujours plus foncée dans ceux qui ont subi l'action de la chaleur que dans ceux qui ont été obtenus à froid.

Les tourteaux qui nous viennent des pays tropicaux ou coloniaux et qui, comme nous l'avons dit plus haut, ont été préparés par le procédé primitif, sont généralement amorphes, plus ou moins pulvérulents, faciles à dissocier entre les doigts et plus gras que les tourteaux préparés en Europe.

Quant aux tourteaux repassés, la plupart de ceux que nous avons eu entre les mains (Sésame, Ricin, Colza) se présentaient sous l'apparence d'une poudre grossière, très sèche, mélangée de grumeaux plus ou moins gros, d'une teinte gris sale, gris brun ou gris noirâtre. Cette teinte est due, selon DECUGIS, à des transformations subies par les matières mucilagineuses et azotées qui constituent le tourteau, sous l'influence de la vapeur d'eau que l'on introduit dans les digesteurs, pour rétablir l'équilibre de température détruit par l'évaporation du sulfure de carbone.

Cependant, des perfectionnements apportés à ce mode de préparation permettent actuellement d'obtenir au moyen des dissolvants, des tourteaux dont la teinte est plus pâle que celle des tourteaux obtenus par pression, mais comme ces tourteaux sont généralement destinés à être utilisés comme engrais, on apporte probablement moins de soin à leur préparation qu'à celle des tourteaux alimentaires, et l'on ne s'est pas également préoccupé dans toutes les usines d'apporter les améliorations adoptées dans les huileries modernes.

Il est facile de distinguer un tourteau repassé d'un tourteau pressé, à la façon toute différente dont ils se comportent avec l'eau. Grâce à la quantité d'huile qui reste dans les tourteaux pressés, ceux-ci se désagrègent plus facilement dans l'eau, absorbent une grande quantité de ce liquide et forment un magma volumineux surnagé par une liqueur peu limpide; les tourteaux repassés, plus secs et privés d'huile sont plus denses, plus difficiles à dissocier; une fois désagrégés, ils tombent au fond de l'eau, où ils constituent un dépôt moins volumineux surnagé par une liqueur limpide.



Mode d'action. Pulvérisation. — Quel que soit l'usage auquel ils sont destinés, les tourteaux doivent, avant leur emploi, être divisés en fragments plus ou moins gros. S'ils sont destinés à la nourriture des bestiaux, il faut les concasser en fragments de la grosseur d'une noisette ou d'une petite noix. Ce travail doit être opéré sur le lieu de consommation, si l'on ne veut pas s'exposer à être trompé sur la qualité de la marchandise vendue ou acheter un produit dont les altérations seraient dissimulées par son état de division.

Dans les fermes ou métairies où leur emploi est limité, pour concasser les tourteaux, on les étend sur le sol de la grange et on les brise avec de gros maillets ferrés, puis on les porte sous une meule en pierre, et quand ils sont écrasés on les passe à travers un crible en fil de fer dont les mailles varient en largeur avec la grosseur des fragments que l'on veut obtenir.

En présence du développement toujours croissant qu'a pris l'emploi des tourteaux alimentaires, on a imaginé, pour les concasser, des appareils désignés sous le nom de **CONCASSEURS** ou **BRISE-TOURTEAUX**. Ces appareils, inventés en Angleterre et utilisés en France depuis une trentaine d'années, sont devenus indispensables dans les grandes exploitations agricoles. Il en existe un grand nombre de modèles, qui tous reposent sur le même principe. Ils sont constitués essentiellement par un volant en fonte qui actionne, par l'intermédiaire de deux roues à engrenage, deux cylindres tournant l'un contre l'autre et entre lesquels on jette les galettes divisées en 4 ou 5 fragments. Ces cylindres sont parfois cannelés, d'autres fois garnis de fortes pointes qui brisent plus fortement les gros morceaux. Dans quelques machines, il existe deux paires de cylindres superposés, dont l'une complète le travail de l'autre. Le tourteau, grossièrement concassé, tombe sur un crible incliné, qui est destiné à séparer les parties concassées des éléments pulvérulents.

Quand les tourteaux sont destinés à être employés comme engrais, ils doivent être réduits en poudre. Cette opération constitue un travail industriel qui ne peut être effectué que dans des usines spéciales. Dans ce cas, l'acheteur, pour se garantir des fraudes possibles, fera bien de se conformer aux usages adoptés pour l'achat des engrais.

Composition chimique. — Comme les autres aliments, les tourteaux oléagineux renferment des principes immédiats bien définis et des sels minéraux, unis à une petite quantité d'eau. La faible proportion d'eau qu'ils contiennent les fait considérer comme des *aliments concentrés*.

Les principes immédiats qui les composent sont : 1° des *matières azotées* ou *protéiques* ; 2° des *matières grasses* ; 3° des *matières extractives non azotées* , 4° de la *cellulose* ; les éléments minéraux sont eux-

mêmes très différents : le phosphore, le soufre, le chlore, le fer, le potassium, le sodium, etc.

Les *matières azotées*, dites *matières protéiques*, sont l'élément le plus important des tourteaux alimentaires : elles sont constituées par des substances albuminoïdes quaternaires, *gluten*, *albumine*, *fibrine*, *caséine végétale*, composées de carbone, d'oxygène, d'hydrogène et d'azote. Elles ont non seulement les mêmes propriétés, mais encore la même composition que leurs analogues dans le règne animal. On admet généralement que les matières albuminoïdes ont sensiblement la même composition élémentaire et que l'azote s'y trouve dans la proportion de 16 p. 100. Pour connaître la quantité de matière protéique contenue dans un aliment, un fourrage ou un tourteau, on multiplie sa teneur en azote par 6,25, chiffre multiplicateur de 16 pour former le nombre 100.

C'est dans ce groupe qu'il faut ranger la matière de réserve nommée *aleurone*, si fréquente dans les graines oléagineuses et qui se présente sous forme de corpuscules arrondis de grosseur et de composition très variables. Tantôt l'aleurone affecte la forme de fines granulations, tantôt au contraire, ce sont des grains plus gros, dans la substance fondamentale (matière aleurique) desquels on distingue au microscope des enclaves : *cristalloïdes* de matières protéiques, *globoïdes* (glycérophosphate ou saccharate de chaux et de magnésie, ou encore cristaux d'oxalate de calcium). Les grains d'aleurone peuvent être homogènes ou renfermer l'une quelconque de ces enclaves ou même toutes à la fois.

Les *matières grasses* sont des substances ternaires formées de carbone, d'oxygène et d'hydrogène et solubles dans l'éther. Leur composition se rapproche beaucoup de celle des graisses animales. Très combustibles, ces produits n'ont à subir que de très faibles modifications pour se fixer dans les tissus animaux. Les tourteaux oléagineux obtenus par pression renferment une proportion moyenne de 10 p. 100 de matière grasse. Les tourteaux repassés ou traités au sulfure de carbone n'en renferment que des traces insignifiantes.

Les *matières extractives non azotées*, appelées encore *hydrates de carbone* ou *matières hydrocarbonées*, sont aussi des produits ternaires renfermant les mêmes éléments que les matières grasses. Elles sont représentées par de l'amidon, des gommes ou des sucres. La plupart d'entre elles se transforment en glucose par une ébullition prolongée en présence de l'acide sulfurique. Leur proportion est très variable dans les tourteaux.

La *cellulose*, qui se rapproche beaucoup de ces derniers principes par sa composition, en diffère en ce sens qu'elle ne se transforme pas en sucre, à moins toutefois qu'elle soit très jeune et qu'elle n'ait pas

encore eu le temps de se lignifier. Ce n'est pas le cas pour les tourteaux dont les léguments sont très riches en éléments scléreux. La quantité de cellulose varie très notablement dans les tourteaux oléagineux selon qu'ils ont été préparés avec des graines ou des fruits entiers ou débarrassés préalablement de leurs enveloppes.

Les principes minéraux se trouvent généralement dans les tourteaux à l'état de sels. Le phosphate de chaux, qui entre dans la constitution du squelette et se retrouve en proportion notable dans le lait, dans les poils et dans la laine, existe en quantité sensible dans tous les tourteaux.

COMPOSITION CHIMIQUE DES TOURTEAUX ALIMENTAIRES (GRANDEAU)

NOMS DES TOURTEAUX	EAU	CENDRES	MATIÈRES AZOTÉES		Matières extractives non azotées		CELLULOSE		MATIÈRES GRASSES	
			TOTAL	Partie digest.	TOTAL	Partie digest.	TOTAL	Partie digest.	TOTAL	Partie digest.
Amandes douces.	9,7	4,3	41,3	37,2	20,6	20,2	8,9	1,8	15,2	13,7
Anis vert.	8,9	12,4	17,4	9,4	24,3	16,6	19,6	0,1	17,4	16,4
Arachides en coques	9,8	6,9	31	24,8	20,7	15,5	22,7	3,5	8,9	7,2
— décortiquées	11,5	4,9	47	40,4	24,1	22,2	5,2	1,3	7,3	6,5
Bancoulier	8,4	8,6	49	43,7	18,7	16,9	4,1	1,6	11,2	10,1
Cameline	11,8	6,9	33,1	26,5	27,4	21,9	11,6	4,7	9,2	8,3
Chênevis.	11,9	7,8	29,8	20,9	17,3	10,4	24,7	6,2	8,5	7,2
Colza d'Europe	10,4	7,7	30,7	24,9	30,1	22,9	11,3	0,9	9,8	7,6
Coprah	10,3	5,9	19,7	15	38,7	31,4	14,4	8,9	11	11
Coton d'Amérique	20,6	7,2	24,7	18	26	12	24,9	5,7	6,6	5,9
— purifié	9,8	6,8	28,3	21,2	29	15,7	18,4	2,2	7,7	6,7
— décortiqué	10	7,4	43,9	36,9	20,3	16,7	5,5	0,1	12,9	12
Courge	9,9	5,8	36,1	32,5	11,5	10,1	14,1	6,3	22,7	20,4
Cumin.	15,2	6,4	20,6	12,3	27,7	27,1	14,3	12,1	15,8	15,3
Faine brute.	16,1	5,2	18,2	13,5	28,3	17	23,9	5,2	8,3	6,6
— décortiquée	11,5	7,4	36,7	31,6	29,4	22,8	6,6	2	8,4	7,8
Fenouil	9,8	8,9	18,7	7,1	33,5	22,5	14,7	6,8	14,4	12,9
Madia	10,7	7,5	31,8	22,3	21,7	13	19,2	3,8	9	7,2
Maïs	11,1	4	15,1	12,1	53,7	47,3	6,7	4	9,4	8,5
— germes	9,3	4,2	25,4	20,3	38,9	33,1	8,3	5	13,9	12,5
Lin	11,8	7,3	28,7	24,7	32,1	25,7	9,4	4,1	10,7	9,6
Kapock	13,3	6,5	26,3	19,5	19,5	10	28,2	5,6	5,8	5,2
Navette	10,7	7,7	32,7	26,2	31,1	23,4	7,8	0,8	10	7,9
Niger	11,5	8	33,1	26,5	23,4	18,7	19,6	5,3	4,1	3,3
Noix	13,7	5	34,6	31,1	27,8	26,6	6,4	1,6	12,5	11,2
Olives.	11,4	6,6	7,3	4,4	32,2	22,5	23,3	11,3	14,2	11,4
Palmiste.	10,3	4,2	16,5	14,3	38,8	33,8	21,2	14,4	9	8,5
Pavot	10,7	12,1	36,5	28,8	20,1	14,9	11	6,7	9,6	8,8
Sésame	11,1	10,9	37,2	33,5	20,5	13,2	7,5	2,3	12,8	11,5
Tournesol	9,3	5,9	34,7	31,2	23,7	18,2	13,9	4,3	14,5	11

Conservation. — Les graines oléagineuses et leurs tourteaux étant, comme tous les produits naturels, sujets à des fluctuations assez

variables, certains agriculteurs sont tentés de profiter des cours inférieurs pour faire des approvisionnements assez considérables ; d'autres, par l'importance de leur cheptel et leur éloignement du lieu de production, sont amenés à accumuler une notable quantité de tourteaux. Nous rappellerons ici que ces produits, assez altérables de leur nature, ne rencontrent pas toujours dans les fermes et les métairies les conditions favorables à leur conservation, et que trop souvent ils sont relégués dans des locaux mal appropriés qui facilitent plutôt leur altération. L'expérience ayant démontré que les tourteaux sont acceptés d'autant plus volontiers par le bétail qu'ils sont plus récents, il paraît prudent de ne pas en faire de trop grandes provisions.

Les magasins destinés à recevoir les tourteaux devront être bien aérés, aussi secs et aussi sombres que possible pour les mettre à l'abri des influences de l'humidité et de la lumière. Il faudra éviter de les placer sur le sol ou contre les murs : l'installation la plus favorable à leur conservation est celle de rayons à claire-voie, pareils à ceux qui sont utilisés pour la dessiccation des fromages.

Les tourteaux-engrais, plus altérables encore que les tourteaux-aliments, ne devront pas séjourner plus d'un mois dans les magasins. Ceux-ci devront être très secs et bien aérés. La poudre ne devra jamais être réartie qu'en couches ne dépassant pas 60 centimètres d'épaisseur, et on la remuera à la pelle de temps en temps pour éviter son échauffement par fermentation.

Les tourteaux repassés sont peu altérables et bien plus faciles à conserver : ils doivent cette propriété à la petite quantité de sulfure de carbone qu'ils renferment et à l'absence à peu près complète d'huile.

Nous ne saurions trop recommander aux agriculteurs qui utilisent les tourteaux-engrais en même temps que les tourteaux alimentaires, de les conserver dans des endroits distincts. Les tourteaux engrais provenant d'ordinaire des graines de dernier choix, ou n'étant autres que des tourteaux-aliments altérés par les moisissûres, il est prudent de les séparer les uns des autres pour éviter la contamination. Cette recommandation acquiert plus de valeur encore quand les tourteaux-engrais sont des résidus industriels de Ricin, de Pignon d'Inde, qui sont très toxiques. *C'est vraisemblablement à l'inobservation de ces précautions qu'il faut attribuer les accidents qui sont signalés chaque année dans les ANNALES AGRONOMIQUES et qui sont presque toujours occasionnés par la substitution du tourteau de Ricin à un tourteau alimentaire quelconque.*

Altérations. — La forte compression à laquelle les tourteaux alimentaires ont été soumis en chassant l'air et une grande partie de l'eau interposée entre leurs particules, l'absence à peu près complète, parmi leurs éléments constituants, de l'amidon qui est si recherché

par les larves des insectes, sont autant de facteurs qui devraient favoriser la conservation de ces produits ; ce qui le prouve clairement, c'est que les tourteaux sont d'autant plus altérables qu'ils ont été moins comprimés et que le tourteau d'Arachides, qui est à peu près le seul qui contienne de l'amidon, est généralement le plus souvent piqué par les vers. Malgré cela les tourteaux, à cause de leur composition très complexe et de la dissociation des substances dont ils dérivent, sont exposés à subir des altérations assez diverses que l'on peut conjurer toutefois par l'emploi de certaines précautions. C'est ainsi que MM. GAROLA et LARBALÉTRIER ont pu conserver pendant 3 ou 4 ans des tourteaux placés dans des conditions favorables.

L'altération la plus fréquente observée sur ces produits consiste dans la présence de **végétations cryptogamiques**, qui s'y développent aussitôt qu'ils sont exposés à l'humidité. Les espèces qui y ont été le plus généralement observées sont : le *Penicillium glaucum*, les *Aspergillus flavus* et *A. niger*, les *Mucor stolonifer* et *M. circinellus*, dont la présence se traduit par des plaques de coloration bleu verdâtre, rouge, jaune ou noire. Si la plupart de ces champignons ne paraissent pas communiquer de propriétés toxiques aux tourteaux qu'ils ont envahis, — ce qui n'est pas certain, d'ailleurs, — ils ont l'inconvénient de diminuer la valeur nutritive des produits aux dépens desquels ils se développent, et en tout cas de les rendre répugnants pour les animaux auxquels on les présente.

À côté de ces espèces, qui constituent les moisissures vulgaires des substances alimentaires organiques, il en est d'autres qui paraissent être spéciales à certains tourteaux. C'est ainsi qu'on observe communément sur le tourteau de Lin des efflorescences blanches particulières, qui font dire que ce tourteau a subi le *blanchiment*. La présence de cette végétation sur le tourteau de Lin favorise puissamment son rancissement. M. BENECKE a aussi constaté, dans la plupart des tourteaux de Ricin qu'il a examinés, la présence d'un champignon qui, comme celui du Maïs, aurait une action spéciale sur l'organisme et pourrait bien, selon lui, aggraver encore les effets si toxiques qui sont consécutifs à l'ingestion des tourteaux de Ricin.

La présence, sur les tourteaux, de plaques rouges ou orangées semblables à celles qui communiquent au pain moisi des propriétés toxiques même pour les animaux de forte taille, suffira pour donner à ces tourteaux un caractère suspect et faire rejeter leur emploi pour l'alimentation des bestiaux.

Les tourteaux-engrais qui sont réduits en poudre sont encore plus exposés que les tourteaux alimentaires comprimés à être envahis par les moisissures, aussi demandent-ils une surveillance assidue. Sous l'influence de l'humidité, ils entrent rapidement en fermentation et perdent en même temps que leur ammoniaque une partie de leurs

propriétés fertilisantes. Il est donc prudent de ne pas accumuler de grandes quantités de ces tourteaux dans les greniers et de les remuer souvent. Aussitôt que l'on s'aperçoit qu'ils ont subi un commencement d'altération, il est prudent d'utiliser le moyen qui a été proposé par M. MÈNE et qui consiste à additionner la poudre d'une certaine quantité de plâtre qui, en fixant l'ammoniaque à l'état de sulfate, arrête la fermentation et conserve à l'engrais son élément fertilisant principal.

Les tourteaux sont aussi sujets à être envahis par des **animaux parasites** de l'ordre des Acariens et de la famille des Tyroglyphes ou bien encore par les larves de *Anobium paniceum*. La présence de ces parasites est révélée par les nombreuses perforations qu'ils ont produites dans l'épaisseur des galettes. Les tourteaux les plus exposés à subir ce genre d'altération sont ceux d'Arachides, de Sésame, de Palmiste, de Coprah et de Coton.

La proportion d'huile qui reste toujours dans les tourteaux obtenus par pression et qui peut s'élever, comme nous l'avons vu plus haut, au dixième de la quantité totale d'huile renfermée dans les graines oléagineuses, communique à ces produits la propriété de rancir très rapidement. Cette altération est accélérée par l'influence simultanée de l'air et de la lumière, mais le concours de ces deux facteurs est nécessaire pour la provoquer. C'est pourquoi *il est spécialement recommandé de conserver les tourteaux dans un endroit obscur*. Tous les tourteaux ne sont pas également sensibles à cette altération ; ceux qui y sont le plus exposés sont ceux qui renferment des huiles siccatives et en première ligne il faut placer les tourteaux de Lin, de Chênevis et de Noix. Les tourteaux rances acquièrent une odeur et une saveur désagréables qui répugnent aux animaux, mais leur inconvénient le plus grave est de communiquer à la viande des animaux qui les absorbent un goût très désagréable et assez persistant pour les rendre impropres à l'alimentation.

Un autre genre d'altération des tourteaux consiste dans la présence de **graines étrangères** provenant de plantes qui se sont développées au milieu des espèces oléagineuses et que l'on a omis de trier au moment de la récolte, soit par incurie, soit intentionnellement. Parmi les graines oléagineuses qui présentent plus souvent ce genre d'altération, il faut citer les graines de Lin et de Colza exotiques. La première surtout se distingue sous ce rapport par le nombre et la diversité des graines étrangères qui souillent sa pureté. Cette altération était même tellement profonde chez les graines de Lin d'importation étrangère, qu'elle revêtait un caractère frauduleux, car on ne peut qualifier autrement la vente de graines de Lin renfermant, selon M. NOBBE (1), de

(1) *Handbuch der Samenkunde*, p. 439.

12 à 70 p. 100 de graines étrangères ; aussi les importateurs ont-ils pris l'habitude, dans leurs marchés, de n'accepter la livraison de ces graines qu'après un examen préalable opéré par les soins d'une Compagnie anglaise qui s'occupe spécialement de l'expertise des graines de Lin et de l'évaluation de la quantité de graines étrangères qu'elles peuvent contenir. La tolérance de graines étrangères admise par l'*Incorporated Leenseed Company*, est de 4 p. 100.

Si la plupart de ces substances étrangères sont à peu près inoffensives, il en est quelques-unes cependant, telles que la *Moutarde des champs*, qui sont douées de propriétés âcres et irritantes, ou la *Nielle des blés* et l'*Ivraie*, qui sont douées de propriétés dangereuses ou toxiques.

Il est peu probable que les tourteaux de Lin renferment une assez grande quantité de Nielle des blés pour déterminer un empoisonnement mortel, mais l'absorption quotidienne d'un tourteau renfermant une proportion un peu sensible de cette graine, peut déterminer une maladie décrite sous le nom de *githagisme* et qui se manifeste sous le type aigu ou sous le type chronique, suivant la proportion de Nielle ingérée.

L'activité de l'*Ivraie* est moins prononcée que celle de la Nielle. D'après M. CORNEVIN (1) il en faudrait 3 kg. 500 pour amener la mort d'un cheval de 500 kilogrammes et le double pour tuer un bœuf du même poids. En admettant qu'un tourteau de Lin renferme de l'*Ivraie* dans la proportion énorme de 20 p. 100, il faudrait en administrer 17 kg. 500 pour tuer un cheval et 35 kilogrammes pour tuer un bœuf. Ces chiffres n'ont d'ailleurs qu'une importance tout à fait relative, car il semble démontré aujourd'hui que l'*Ivraie* sainé n'est pas toxique et qu'elle n'acquiert de propriétés vénéneuses que lorsqu'elle est envahie par un champignon encore indéterminé, qui se développe dans son assise protéique et communique au fruit ses propriétés toxiques. C'est un phénomène analogue à celui qui se produit pour le Seigle dit *enivrant*, qui doit ses propriétés toxiques à un champignon, l'*Endoconidium temulentum*, qui a le même lieu d'élection que celui de l'*Ivraie*.

La différence que la Nielle et l'*Ivraie* présentent dans leurs caractères extérieurs, de même que leur grosseur et leur teinte permettent d'ailleurs de les reconnaître facilement dans la graine de Lin et de les en séparer quand elles s'y trouvent en notable proportion. Il n'en est pas de même de la *Moutarde sauvage*, qui, croissant souvent en abondance dans les champs de Colza, se récolte en même temps que lui. Comme les graines de ces deux Crucifères, douées de propriétés très différentes, ont la même forme et des dimensions à peu près semblables, il est extrêmement difficile de les séparer l'une de l'autre. C'est vrai-

(1) CH. CORNEVIN, *Des résidus industriels dans l'alimentation du bétail*. Paris, 1892, p. 320.

semblablement au mélange de ces deux graines qu'il faut rapporter les accidents que l'on a observés chez plusieurs bestiaux après l'ingestion de tourteaux vendus sous la dénomination de tourteaux de Colza.

La connaissance de ces particularités ne devra pas échapper à l'attention des experts chargés de constater la nature et la composition de tourteaux de Lin et de Colza qui auraient provoqué quelques accidents.

Falsifications. — Comme les aliments destinés à la nourriture de l'homme, les tourteaux ne pouvaient échapper à la cupidité des fraudeurs. Les falsifications, aussi nombreuses que variées, dont ces produits sont l'objet, ont même pris de nos jours une telle importance, qu'elles ont éveillé l'attention des pouvoirs publics, qui s'occupent actuellement d'établir de nouvelles lois plus répressives que les anciennes. La destination de ces produits réservés à l'alimentation du bétail et à la fumure des terres rend probablement moins circonspects ceux qui se livrent à ce genre de fraude, à en juger par le rapport de M. VAN DEN BERGHE, qui, sur 269 échantillons de tourteaux qu'il a eu à examiner, en a trouvé 100 falsifiés, soit 37 p. 100.

Ces fraudes n'ont pas seulement pour résultat d'atténuer la valeur alimentaire des tourteaux, elles peuvent, dans certains cas, leur donner des propriétés dangereuses.

La falsification des tourteaux s'opère de façons très différentes selon qu'elle est pratiquée dans les fabriques, dans les pays de production ou chez les marchands de tourteaux.

L'une des fraudes principales résulte de la dépréciation qui atteint certains tourteaux de couleur foncée. Pour atténuer cette teinte, les fabricants, au moment de la pression, mélangent à certaines graines assez foncées en couleur, d'autres graines étrangères d'une teinte plus pâle, mais d'un prix inférieur. C'est ce qui arrive fréquemment pour

tourteau de Lin, qui est le plus apprécié et le plus cher de tous, et auquel on ajoute très fréquemment du tourteau ou des graines de Pavot ou d'Œillette, dont le prix est moins élevé. De toutes les falsifications, c'est la plus inoffensive, car elle ne diminue que dans de faibles proportions la valeur alimentaire et commerciale du tourteau de Lin ; mais plus souvent l'aliment étranger introduit dans le tourteau n'a pas la moindre valeur alibile (*sciure de bois, coque d'Arachide, cossettes de Riz, de Lin*) ; parfois même il est doué de propriétés toxiques (*enveloppes de faine, sulfate de baryte*).

Certains fabricants peu consciencieux profitant de ce que quelques tourteaux utilisés aussi bien comme aliments que comme engrais sont généralement réservés pour le second usage, n'hésitent pas à y incorporer des graines offrant une composition analogue, la même apparence extérieure, mais néanmoins considérées comme suspectes ou dangereuses au point de vue alimentaire. C'est ce qui s'est produit à plusieurs reprises pour le tourteau de Colza, dans lequel on introduit

frauduleusement une certaine quantité de Ravison ou de Moutarde sauvage, ou bien de Colza des Indes. Si cette introduction n'a pas de conséquences sérieuses pour un tourteau utilisé comme engrais, elle constitue néanmoins une tromperie sur la qualité de la marchandise vendue, et autorise à refuser la livraison et à faire annuler le marché quand celui-ci a stipulé que le tourteau est destiné à l'alimentation.

Parfois la falsification revêt un caractère bien plus dangereux, qui engage fortement la responsabilité du fabricant et l'expose en cas d'accident à payer de gros dommages-intérêts. C'est ainsi que certains fabricants peu scrupuleux ont poussé l'inconséquence ou l'imprudence au point d'introduire dans les tourteaux de Lin des coques de faines, qui ont la même teinte que le spermodermes du Lin, et que d'autres se sont avisés de falsifier le pain de Chênevis avec des tourteaux de Ricin et de Pignon d'Inde. De telles fraudes, qui peuvent compromettre la santé du bétail et qui ont parfois entraîné sa mort, ne sauraient être trop sévèrement réprimées.

L'agriculture n'ayant pas partout réalisé les progrès qu'elle a faits en France et dans les pays circonvoisins, sous l'influence des leçons recueillies dans les Ecoles d'agriculture et dans les divers champs d'expérience, ainsi que dans les conférences répétées de nos Professeurs départementaux d'agriculture, il en résulte que dans quelques pays les récoltes s'y font avec une incurie et une négligence extraordinaires. On ne s'y préoccupe guère de sarcler les plantations, de les débarrasser des mauvaises herbes, ni de monder les graines aussi bien à l'époque de l'ensemencement qu'à celle de la récolte ; aussi certaines d'entre elles nous arrivent-elles souillées d'une quantité très considérable de graines étrangères, ce qui les rend très impropres à certains usages. C'est cette considération qui a déterminé la formation de l'*Incorporated Oil seed Association*, qui fonctionne si avantageusement à Londres et qui a pour but de fixer la valeur marchande des graines de Lin d'après la quantité de matières étrangères qu'elles renferment.

Les nombreux accidents d'*ergotisme* signalés en Russie sont une preuve flagrante de la négligence apportée à la récolte des céréales. La récolte du Lin ne s'y fait guère dans de meilleures conditions, et les Lins de Riga sont toujours souillés d'une quantité énorme de graines étrangères ; aussi faut-il n'accepter que sous toute réserve les tourteaux de Lin préparés dans ce pays, où les procédés d'émondage ne sont jamais pratiqués.

Le genre de fraude des tourteaux varie naturellement selon les divers pays producteurs, et comme pour le Blé, ce sont *presque toujours les mêmes graines qui interviennent comme éléments étrangers et avec une constance telle qu'elles pourraient servir parfois à constater l'origine de telle graine oléagineuse ou de tel tourteau.*

Les fraudes pratiquées chez les marchands de tourteaux ne peuvent

guère s'opérer sur des tourteaux alimentaires, qui sont généralement livrés en pains entiers, dont on peut dès lors apprécier facilement les qualités ou les défauts et l'état de conservation. *Il faut accueillir avec plus de méfiance les tourteaux concassés ou pulvérisés*, qui ne sont souvent que des tourteaux défectueux, dont on a séparé les parties atteintes par les moisissures ou une altération quelconque. Ce genre de fraude serait, paraît-il, assez fréquent. Dans le Nord, où les tourteaux sont peu comprimés et préparés par les moulins à vent, certains marchands d'engrais retiennent les tourteaux les plus pulvérulents et y incorporent les éléments les plus divers empruntés au régime végétal ou au régime minéral.

Dans la partie réservée à la description de chacun des tourteaux qui se trouvent dans le commerce, nous indiquerons les falsifications dont chacun d'eux a été l'objet et nous décrirons les moyens qui permettent sûrement de les constater.

Le nombre des tourteaux alimentaires utilisés par les agriculteurs est assez restreint, et ce sont presque toujours les mêmes qui sont réservés pour cet usage. Comme ces produits, à part quelques exceptions, ont presque toujours la même apparence extérieure et un certain nombre de caractères qui restent constants pour la même sorte commerciale, l'agriculteur — qui en achète souvent des provisions qui représentent un chiffre assez élevé — doit acquérir la connaissance de certaines données pratiques bien nécessaires chaque fois qu'il reçoit une nouvelle provision, ce qui lui permettra de s'assurer jusqu'à un certain point de la pureté de la marchandise qui lui est livrée. Si cet essai sommaire et à la portée des gens les moins inexpérimentés n'a pas la précision d'une analyse, il peut, comme nous avons pu nous en convaincre à plusieurs reprises, éclairer l'acheteur et lui faire soupçonner une fraude.

Caractères d'un tourteau de bonne qualité. — Examen sommaire. — *Nous recommandons spécialement aux agriculteurs l'examen macroscopique tel que nous le pratiquons et qui consiste à bien examiner un échantillon moyen de tourteau délayé dans l'eau bouillante, et versé dans une assiette ou une soucoupe de porcelaine blanche. La comparaison de ce tourteau avec un échantillon type peut donner d'excellentes indications quand il est pratiqué convenablement.*

Les tourteaux étant souvent falsifiés par l'addition de matières minérales, telles que le carbonate de chaux ou la craie, l'agriculteur pourra, en versant une goutte d'acide sulfurique ou chlorhydrique ou même simplement de vinaigre sur le tourteau, reconnaître si cette goutte d'acide produit une effervescence qui révélerait l'addition de craie.

La plupart des matières minérales étant plus lourdes que la substance des tourteaux, on peut facilement reconnaître leur addition en notable proportion par un procédé très simple et très pratique. Le

tourteau étant réduit en poudre, on en prélève 2 à 3 grammes, ou une grosse pincée que l'on introduit au fond d'un tube de verre avec 30 grammes de chloroforme ordinaire. On bouche le tube avec un bouchon de liège et on agite à plusieurs reprises, puis on laisse reposer pendant un quart d'heure. Si le tourteau est pur, tous les éléments qui le constituent viennent se rassembler sous l'aspect d'une poudre grise grossière à la surface du chloroforme ; s'il a été additionné d'une certaine quantité de matières minérales, ces matières, plus lourdes que le chloroforme, tombent au fond du tube et forment un dépôt d'autant plus abondant que la proportion de principes minéraux ajoutés sera plus considérable. Dans ces conditions, l'agriculteur n'aura pas à hésiter pour demander réparation du préjudice qui lui est causé.

Dans le cas où l'agriculteur soupçonnerait l'addition de tourteau de Colza ou de Moutarde à du tourteau de Lin, fraude qui est malheureusement trop commune et qui n'est pas sans danger quand il s'agit de Moutarde sauvage, un essai très simple lui permettra de constater la supercherie :

Il suffit de placer 5 à 6 grammes du tourteau suspect et pulvérisé dans un vase à large ouverture et d'y verser dessus 45 à 50 grammes d'eau tiède, mais pas bouillante. Le flacon bien bouché est agité à plusieurs reprises et au bout de 7 à 8 minutes, on le débouche. Dans le cas d'une addition de Moutarde ou de Colza au tourteau de Lin, elle sera révélée par l'odeur piquante caractéristique des essences sulfurées que dégagent les graines de Crucifères contusées au contact de l'eau tiède, et qui est toute différente de celle qu'exhale le tourteau de Lin pur.

Le consommateur qui achète de grandes quantités de tourteaux alimentaires doit toujours avoir à sa disposition un flacon de teinture d'iode ou de solution d'iodure de potassium iodurée (1) qui lui permettra de constater l'addition trop fréquente de débris de féculerie aux tourteaux alimentaires. Il lui suffira de délayer une faible quantité de tourteau dans l'eau froide et de verser sur le magma ou même dans l'eau qui surnage le magma, quelques gouttes de la solution iodurée ou de teinture d'iode. Si l'un et l'autre se colorent en bleu après cette addition, on sera en droit de conclure à l'addition d'amidon ou d'un produit féculent, à moins toutefois que l'on ait affaire au tourteau d'Arachides, qui doit à sa richesse en amidon la propriété de se colorer en bleu au contact de l'iode.

Tous ces essais sont d'une simplicité extrême, et nous engageons vivement l'acheteur qui fait une grande consommation de tourteaux, à les utiliser chaque fois qu'il renouvellera sa provision ou qu'il aura quelque doute sur la pureté de la marchandise livrée.

(1) Iode, 50 centigrammes ; iodure de potassium, 2 grammes ; eau distillée, 200 centimètres cubes.

CHAPITRE DEUXIÈME

IMPORTANCE COMMERCIALE DES TOURTEAUX

Le commerce des tourteaux oléagineux a atteint un développement extraordinaire depuis une trentaine d'années. Ces produits sont l'objet de transactions très importantes dans les régions où on les prépare et ils constituent en France un objet d'importation et d'exportation qui se chiffrent par plusieurs millions de francs.

L'extension prise en France, où elle est née, par l'industrie des savons, a provoqué l'arrivée dans notre pays d'une quantité immense de graines oléagineuses et a fait de la France le pays producteur par excellence des tourteaux-aliments et des tourteaux-engrais. Il y a lieu de regretter qu'une trop grande partie de ces résidus industriels, qui contribueraient si puissamment à enrichir le sol trop pauvre ou épuisé de certaines régions de notre territoire, passe à l'étranger et diminue indirectement la fécondité de nos champs ; aussi nos agronomes, nos économistes et nos savants les plus distingués ont-ils à plusieurs reprises déploré l'importance croissante de l'exportation des tourteaux et sollicité des pouvoirs publics l'élévation des droits que ces produits doivent acquitter à leur sortie de notre territoire.

Les tableaux suivants, dont les chiffres sont empruntés au *Bulletin officiel de l'agriculture*, permettront de se rendre compte du développement qu'a pris ce commerce dans ces dernières années :

Importation. — Les tourteaux que nous importons en France proviennent en majeure partie des États-Unis, de la Côte occidentale d'Afrique, du Portugal, de l'Italie, de l'Angleterre, de la Belgique et de la Russie. Les chiffres qui suivent, et qui sont empruntés au *Bulletin officiel de l'Agriculture*, donnent une idée de l'importance et du développement de ce commerce.

Années.	Quantités importées.	Valeur en francs.
1891	25.073.922 kilog.	2.272.118
1892	25.124.262 —	2.517.397
1893	75.650.378 —	12.104.060
1894	80.441.106 —	12.870.577
1895	75.085.352 —	12.098.740
1896	104.978.100. —	16.796.496
1897	110.270.442 —	16.540.567
1898	112.674.962 —	16.901.244
1899	123.494.411 —	18.524.164
1900	109.831.776 —	16.473.766
1901	115.714.480 —	17.357.172

L'augmentation considérable qui s'est produite en 1893, attribuée par quelques auteurs à la grande sécheresse qui a caractérisé cette année et qui a amené la pénurie des fourrages, n'a fait que s'accroître jusqu'en 1899.

Exportation. — Le tableau suivant, emprunté aux mêmes sources, présente des fluctuations plus variées.

Années.	Quantités exportées.	Valeur en francs.
1891	163.862.805 kilog.	19.867.107
1892	139.893.530 —	22.382.965
1893	115.686.802 —	18.509.888
1894	121.914.441 —	20.725.455
1895	110.189.754 —	18.732.258
1896	90.112.900 —	15.319.193
1897	77.676.608 —	13.205.024
1898	71.557.497 —	12.164.774
1899	72.996.078 —	12.409.333
1900	96.502.795 —	16.405.475
1901	110.215.529 —	18.736.640

La comparaison de ces tableaux indique que le chiffre d'exportations dépasse sensiblement celui des importations. Ces produits à leur sortie de France sont dirigés surtout sur la Belgique, l'Angleterre, l'Allemagne et la Suisse.

Valeur commerciale. — La valeur commerciale des tourteaux est très variable et subordonnée à leur composition ou à leur teneur en principes alibiles ou en principes fertilisants. Les éléments qui constituent la valeur des tourteaux alimentaires sont : les *matières azotées*, les *corps gras*, les *matières extractives non azotées*. Pour les tourteaux-engrais, ce sont en première ligne : *l'azote*, puis *l'acide phosphorique* et la *potasse*.

Pour fixer la valeur d'un tourteau alimentaire, on se base généralement sur les données suivantes : on évalue le prix des matières azotées à raison de 0 fr. 40 le kilogramme ; celui des matières grasses à 0 fr. 20 le kilogramme et celui des matières non azotées à 0 fr. 10 le kilogramme.

Pour les tourteaux-engrais, on évalue la valeur de l'azote à 1 fr. 50 le kilogramme ; celle de l'acide phosphorique de 0 fr. 40 à 0 fr. 50 le kilogramme, et celle de la potasse de 0 fr. 35 à 0 fr. 40 le kilogramme.

Certains tourteaux, tels que les tourteaux de Pavot blanc, de Colza indigène, de Sésame, peuvent être utilisés indifféremment pour l'alimentation des bestiaux et la fumure des terres. Quand ils reçoivent la première de ces destinations, ils ont toujours une valeur supérieure à celle qu'on leur attribue comme engrais : aussi ne les applique-t-on à ce dernier usage que dans le voisinage des pays de production, où leur valeur n'est pas grevée par des frais de transport toujours onéreux. Il convient toutefois de ne pas oublier que souvent ces tourteaux, destinés primitivement à l'alimentation, sont devenus, par suite des altérations que nous avons signalées plus haut, tout à fait impropres à cet usage, tandis qu'ils peuvent être utilisés comme engrais sans le moindre inconvénient.

Si l'on compare la valeur alimentaire des tourteaux de graines oléagineuses avec celle des céréales, on constate que quelques-uns parmi les premiers sont bien plus riches en principes alibiles que le Blé et surtout que le Maïs, qui joue actuellement un grand rôle dans l'alimentation des bestiaux ; néanmoins, certains agriculteurs se montrent encore rebelles à l'emploi de ce régime alimentaire, et en vertu d'un de ces préjugés si difficiles à déraciner, ils persistent à réserver l'emploi des tourteaux pour l'engraisement du sol. Peut-être aussi faut-il attribuer l'opposition de certains agriculteurs à l'emploi des tourteaux-aliments à la difficulté de s'assurer de leurs qualités nutritives, et à la publication des accidents fréquents causés par eux. *La surveillance active des produits vendus à cet effet dans le commerce et la répression la plus sévère de la fraude feront disparaître peu à peu les craintes parfois justifiées du cultivateur.* Si quelques-uns de ces produits, tels que les tourteaux de Ricin, de Croton, de Pignon d'Inde, sont, en raison de leurs éléments constitutifs, doués de propriétés toxiques, si d'autres, tels que les Tourteaux de Mohwra et de Colza exotique, doivent être considérés comme suspects et rejetés comme aliments, il en est d'autres, tels que les tourteaux de Lin, d'Arachides et de Sésame, dont l'emploi judicieux ne saurait être trop recommandé dans l'alimentation animale. L'emploi de ces tourteaux, en guise de fumier, constitue une erreur économique aussi grave que celle qui consisterait à employer les céréales pour engraisser les terres.

Achat des tourteaux. — Les nombreuses et diverses falsifications que l'on a fait subir aux tourteaux, l'absence de caractères absolument certains, permettant de juger sur leur apparence extérieure de l'authenticité ou de la pureté de ces produits, doivent porter celui qui les achète à s'entourer des plus grandes garanties.

La destination de ces matières suffisant aux yeux de certains fabri-

cants pour atténuer leurs scrupules au sujet de la nature et de la qualité des graines qui doivent servir à la préparation des tourteaux, il est prudent pour l'acheteur de spécifier l'usage auquel est destinée la marchandise qu'il achète. Comme les éléments qui servent à fixer la valeur commerciale des tourteaux ne sont pas les mêmes et ont un prix différent selon l'usage auquel ces produits sont destinés, il est essentiel d'exiger du vendeur, sinon la composition chimique complète du tourteau, tout au moins la proportion des éléments qui servent à fixer sa valeur commerciale et à faire garantir ces données essentielles par une facture. Quand il s'agit de marchés importants ou de marchés passés pour la première fois avec des fabricants dont on n'a pu encore apprécier l'honorabilité, il est prudent, avant de prendre livraison de la marchandise, d'en faire prélever devant témoins un échantillon que l'on fera analyser dans une station agronomique, soit par un chimiste chargé par le département de la vérification des engrais, soit par toute autre personnalité compétente.

Ces formalités sont entrées aujourd'hui dans la pratique courante, et les transactions auxquelles donne lieu le commerce des tourteaux se font par marchés écrits qui mentionnent :

1° La *quantité* de tourteaux vendue ;

2° La *destination* de ces tourteaux (*aliment* ou *engrais*) ;

3° La *nature et la proportion* des matières nutritives pour les tourteaux alimentaires (*matières azotées, matières grasses, matières non azotées*) ; pour les tourteaux-engrais, la proportion de principes fertilisants (*azote, acide phosphorique, potasse*) ;

4° Le *prix* du kilogramme de ces divers éléments ;

5° Le lieu et l'époque de la livraison ;

6° Les formalités de la prise de l'échantillon, qui sera toujours prélevé en partie double, dont l'une sera confiée au chimiste départemental ou à un expert choisi d'un commun accord par les parties contractantes, et dont l'autre sera réservée pour une contre-expertise en cas de contestation.

Ces formalités, si minutieuses qu'elles paraissent, sont rigoureusement indispensables à remplir, si l'on veut, en cas de contestation ou de tromperie sur la nature de la marchandise vendue, exercer un recours quelconque contre le vendeur.

Prix des tourteaux. — Les tourteaux se vendent toujours au poids. Leur prix varie légèrement selon la région qui les a produits et suivant leur richesse en principes actifs. Voici, d'après les prix courants que nous avons eu l'occasion de consulter, quelle était, au com-

mencement de l'année 1903, la valeur des principaux tourteaux alimentaires et des tourteaux-engrais pris par 100 kilogrammes.

TOURTEAUX-ALIMENTS

	Dunkerque	
Arachides décortiquées.	17 à 17,25	les 100 kilogrammes.
— — de Bombay.	16,25 à 16,75	—
Cocotier (1 ^{re} qualité).	17,50 à 19,50	—
Colzas du Danube.	12,75	—
— d'Europe.	13 à 13,50	—
— indigènes	13,25 à 13,75	—
Cotons améliorés	12,75 à 13,25	—
— décortiqués	15 à 15,25	—
— — d'Amérique (pains).	16,50	—
— — — (farines)	16	—
— non décortiqués.	10,75 à 11,25	—
Coprah	16,50 à 17	—
Lin des Indes ou de la Plata	18,25 à 18,50	—
— de Russie	17,50 à 18	—
— gros pains ou grand format	17 à 18	—
Œillettes de pays.	13,75 à 15,75	—
— — du Levant.	14 à 14,50	—
Pavot blanc des Indes.	10,50 à 11,50	—
Sésames blancs.	14,50 à 15	—
— blanc gris	13,75 à 14,50	—

TOURTEAUX-ENGRAIS

Colzas à 5 p. 100 d'azote.	9,50	les 100 kilogrammes.
— jaunes Guzerat à 6 p. 100 d'azote.	11,60 à 11,75	—
— bruns à 6 p. 100 d'azote.	9,75 à 10	—
— exotiques —	9	—
Colzas, Ravison à 4 ou 5 p. 100 d'azote.	9,50 à 9,75	—
Mohwra à 2 p. 100 d'azote.	3,50	—
Pavots blancs de 5,50 à 6 p. 100 d'azote.	10,35 à 10,50	—
Ravison à 5 p. 100 d'azote.	9,25	—
Ricin à 4 p. 100 —	7,75 à 8	—
Sésame à 6 p. 100 —	11,25 à 11,50	—

Nous reproduisons ci-contre le *fac-simile* d'un contrat de marché de graines de Lin de provenance étrangère et destinées à la préparation des tourteaux de Lin.

N°

CONTRAT GRAINES DE LIN PLATA

VENDU ce jour aux conditions spéciales suivantes et celles générales ci-contre pour compte de Messieurs **ARNING BRAUSS and Co, à Anvers**, par l'entremise de M.....
à M.....

QUANTITÉ : à l'embarquement.....
tonnes de 1.015 kilogrammes (5 % plus ou moins embarquement en cueillette, 10 % plus ou moins pour chargement complet) applicables à un ou plusieurs vapeurs.....

QUALITÉ : Graines de Lin de La Plata, moyenne de la récolte à l'époque de l'embarquement, moins-value éventuelle à taxer par arbitrage à Londres sur le " Standard average " de la INCORPORATED OIL SEED ASSOCIATION pour le mois de l'embarquement. Base convenue de corps étrangers 4 % L.A.T. bonification réciproque.

CONDITIONNEMENT : Marchandise saine au débarquement (sujet aux graines dites " country damaged ", que la récolte pourrait contenir). Toutes avaries et/ou ramassis et/ou échauffement à recevoir par l'acheteur sous bonification à taxer à frais communs par des arbitres, basée sur le prix du présent contrat.

EMBARQUEMENT : dans un ou plusieurs ports de la République Argentine ou de l'Uruguay par un ou plusieurs navires à vapeur..... avec faculté d'échelles tant directes que rétrogrades (chaque envoi étant considéré comme un contrat séparé), suivant connaissements datés ou à dater..... La date du connaissement sera seule preuve suffisante de celle de l'embarquement.

PRIX : Francs.....
les 100 (cent) kilos nets (sacs à don) coût, fret et assurance.

DESTINATION :

POIDS : Le pesage de la marchandise se fera aux frais de l'acheteur (Dunkerque inclus) sur le pont du navire au dixième de kilo, sans interruption, par peseurs jurés et comprendra toutes les graines trouvées entre les parois et la coque du navire. Il ne sera accordé aucun bon poids. Pour établir la tare, il sera pris au moins deux sacs vides sur cent, qui seront pesés ensemble.

PAIEMENT du montant net de la facture provisoire, à présentation par

en échange du premier exemplaire du connaissement qui arrive en Europe et/ou d'un delivery order et d'un certificat d'assurance. Les vendeurs s'engagent à fournir les autres exemplaires du connaissement dès leur arrivée et la police d'assurance après régularisation.

Les conséquences éventuelles de la clause de glace insérée dans la chartre partie et/ou les connaissements respectifs sont à la charge des acheteurs. Les clauses dites : " Lighterage et Strike clauses of the Black Sea and Azof Charter Party of 1900 " forment partie de ce contrat.

ARBITRAGE : Pour aucun motif, sauf le cas de force majeure, le présent contrat ne pourra être annulé, mais tout différend sera jugé par arbitrage à Londres, suivant les règles de la INCORPORATED OIL SEED ASSOCIATION à Londres. Quelle que soit la législation du pays où sont domiciliées les parties, celles-ci s'engagent à se soumettre à la sentence arbitrale, renonçant ainsi à toute voie judiciaire.

Fait en double à Anvers, le 190.....

APPROUVÉ :

L. acheteur,

APPROUVÉ :

Les vendeurs,

L'agent,

CHAPITRE TROISIÈME

ANALYSE DES TOURTEAUX

L'analyse des tourteaux comporte plusieurs opérations, qui sont : l'*examen macroscopique*, l'*analyse chimique* et l'*examen microscopique*.

I

EXAMEN MACROSCOPIQUE

Cette première opération repose sur l'examen et sur la comparaison des caractères extérieurs du tourteau. Ces caractères sont tirés de la nuance extérieure et intérieure du tourteau, de sa consistance, de sa texture, de la façon dont il se désagrège dans l'eau froide, de la teinte qu'il prend dans l'eau bouillante additionnée de potasse caustique, et de la nature du dépôt qui reste au fond du vase qui a servi à ce traitement. Mais il convient de le dire tout de suite, à cause de leur inconstance et des différents facteurs qui interviennent pour les modifier, ces caractères n'ont rien d'absolu et ont une valeur secondaire si on les compare aux indications qui sont fournies par l'examen microscopique.

L'absence ou la présence, à la surface d'un tourteau, de plaques diversement colorées et filamenteuses permettront de suite d'apprécier si le tourteau est sain ou s'il n'a pas été attaqué par des végétations cryptogamiques (moisissures). La présence de petites perforations arrondies dans un tourteau indiquera qu'il a été envahi par des larves d'insectes.

Les tourteaux ne sont, en réalité, que des poudres grossières et comprimées de fruits ou de graines oléagineuses, composés essentiellement d'une amande et de ses téguments. Sauf quelques exceptions (graines de *Cotonnier*, de *Mohwra*, de *Moutarde*), l'amande est blanche, mais sous l'influence de la contusion, de la disparition de l'huile, et de la réaction exercée sur les matières azotées par l'eau que

l'on a coutume d'introduire lors de la deuxième pression, cette teinte blanche est devenue grise. Les téguments sont très diversement colorés et plus ou moins résistants. Si on compare leur volume à celui de l'amande, il est très variable : dans les grosses graines (*Amandes*, *Arachides*), leur poids et leur volume sont très réduits en comparaison de celui de l'amande, tandis que dans les petites graines (*Pavot*, *Colza*, *Ravison*), téguments et amande sont de poids sensiblement équivalents. Les tourteaux préparés avec des amandes nues ou décortiquées, ont généralement une teinte blanchâtre et uniforme : la plupart des tourteaux qui sont préparés avec des graines ou des fruits entiers ont une teinte spéciale, souvent caractéristique, qui leur est communiquée par les débris des téguments qui sont disséminés dans la gangue du tourteau qui est formée des débris de l'amande. Cette teinte est d'autant plus foncée que les téguments sont plus faciles à dissocier, et que leur volume est plus élevé relativement à celui de l'amande. C'est ainsi que les tourteaux de graine d'Arachide sont bien moins foncés que les tourteaux de Lin, de Moutarde, de Colza. Quand les téguments sont durs, difficiles à désagréger sous l'action des cylindres broyeurs ou des meules, la teinte des tourteaux n'est plus homogène, mais piquetée, comme cela s'observe dans les tourteaux de Coton.

Le mode de préparation des tourteaux exerce aussi une certaine influence sur leur couleur. Ceux qui ont été simplement pressés à froid, ont une teinte moins foncée que celle des tourteaux qui ont été préparés à chaud et additionnés d'eau ; ils sont toujours aussi plus colorés à l'extérieur qu'à l'intérieur.

Quelques tourteaux, principalement parmi les tourteaux exotiques (*Palmiste*, *Coprah*), présentent sur leur face plane ou dans leur substance une certaine quantité de crins provenant des étreindelles dans lesquelles ils ont été pressés. La présence de ces corps étrangers peut offrir quelques inconvénients quand les tourteaux doivent servir à l'alimentation, car ces crins, souvent assez résistants, restent parfois fixés dans le gosier des bestiaux et déterminent une toux convulsive qui persiste tant que ces éléments étrangers n'ont pas été entraînés avec les aliments par la déglutition. La présence de ces crins, assez fréquente autrefois, est devenue de plus en plus rare depuis qu'on a substitué aux étreindelles de crin des plaques métalliques qui n'offrent pas le même inconvénient.

La cassure d'un tourteau permet assez souvent de reconnaître son origine et son mode de préparation. Les tourteaux de petites graines, à téguments friables et peu résistants, ont une cassure grenue et assez homogène (*Lin*, *Pavot*, *Colza*) ; ceux qui proviennent de graines recouvertes par un testa crustacé très résistant, ont une cassure lamelleuse (*Coton*, *Ricin*). Si cette structure n'est pas homogène, et si la surface est diversement teintée, il y a lieu de soupçonner l'addition

d'un tourteau étranger, introduit dans un but de spéculation frauduleuse, ou simplement pour atténuer leur teinte trop foncée ; c'est ce qui arrive surtout pour les tourteaux de Lin, auxquels on ajoute du tourteau de Pavot blanc, et qui sont désignés sous le nom de *tourteaux pavotés*.

La **consistance** des tourteaux est très variable et dépend surtout de la pression qu'ils ont subie : les tourteaux qui ont été préparés dans la région du Nord au moyen de moulins à vent sont généralement durs et plus friables que les tourteaux préparés dans les huileries modernes et soumis à de très fortes compressions. Soumis à une pression égale, les tourteaux peuvent différer sensiblement les uns des autres : c'est ainsi que les tourteaux de Pavot, de Lin, de Sésame sont généralement très durs, difficiles à désagréger entre les doigts ; ceux de Coprah et de Palmiste sont bien moins résistants et se laissent dissocier très facilement.

L'odeur des tourteaux est, en général, peu prononcée : ceux de Sésame, d'Arachides, de Navette, de Pavot, sont à peu près inodores ; tandis que ceux de Lin, de Chênevis, de Noix ont une odeur assez accentuée qui rappelle celle de leur huile ; celle des tourteaux de Coprah est assez désagréable. L'odeur de ces derniers tourteaux, déjà appréciable quand ils sont frais et récents, s'atténue un peu par la dessiccation, mais s'exalte notablement quand ils commencent à rancir.

Les tourteaux se désagrègent d'autant plus facilement dans l'eau froide, qu'ils ont été moins comprimés ; la désagrégation est toujours plus rapide dans l'eau bouillante. Au contact de l'eau tiède ou chaude, les tourteaux de Lin exhalent une odeur caractéristique bien connue de tous ceux qui ont eu l'occasion de préparer un cataplasme ; les tourteaux de Crucifères (*Colza, Ravison, Moutarde*), au contact de l'eau froide, dégagent une odeur spéciale dite *cruciférée*, qui s'exalte quand la température de l'eau est portée vers 35-50°, mais qui disparaît complètement dans l'eau bouillante. En effet, celle-ci, en coagulant les ferments, s'oppose à la formation de l'huile essentielle. *Cette particularité suffit pour reconnaître l'introduction frauduleuse de graine de Colza ou de Ravison dans le tourteau de Lin.*

Au contact de l'eau bouillante additionnée de potasse caustique, les tourteaux prennent des colorations diverses dues à la dissolution dans l'alcali de principes gommeux, résineux ou colorants contenus dans leurs téguments (*Sésame*), ou dans leur albumen (*Mohwra*), ou dans leurs cotylédons (*Coton*). L'examen du résidu qui reste au fond de la capsule en porcelaine quand on traite un tourteau par l'eau bouillante alcalinisée, peut fournir des indications précieuses. De toutes les opérations que comporte l'examen macroscopique, c'est certainement celle qui nous a donné toujours les meilleurs résultats. Voici comment nous opérons :

Après avoir prélevé dans les différents points d'une galette de tourteau, aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur et sur les tranches, un échantillon qui représente sa composition moyenne, nous le pulvérisons, puis nous en prélevons environ 2 grammes, que nous faisons bouillir pendant dix minutes dans 60 centimètres cubes d'eau additionnée de X à XII gouttes de solution concentrée de potasse. Nous décantons la liqueur alcaline, que nous remplaçons à plusieurs reprises par de l'eau, en agitant avec le dépôt du tourteau, et que nous décantons après avoir laissé déposer pendant 7 à 8 minutes (1). Quand le liquide surnageant est tout à fait limpide, nous le décantons une dernière fois, n'en laissant sur le résidu que 15 à 20 grammes environ. En imprimant un mouvement giratoire à la capsule placée dans le creux de la main, tous les éléments qui constituent le dépôt se rassemblent par ordre de densité.

Les plus colorés, qui représentent les débris de téguments toujours riches en cellules scléreuses, et qui sont aussi les plus lourds, se réunissent au fond de la capsule, où ils sont recouverts par des éléments gris ou blanchâtres, moins durs et toujours plus abondants, représentant la gangue du tourteau, qui est formée des débris des cotylédons et de l'albumen. Connaissant à fond les caractères physiques de la graine ou du fruit qui fait la base du tourteau soumis à l'examen, on peut aisément de suite tirer des indications assez précises sur l'authenticité de ce tourteau, et reconnaître à peu près sûrement s'il a été additionné d'une matière étrangère.

Les téguments des fruits et graines oléagineuses constituant l'élément essentiel de la diagnose des tourteaux, nous commençons par eux la série de nos recherches.

S'il s'agit d'un tourteau de Lin, de Sésame, d'Arachides, de Pavot, de Colza, de Navette, nous savons à l'avance que les téguments de ces graines, généralement homogènes dans leur teinte, sont relativement mous, friables, peu riches en éléments scléreux, et que ces éléments scléreux, en général disposés sur une seule rangée, sont peu résistants et se laissent facilement pénétrer et dissocier par la pointe d'une aiguille ou d'un scalpel. L'uniformité de leur teinte fournira déjà un caractère d'une certaine importance. Il nous suffira alors de plonger rapidement, et à plusieurs reprises, la pointe de l'aiguille ou du scalpel dans la masse des téguments colorés : on peut même en prendre plusieurs au hasard, ou choisir parmi ceux qui diffèrent un peu par leur teinte, et les entraîner sur le bord de la capsule pour les essayer séparément. Si tous se laissent pénétrer aussi facilement par la pointe de l'instrument aigu, nous pourrions être à peu près certains de l'homogé-

(1) Dans les laboratoires, on peut recourir pour cela à l'aide d'un centrifugeur; ce petit appareil, dont l'usage est applicable à des recherches de toute nature, sera d'une utilité incontestable pour hâter la précipitation et rendre l'opération de l'expert beaucoup plus aisée et surtout plus rapide.

néité de leur structure et assurés qu'ils proviennent de la même graine. Si, au contraire, l'instrument pointu éprouve de la résistance, et rencontre des éléments durs qui ne se laissent pas dissocier, on est conduit à avoir quelque doute sur la pureté du produit examiné. On ramène alors sur le bord de la capsule les fragments qui présentent cette résistance pour les soumettre à un examen ultérieur, s'il y a lieu.

Si dans toute la masse des éléments colorés on n'en trouve que deux ou trois qui offrent cette résistance, on peut n'en tenir aucun compte et considérer leur présence comme purement accidentelle. Si leur nombre est au contraire assez élevé, il y a lieu de suspecter un mélange et de réserver ces éléments pour les soumettre à un examen approfondi qui permettra de constater leur nature ou leur origine.

..

Un moyen assez rapide et plus pratique encore pour opérer ces essais préliminaires consiste à incliner légèrement la capsule au fond de laquelle les éléments colorés se sont déposés : ce mouvement d'inclinaison suffit pour les découvrir sans les mélanger au reste de la masse. On en prélève une certaine quantité avec un gros pinceau en poil de blaireau et on les étale sur un morceau de verre reposant sur une feuille de papier blanc quadrillé. Ceux qui diffèrent un peu par leur nuance de la majorité des éléments colorés sont essayés au point de vue de leur résistance ; si l'on en trouve quelques-uns qui diffèrent sensiblement sous ce dernier rapport, on les rassemble sur un coin spécial de la plaque de verre ou on les met dans un verre de montre avec un peu d'eau glycérinée pour les soumettre à un examen ultérieur.

Quand on se trouve en présence d'un tourteau préparé avec une graine dont les téguments peuvent être différemment colorés, comme le tourteau de Sésame, il est facile, en utilisant notre procédé, de se rendre compte si tous ces téguments présentent les mêmes caractères physiques.

..

Si l'on a affaire à des tourteaux provenant de fruits ou de graines recouverts par une enveloppe très dure et très complexe dans sa structure, on peut encore, par l'uniformité de teinte et de résistance que présente chacun des téguments dissociés, apprécier si le tourteau est pur ou mélangé.

Pour retirer de cet examen macroscopique tous les avantages qu'il comporte, il faut, comme nous l'avons dit plus haut, connaître parfaitement les caractères physiques des éléments qui entrent dans la composition des tourteaux. Cette connaissance permet souvent d'apprécier de suite la nature des produits étrangers qu'on peut trouver dans un tourteau.

Ainsi, par exemple, quand dans le résidu d'un tourteau d'Arachides traité par l'eau alcalinisée bouillante, on trouve des fibrilles simples ou ramifiées, et des éléments très résistants fortement colorés en brun, la conclusion s'imposera que ce tourteau a été vraisemblablement préparé avec des Arachides entières ou qu'il aura été additionné de coques d'Arachides.

Si, dans un tourteau de Lin, on trouve, à côté des téguments assez uniformes dans leur teinte et leur homogénéité, des plaques dures, résistantes et fortement colorées en brun, ou des fragments verdâtres difficiles à dissocier, on sera conduit à supposer que ledit tourteau aura été falsifié probablement avec du tourteau de Chênevis ou de Faines.

Si l'on se trouve en présence d'un tourteau peu courant, préparé avec une graine exotique (*Madia, Niger*), il sera prudent de se procurer quelques graines entières, et de les dissocier préalablement pour acquérir sur leurs caractères physiques des connaissances qui permettront de constater la pureté et l'authenticité de ce tourteau.

L'examen macroscopique des éléments blanchâtres qui proviennent de l'albumen ou des cotylédons et qui recouvrent la masse des téguments occupant le fond de la capsule ne fournit généralement pas d'indications précises. Cependant les *tourteaux de Lin se distinguent généralement par la viscosité*, qui est communiquée à toute la masse du tourteau désagrégé, par l'énorme quantité de mucilage contenue dans leur assise externe. *Le tourteau des diverses graines de Sésame offre cette particularité caractéristique, qu'après sa désagrégation dans l'eau froide ou bouillante, il se présente sous l'apparence d'une sciure grossière, dont la teinte blanche, grise ou blonde, varie avec celle des téguments. Cette apparence particulière de sciure tient à ce que l'albumen des graines de Sésame forme autour des cotylédons un sac très résistant, assez épais, difficile à dissocier par les meules, et qui, simplement éventré pour laisser sortir l'embryon, a conservé la plupart du temps, dans le tourteau, la forme et les dimensions qu'il a dans la graine entière. Cette particularité suffirait à elle seule pour conclure à l'authenticité du tourteau de Sésame.*

Certains tourteaux peuvent renfermer dans leur gangue une proportion tout à fait anormale de téguments ; cela arrive notamment pour le tourteau de Ricin (qualité courante). L'abondance de ces téguments tient à ce que dans la dernière pression que l'on fait subir au tourteau, on ajoute souvent, dans le but de faciliter la sortie de l'huile, les coques de graines qui, destinées à fournir une huile très pure, avaient été préalablement mondées de leur spermoderme avant d'être soumises à la presse.

Les tourteaux épuisés par le sulfure de carbone, quand ils sont bien préparés, sont généralement plus pâles que les tourteaux obtenus par pression ; mais comme ils sont à peu près exclusivement

utilisés comme engrais, on ne s'est pas préoccupé dans toutes les usines d'introduire les perfectionnements apportés à leur mode de préparation, dans les huileries modernes. Aussi la plupart des tourteaux sulfurés, que nous avons eus à notre disposition, étaient-ils généralement d'une teinte foncée, noirâtre ou grise, demi-pulvérulents ou divisés en grumeaux de grosseur variable. Pour constater leur identité, on peut utiliser le mode opératoire que nous avons décrit plus haut. Ces tourteaux, généralement privés à peu près complètement de leur huile, sont bien plus secs que les tourteaux pressés ; ils ne tachent pas le papier qui les contient ; ils se désagrègent moins facilement dans l'eau que les tourteaux pressés.

Mais, si précieuses que soient les indications fournies par l'examen macroscopique, *elles n'ont qu'une valeur tout à fait relative*. Si elles peuvent permettre à un agronome qui n'utilise que deux ou trois sortes de tourteaux de pouvoir facilement et rapidement constater leur identité et de soupçonner une fraude, on ne peut, en cas de contestation entre les parties contractantes, se contenter d'un essai aussi sommaire. Dans ce cas, l'examen macroscopique doit toujours être complété par des essais plus rigoureux.

Nous avons dit plus haut que le commerce des tourteaux se fait par marchés écrits qui mentionnent la quantité de principes alibiles pour les tourteaux-aliments et la proportion de principes fertilisants pour les tourteaux-engrais. Si on consulte la série des travaux qui ont été publiés sur la composition chimique de ces produits, on constate, dans les proportions de ces divers principes, des écarts très sensibles qui tiennent au mode de préparation des tourteaux et parfois à la provenance des graines. Ces différences n'ont pas échappé à l'observation des fraudeurs, qui sont généralement bien renseignés, et en profitent pour se livrer à des mélanges aussi nombreux que variés. L'extension de ces fraudes a provoqué l'installation de laboratoires de chimie et la création d'experts chargés de l'analyse des tourteaux et engrais.

La plupart du temps cette analyse consiste à vérifier l'exactitude des chiffres mentionnés sur les marchés écrits ; en cas de contestation grave, elle est plus compliquée et comprend le dosage des divers éléments du produit suspect.

II

ANALYSE CHIMIQUE

L'analyse chimique complète d'un tourteau alimentaire ou d'un tourteau-engrais comporte plusieurs opérations consistant dans le dosage de *l'eau*, des *matières grasses*, des *matières azotées*, des *matières extractives non azotées*, de la *cellulose* et des *principes minéraux*. Pour

les tourteaux-engrais, cette analyse est complétée par le dosage de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse.

Prise de l'échantillon. — Les échantillons destinés à l'analyse doivent être prélevés avec le plus grand soin sur plusieurs galettes, en divers points de ces galettes, et renfermés dans des flacons bien secs. Ils doivent être prélevés et cachetés en présence de témoins et en partie double, de telle façon qu'un de ces échantillons puisse servir à une contre-expertise en cas de contestation ou d'insuffisance des résultats fournis par une première analyse. La substance prélevée devra être pulvérisée avec soin, bien mélangée, de façon à représenter un type moyen du tourteau soumis à l'analyse.

Dosage de l'humidité. — La détermination de l'humidité s'opère généralement sur 10 grammes de produit. On les introduit dans une capsule de platine à fond plat, portée à l'étuve, en veillant à ce que la température ne dépasse pas 100 à 105°. On les maintient à cette température jusqu'à ce que le poids ne varie plus. On pèse, la différence de poids obtenue indique la quantité d'eau contenue dans les 10 gr. de tourteau.

Dosage des cendres. — On pèse 5 grammes de la substance dont on vient de déterminer le degré d'humidité. On les incinère dans une capsule de platine, sur un bec de Bunsen, à très petit feu. Il faut éviter de porter la capsule au rouge, pour ne pas entraîner la volatilisation des chlorures. On pèse le résidu, le poids obtenu représente la proportion de cendres brutes.

Dosage de la cellulose. — Le dosage de la cellulose brute s'effectue sur 3 grammes de matière que l'on place dans une capsule de porcelaine avec 50 centimètres cubes d'acide chlorhydrique (à 10 p. 100 d'HCl) et 150 centimètres cubes d'eau distillée. On fait bouillir le mélange pendant une demi-heure, en ayant soin de rémplacer l'eau au fur et à mesure qu'elle s'évapore. Au bout de ce temps on laisse refroidir ; la matière se dépose ; le liquide qui la surnage, aussi clair que possible, est décanté à l'aide d'un siphon ; les dernières parcelles sont enlevées au moyen d'une pipette, et le tout est mis à part. On ajoute 200 centimètres cubes d'eau au résidu, on fait bouillir et l'on décante. Le résidu qui se trouve dans la capsule est additionné de 50 centimètres cubes d'une solution à 5 p. 100 de potasse caustique et de 150 centimètres cubes d'eau ; on fait bouillir une deuxième fois, avec les précautions indiquées plus haut ; on laisse déposer de nouveau, on décante ; on fait bouillir encore une fois dans 200 centimètres cubes d'eau, après quoi le liquide est décanté, et le résidu est recueilli sur un filtre taré.

Après avoir fait chauffer pendant une heure avec la solution alcaline on peut, si l'on veut, verser tout le contenu de la capsule encore chaud dans un entonnoir bouché par un tampon d'amianté ; on lave à l'eau

chaude jusqu'à ce que le liquide qui s'écoule n'ait plus de réaction alcaline, puis on arrose avec un peu d'acide acétique très dilué et on lave de nouveau jusqu'à ce que le liquide ne soit plus acide.

La matière détachée de l'entonnoir est placée dans une capsule de platine. Dans toutes ces opérations, il est inutile de se préoccuper du tampon d'amiante, qui peut, sans inconvénient, rester mélangé à la matière ; on porte à l'étuve et on chauffe jusqu'à ce que le résidu ne varie plus de poids. Alors on le pèse définitivement, on l'incinère dans un moufle et on pèse de nouveau. La différence entre le poids de la capsule avant et après l'incinération représente la quantité de cellulose brute contenue dans les 3 grammes de tourteau.

Dosage de l'huile. — Un poids donné de tourteau desséché (10 gr.) est introduit dans un tube étiré par un bout et garni dans sa partie effilée d'un tampon d'amiante. On verse par-dessus et par quantités de 10 centimètres cubes à la fois de l'éther privé d'eau et d'alcool. On bouche l'orifice supérieur du tube avec un bouchon de liège pour empêcher l'éther de s'écouler immédiatement et pour qu'il séjourne pendant quelques heures sur la poudre. On débouche ensuite le tube de temps à autre pour permettre à l'éther de s'écouler et pour renouveler 5 ou 6 fois la quantité de dissolvant. La liqueur, reçue dans une capsule, à fond plat tarée, est soumise à l'évaporation d'abord à l'air libre, puis pendant une heure dans une étuve chauffée à 100°. Le poids obtenu représente la proportion d'huile fixe ou de matière grasse contenue dans les 10 grammes de tourteau.

Dosage des matières azotées. — Pendant longtemps on s'est servi pour le dosage des matières azotées du procédé de WILL et WARRENTRAPP, modifié par PÉLIGOT, et qui est fondé sur ce fait que, lorsqu'on chauffe les matières azotées au rouge en présence d'un alcali, tout leur azote *organique* se dégage à l'état d'ammoniaque, que l'on dose au moyen d'une solution acide.

Plus généralement on utilise aujourd'hui le procédé de KJELHDALL, qui se recommande par sa simplicité, la rapidité de son exécution et la facilité que l'on a de conduire de front plusieurs dosages. Le principe de cette méthode repose sur la transformation de l'azote organique en azote ammoniacal au moyen de l'acide sulfurique additionné de sulfate de cuivre déshydraté ou plutôt de mercure métallique ajouté dès le commencement de l'opération. On distille ensuite le liquide avec une lessive de soude débarrassée de toute trace de carbonate par l'ébullition avec la baryte hydratée. Le dosage de l'ammoniaque s'opère ensuite par la méthode habituelle avec de l'acide sulfurique titré.

L'attaque se fait dans des ballons de 200 à 250 centimètres cubes de capacité. On y introduit 1 gramme de matière et on ajoute 1 gramme de mercure métallique ou 2 à 3 grammes de sulfate de cuivre sec pulvérisé. Pour les tourteaux riches en matière grasse, on ajoute un peu

de paraffine afin d'éviter le boursoufflement de la matière, puis on verse sur le tout 20 centimètres cubes d'acide sulfurique pur et monohydraté. On commence par chauffer doucement, puis plus fortement. On maintient l'ébullition jusqu'à ce que le liquide soit devenu tout à fait limpide.

Après 30 ou 45 minutes d'ébullition, tout l'azote est transformé en ammoniacque. Le liquide étant tout à fait clair, on y ajoute d'abord un peu d'eau avec précaution, puis davantage, jusqu'à ce que l'on ait 100 grammes de liquide. On agite convenablement, pour faire dissoudre le sel de mercure qui a pu rester au fond, et on transvase dans le ballon de distillation d'une contenance de 1 litre, en lavant à diverses reprises.

On ajoute au liquide de la lessive de soude en quantité telle qu'elle soit en excès sur l'acide sulfurique. On obtient ainsi 200 à 250 centimètres cubes de liquide, auxquels on ajoute 3 à 4 centimètres cubes de solution de soude saturée de sulfure de sodium pour éliminer le mercure. Aussitôt après l'addition de lessive de soude qui met l'ammoniacque en liberté, on adapte le ballon à l'appareil distillatoire, afin d'éviter toute perte d'ammoniacque. Celle-ci est reçue dans une solution d'acide sulfurique titrée qui permet d'apprécier sa quantité.

Pour avoir le poids de matières azotées, on multiplie la quantité d'azote trouvée par un coefficient fixe qui est de 6,25. Un simple calcul de proportion permet d'apprécier la quantité de matières azotées contenues dans 100 grammes de tourteau.

Dosage des matières extractives non azotées. — Les opérations précédentes ayant permis d'apprécier la quantité d'eau, de principes minéraux, d'huile, de cellulose et de matières azotées contenues dans le tourteau, il ne reste plus qu'à y doser les matières extractives non azotées. Ces matières sont constituées essentiellement par du mucilage, du sucre et parfois de l'amidon (*Arachides*). Le poids de ces matières peut être obtenu par différence. Pour l'évaluer, il suffit d'additionner les résultats fournis par tous les dosages précédents rapportés à 100 grammes de tourteau et de retrancher leur total du chiffre 100. La différence représentera le poids des matières extractives non azotées.

Dosage de l'acide phosphorique. — On incinère 10 grammes du tourteau préalablement desséché et l'on traite par l'acide nitrique étendu le résidu de la calcination. On filtre après digestion d'une heure sur le bain de sable, on lave à l'eau distillée et on étend la liqueur à 1.000 centimètres cubes. Dans 50 centimètres cubes de cette liqueur, on dose l'acide phosphorique par l'urane ou mieux par le molybdate d'ammoniacque, si l'on constate la présence du fer ou de l'alumine dans l'acide nitrique.

Dosage de la potasse. — Si l'on doit constater la teneur en po-

tasse d'un tourteau-engrais, on reprend par l'acide chlorhydrique le résidu de la calcination de 5 à 10 grammes de tourteau ; on élimine la chaux, la magnésie, l'acide sulfurique et l'acide phosphorique par les méthodes habituellement employées, et on dose la potasse par le bichlorure de platine.

En cas de fraude reposant sur la substitution d'un tourteau à l'autre, ou d'accidents survenus à la suite d'un tourteau suspect ou dangereux (*Ravison, Croton, Ricin, Pignon d'Inde*), on utilise parfois les caractères fournis par l'huile résultant du dosage des matières grasses pour fixer l'opinion de l'expert. Nous devons toutefois ajouter que dans certains cas les éléments d'appréciation reposent sur des colorations extrêmement délicates, difficiles à saisir et qui exigent pour être appréciées une très grande habitude de ce genre de recherches.

Le cas qui se présente le plus souvent est celui du mélange de tourteau de Lin avec des graines de Crucifères (*Colza, Navette, Ravison*), dont l'huile renferme du soufre au nombre de ses éléments. Pour opérer cette recherche, on pourra utiliser le procédé recommandé par MAILHO et qui consiste à faire bouillir dans une capsule de porcelaine 25 à 30 grammes de l'huile à essayer avec une solution de 2 grammes de potasse dans 20 centimètres cubes d'eau. Après quelques minutes d'ébullition, on sépare la liqueur aqueuse par filtration et on y recherche la présence d'un sulfure alcalin avec un papier à l'acétate de plomb ou au nitrate d'argent, ou au moyen d'une goutte de nitroprussiate de soude.

On peut encore, pour constater la présence des graines de Crucifères dans un tourteau quelconque, opérer directement sur le tourteau et recourir au procédé indiqué par M. VAN DEN BERGHE (1).

Quant aux constantes physiques qui servent à caractériser les huiles des graines oléagineuses entrant dans la composition des tourteaux, nous ne pouvons les reproduire ici et nous renverrons l'expert à l'ouvrage si intéressant publié sur ce sujet par M. FERDINAND JEAN (2).

Quand il s'agira de la falsification d'un tourteau par une des substances minérales que nous avons mentionnées plus haut (*plâtre, sulfate de baryte, craie, sable, etc.*), l'analyse chimique permettra facilement d'apprécier l'importance et la nature de la fraude ; mais si la falsification repose sur un mélange de tourteaux ou sur l'introduction de produits végétaux étrangers, les procédés chimiques ne pourront donner que des résultats incertains, qui ne permettront que très rarement à l'expert de se prononcer sur la nature de la fraude. *Il deviendra alors nécessaire de compléter les indications chimiques par un examen microscopique qui fournira rapidement des résultats précis.* L'utilité

(1) VAN DER BERGHE, *Tourteaux et farines de Lin (Composition, impuretés, falsification)*. Bruxelles, 1891, p. 23.

(2) FERDINAND JEAN, *Chimie analytique des matières grasses*.

de cet examen a depuis longtemps frappé nos voisins de l'Est, qui ont publié sur la question des monographies ou des mémoires essayant de guider les recherches des experts chargés de ces analyses parfois très délicates. Il y a bien lieu de s'étonner qu'en France, qui est le pays producteur des tourteaux par excellence, ce point si intéressant de l'étude des tourteaux ait été presque méconnu ou traité d'une façon plus qu'imparfaite. Dans la plupart des monographies qui ont été publiées chez nous sur les tourteaux, les auteurs se sont principalement préoccupés de la composition chimique de ces produits et, après un court aperçu sur leurs caractères extérieurs, ils se sont attachés à faire ressortir les diverses applications qu'ils peuvent recevoir dans l'agriculture. Dans les rares ouvrages où il est fait mention de leurs caractères anatomiques, nous trouvons les descriptions microscopiques remplacées par des dessins de téguments reproduits par des procédés très imparfaits, qui ne donnent aucune idée de la structure des graines ou fruits qui entrent dans la constitution des tourteaux. Le seul mémoire sérieux publié sur cette partie essentielle de l'étude des tourteaux est celui qui est dû à MM. FRON et BUSSARD (1) et qui, quoique bien supérieur aux travaux de leurs devanciers, aurait pu renfermer plus de renseignements sur la structure anatomique des graines oléagineuses et sur les éléments caractéristiques de chaque tourteau. Préparés de longue date, l'un et l'autre, à ce genre d'étude par nos recherches antérieures sur les drogues entières et pulvérisées, nous n'avons pas hésité à combler cette lacune de notre littérature agronomique et à décrire complètement toutes les particularités anatomiques que présentent les tourteaux, qui ne sont, en réalité, que des poudres plus ou moins grossières comprimées.

III

EXAMEN MICROSCOPIQUE

Nécessité de l'examen microscopique. — Les fruits et graines oléagineuses présentent un ensemble de caractères anatomiques très précis et très constants qui reposent principalement sur la disposition et sur la structure de différentes assises de leurs téguments. Si ces téguments présentent d'une famille à l'autre des différences profondes qui facilitent leur détermination, ils offrent parfois dans les graines de la même famille une analogie très frappante qui complique leur diagnose : c'est le cas qui se présente tout particulièrement pour les graines de la famille des Crucifères, qui, à cause

(1) L. BUSSARD et G. FRON, *Tourteaux de graines oléagineuses. Examen macroscopique et microscopique. Diagnose.* Nancy, 1898-1902.

de leurs propriétés suspectes et des substitutions dont elles peuvent être l'objet, exigent une étude approfondie et des observations très minutieuses.

La plupart des auteurs qui, en France, ont abordé l'examen microscopique des tourteaux, paraissent s'être attachés spécialement à fonder la diagnose de ces produits sur la présence et la structure de la zone scléreuse qui communique au testa des graines sa consistance spéciale et présente souvent une très grande diversité de constitution, quand on la compare d'une graine à l'autre. Ces auteurs en ne mentionnant que d'une façon sommaire la structure des autres couches cellulaires parfois nombreuses qui concourent à la formation du spermoderme et du péricarpe, semblent avoir méconnu l'existence de ces couches ou tout au moins le parti que l'on peut tirer des différences qu'elles présentent dans leur structure, qui est parfois très complexe et varie très notablement d'une graine à l'autre. Il est inutile de faire ressortir l'imperfection d'une telle méthode, qui peut conduire un expert à de graves erreurs.

Quand on examine la section transversale d'une graine ou d'un fruit, les éléments du tégument séminal ou ceux du péricarpe paraissent formés de plusieurs couches qui sont intimement soudées les unes aux autres; mais sous l'influence de la désagrégation qu'elles ont éprouvée par l'action des cylindres broyeurs et du traitement qu'on leur a fait subir avant de les examiner au microscope, ces couches se sont dissociées et séparées les unes des autres; les éléments cellulaires qui les constituent se présentent alors de face et sous un aspect tout différent de celui qu'elles offrent quand on les observe en section transversale.

Nous comprenons jusqu'à un certain point que dans l'examen microscopique des tourteaux on n'attache qu'une importance secondaire aux éléments provenant de l'albumen et des cotylédons, qui ont souvent entre eux la plus grande analogie dans leur structure et dans leur contenu; il y a cependant des cas où cette partie du tourteau constitue un élément essentiel de détermination; c'est ce qui se présente pour les tourteaux de Palmiste et de Coprah, où l'albumen qui constitue la gangue de ces tourteaux offre des caractères spéciaux.

Nous comprenons également que dans la plupart des cas on néglige aussi le parti que l'on pourrait tirer de la grosseur et de la conformation des grains d'aleurone qui remplissent les cellules de l'embryon et de l'albumen, parce que leurs différences sont souvent difficiles à distinguer et ne sont guère appréciables que si on les observe sous une couche d'huile de vaseline liquide ou d'un mélange en proportions convenables (3 p. glycérine pour 1 p. d'eau environ) d'eau et de glycérine pure à 30° et iodurée, additionnée ou non de quelques gouttes de solution d'iode. Mais nous ne saurions admettre que, dans des opérations qui ont parfois une si grande importance, on ne profite pas de tous les

éléments de détermination aussi rigoureux que ceux qui sont fournis par les diverses assises des enveloppes du fruit ou de la graine.

Un expert n'ayant qu'une connaissance imparfaite de la structure d'un fruit ou d'une graine oléagineuse, qui se guiderait dans ses recherches sur les indications incomplètes fournies par les gravures ou les descriptions reproduites dans la plupart des ouvrages actuellement connus, courrerait le risque — en voyant, à côté des seuls éléments décrits, une certaine proportion d'éléments tout à fait différents et qui ne sont pas mentionnés — de rapporter à un produit étranger des particularités qui appartiennent en réalité à la substance même du tourteau qu'il est chargé d'examiner. *Il est donc rigoureusement nécessaire que l'expert chargé de la détermination et de l'analyse des tourteaux, connaisse d'une façon très approfondie, non seulement la structure des graines oléagineuses vues en section transversale, mais encore qu'il soit familiarisé avec les apparences particulières que présentent les enveloppes de ces graines quand on les examine de face, cas qui se présente le plus souvent dans l'examen microscopique des tourteaux comme dans celui des poudres.* C'est sur ce point que nous avons cru devoir spécialement insister dans la suite de ce travail, qui a pour but non seulement d'indiquer à l'expert tous les éléments nécessaires pour assurer la diagnose d'un tourteau, mais encore de lui fournir une véritable méthode d'investigation microscopique lui permettant de reconnaître les additions frauduleuses ou non dont ce tourteau pourrait être l'objet.

On trouvera donc, dans la partie spéciale, chaque description des caractères extérieurs d'un tourteau, accompagnée : 1° de la *description de la graine* ; 2° de celle d'une *coupe transversale* faite autant que possible dans la région médiane, avec un *dessin* qui permettra de se rendre compte de la disposition respective des différentes assises composant le tégument séminal ou le péricarpe ; 3° d'une *planche en zincogravure reproduisant les divers éléments du tégument* vus sous leurs différents aspects, qui éclairera singulièrement les descriptions du texte et qui permettra à toute personne familiarisée avec les techniques histologiques de caractériser l'authenticité et la pureté des tourteaux résultant de la pression des graines oléagineuses étudiées.

Technique de l'examen microscopique. — La plupart des auteurs qui se sont occupés de l'examen microscopique des tourteaux conseillent de pratiquer cet examen sur la cellulose obtenue par le procédé que nous avons décrit en parlant du dosage de la cellulose brute. Le procédé que nous employons est tout différent et se recommande par sa simplicité.

Bien que nous en ayons déjà parlé antérieurement, il n'est pas inutile de le rappeler ici.

L'échantillon de tourteau prélevé avec les précautions recommandées pour l'examen chimique est introduit à la dose de 1 à 2 grammes

dans une capsule de porcelaine avec 100 centimètres cubes d'eau tiède. On le désagrège avec une baguette de verre et on décante le liquide surnageant ; les dernières parcelles de liquide qui entraînent un peu de matière pulvérulente sont recueillies dans un verre de montre et additionnées d'une ou deux gouttes de solution d'iodure de potassium iodurée. *La teinte obtenue permet d'apprécier la présence ou l'absence de l'amidon.* Or, on sait que le tourteau d'Arachides est le seul qui renferme normalement de l'amidon en proportion sensible.

C'est dans ce fin dépôt qu'on pourra examiner, après action de l'iode, les éléments des cotylédons et de l'albumen, qui laisseront facilement apercevoir leur contenu. Si cela devient nécessaire, on pourra reprendre quelques fines particules du tourteau, les traiter par l'huile iodée, et les examiner dans l'huile ou de la vaseline liquide, dans le but de conserver aux grains d'aleurone leur aspect caractéristique.

On ajoute à nouveau sur le tourteau qui reste dans la capsule 80 à 100 centimètres cubes d'eau distillée ou d'eau de pluie, que l'on additionne de quelques gouttes d'une solution concentrée de potasse ou de soude caustique ou d'une petite pastille de potasse du commerce, et l'on fait bouillir pendant 10 minutes. On note la coloration prise par le liquide alcalin et par les éléments du tourteau.

Après 10 minutes d'ébullition, on laisse un peu refroidir et on décante avec précaution le liquide surnageant, puis le résidu est lavé à plusieurs reprises avec de l'eau de pluie ou de l'eau distillée en ayant soin de bien agiter la masse et de laisser ensuite reposer chaque fois pendant 10 minutes. Nous nous servons encore avec avantage ici d'une petite centrifugeuse de laboratoire, dont l'emploi permet un gain sensible de temps pendant la durée de ces opérations. Il suffit de verser le contenu du tube dans une capsule seulement pour la dernière opération.

Quand l'eau de lavage est tout à fait limpide, on la décante une dernière fois, en n'en laissant sur le dépôt qu'une couche de 0 cm. 5 à 1 centimètre. *La capsule étant placée dans le creux de la main, on lui imprime un mouvement giratoire, de façon à bien isoler les éléments constituants selon l'ordre de leur densité.* Après quelques instants de ce traitement, on constate que les éléments colorés qui représentent les débris de l'enveloppe séminale et qui sont généralement riches en cellules scléreuses se rassemblent au fond de la capsule et qu'elles sont recouvertes par une gangue plus ou moins grise qui constitue la majeure partie du tourteau et représente les débris de l'embryon et des cotylédons.

Ceci fait, on incline la capsule sous un angle de 45° environ, de façon que les éléments très colorés qui occupent le fond de la capsule soient mis à découvert ; puis, avec un pinceau en poil de blaireau, on recueille une partie de ces derniers et on les place dans un verre de montre ou sur *une lame de verre reposant sur une feuille de papier blanc* et on procède à leur examen.

A moins qu'elle ne soit très sensible et toute différente, la diversité de teinte des téguments colorés ne saurait fournir aucune indication rigoureuse à première vue, car les téguments d'une même graine peuvent présenter parfois des nuances assez variables (Colza, Navette), et cette nuance peut même être plus ou moins prononcée selon que l'assise ou la couche colorée est isolée ou encore adhérente aux assises sus et sous-jacentes : c'est ce qui s'observe habituellement dans les tourteaux de Lin et de Pavot. Il est donc nécessaire de prélever sur la lame de verre ou dans le verre de montre un certain nombre d'éléments diversement colorés et de s'assurer s'ils appartiennent bien à la substance qui doit faire la base du tourteau. On répète l'observation trois ou quatre fois sur de nouvelles prises d'échantillon afin de bien asseoir sa conviction.

Dans le cas où les éléments colorés présentent une certaine résistance, comme cela s'observe dans les tourteaux de Mohwra, de Coton, de Ricin, on les dissocie au moyen d'une aiguille à dissection ou avec un scalpel ; s'ils sont trop volumineux, *on en fait une section transversale au moyen d'un rasoir.*

Nous conseillons aussi, quand, après un premier examen, certains fragments dont l'examen est nécessaire sont trop volumineux, non seulement de les dissocier à l'aiguille, mais de les pulvériser à nouveau. On peut pour cela employer un intermédiaire tel que de la poudre de verre. De la sorte les éléments sont dissociés finement et se présenteront sous tous leurs aspects, faciles à reconnaître dans la longue série de dessins que nous avons établie.

Après avoir multiplié les observations sur les éléments colorés qui sont déposés au fond de la capsule, on opère de la même façon sur les parties grises qui constituent la gangue du tourteau. La prise d'échantillon faite avec un pinceau permet de puiser dans toute l'épaisseur de la masse et de retirer aussi bien des éléments de l'albumen et des colylédons que des débris d'assises tégumentaires incolores. C'est ce qui se produit pour les tourteaux de graines d'Euphorbiacées, pour lesquels l'assise interne incolore du tégument séminal constitue un élément de détermination assez précis. Avec un peu d'habitude l'opérateur peut distinguer à l'œil nu ces éléments les uns des autres. Les débris d'assises incolores se présentent en général sous forme de petites plaques minces plus ou moins transparentes, ou parfois assez épaisses et papyracées ; les débris de l'albumen et des colylédons sont en fragments irréguliers, amorphes et opaques.

Double coloration. — On peut aussi recourir à la méthode de double coloration employée pour différencier les divers tissus en histologie végétale. Pour cela les éléments prélevés dans la capsule à l'aide d'un pinceau sont placés dans un tube avec un peu d'eau de javelle ; quand toutes les particules sont parfaitement décolorées, on ajoute de l'eau ;

l'on centrifuge et décante en renouvelant cette opération un certain nombre de fois et remettant une dizaine de centimètres cubes d'eau. Quand le dépôt est suffisamment lavé, on le verse dans une petite capsule ; on laisse déposer et on ajoute un peu de réactif vert d'iode-carmin (1). Après un contact de quelques minutes, on ajoute de l'eau, laisse déposer, décante et centrifuge deux ou trois fois en présence d'alcool à 60°, puis à 95° et enfin à l'alcool absolu et au xylène si l'on veut ensuite monter des préparations au baume du Canada. Avec un peu d'habitude et de soins, chacun pourra se constituer ainsi une série de préparations-types du plus grand intérêt documentaire. Pour une simple constatation d'identité d'un tourteau, un seul lavage à l'alcool à 60° suffit. On verse le tout dans un verre de montre et l'on examine les particules différentes, sur lesquelles les caractères histologiques seront des plus faciles à constater.

Considérations sur les difficultés à prévoir dans l'examen microscopique. — Les graines d'une même famille peuvent offrir de grandes analogies dans leur structure, mais il est bien rare que l'analogie persiste d'une façon absolue dans toutes les assises de leur tégument. Si quelques-uns présentent une similitude absolue, il en est d'autres qui offrent des particularités bien apparentes ; nous aurons l'occasion, lors de la description des divers tourteaux, de faire ressortir ces particularités. Parmi les tourteaux oléagineux, il en est quelques-uns qui sont fournis par des graines de la même famille, tels sont : les tourteaux de Cottonier et les tourteaux de Kapock, qui sont produits par deux plantes de la famille des Malvacées ; les tourteaux de Colza, de Navette, de Ravison, qui sont fournis par des plantes de la famille des Crucifères ; les tourteaux de Madia et de Tournesol, produits par des plantes de la famille des Composées.

Quand il s'agira d'un tourteau de ce genre, l'expert ne devra pas formuler ses conclusions, sans avoir isolé toutes les assises tégumentaires qui peuvent offrir des particularités spéciales. Nous recommandons cette précaution quand il s'agira de l'examen du tourteau de Coton, pour ne pas le confondre avec le tourteau de Kapock, qui arrive maintenant dans le commerce en quantité assez considérable.

De même, quand il s'agira d'un tourteau de graine de Crucifère, il faudra, en présence de l'analogie qui existe dans la structure de l'assise colorée, s'attacher à recueillir les indications qui peuvent être fournies par la présence ou l'absence et par la disposition de l'assise mucilagineuse externe ; car dans certains cas ce sont les seules particularités

(1) Nous recommandons ici l'emploi de la solution préparée selon la formule indiquée par M. CORDONNIER (*Bull. Sc. pharmacol.*, Paris, 1093, V, 379), qui donne de suite une bonne double coloration.

susceptibles d'amener l'opérateur à se prononcer avec certitude sur la composition du tourteau soumis à son examen.

La présence de certaines graines étrangères dans quelques tourteaux, même établie d'une façon indubitable par l'examen microscopique, ne doit pas toujours être considérée comme un indice de fraude. Nous avons déjà eu l'occasion d'exposer plus haut que les graines de Lin étaient toujours souillées par une certaine proportion de graines bien connues ; si cette proportion est peu sensible, il faut plutôt y voir l'effet d'une négligence ou d'une incurie de la part des fabricants ; si la quantité de graines étrangères dépasse de beaucoup la tolérance fixée pour les transactions commerciales par la INCORPORATED OILSEED ASSOCIATION, il y aura lieu de conclure à une intention frauduleuse de la part des vendeurs, et l'acheteur sera en droit de faire diminuer la valeur de la marchandise proportionnellement à la quantité de graines étrangères constatée dans le tourteau. On devra de même considérer comme falsification la présence dans le tourteau de Lin, qui est toujours le plus visé à cause de sa valeur, de graines provenant de plantes qui ne croissent pas habituellement dans les champs de Lin ; tel est le cas que nous avons eu à constater pour un tourteau de Lin dans lequel nous avons retrouvé une proportion sensible de tourteau de graine de Cotonnier.

CHAPITRE QUATRIÈME

§ I. — LES TOURTEAUX DANS L'ALIMENTATION DU BÉTAIL

Pour l'agriculteur modeste, aussi bien que pour celui qui se trouve à la tête d'une vaste exploitation, l'alimentation des animaux domestiques est une question complexe et qui a une très grande importance. Il s'agit non seulement d'entretenir leur organisme de telle façon qu'il n'éprouve d'autre déchet que celui que l'âge entraîne avec lui, mais encore d'obtenir d'une façon intensive, et dans les meilleures conditions possibles, les produits que l'on attend d'eux.

L'écart entre le prix d'achat de ses bestiaux et celui auquel il les revend constitue pour l'agriculteur le bénéfice de son opération. En nourrissant normalement, et comme s'ils vivaient à l'état libre, les herbivores avec des fourrages frais ou secs, les porcs avec des tubercules ou des grains, le cultivateur ne peut avoir qu'un bénéfice modeste, qui tend à se restreindre tous les jours avec l'augmentation grandissante des prix de la main-d'œuvre et qui est parfois uniquement constitué par le fumier des animaux. Toujours obligé de compter avec l'intempérie des saisons, il voit souvent la plus-value qu'il avait espérée, remplacée par une perte plus ou moins sensible résultant de la vente à vil prix de son bétail, qu'il ne peut nourrir par suite de la cherté ou de l'absence des fourrages.

Les progrès réalisés par la chimie agricole et les sciences physiologiques permettent actuellement à l'agriculteur de conjurer en partie les conséquences d'un tel état de choses, en utilisant, pour alimenter son cheptel, des résidus industriels qui jadis étaient considérés comme des déchets de fabrication à peine dignes d'être employés comme engrais. En raison de leur prix relativement peu élevé et de leur valeur alimentaire, ces résidus font ressortir le prix des rations alimentaires à un taux inférieur à celui des fourrages, et ils permettent de se soustraire aux fluctuations subies par les grains ou fourrages sous l'influence de l'abondance ou de la disette des récoltes.

Nous avons vu plus haut que les tourteaux de graines oléagineuses sont constitués par un certain nombre de principes immédiats quaternaires et ternaires, qui ont non seulement les mêmes propriétés que leurs analogues dans le règne animal, mais encore la même composition élémentaire. A ces principes sont associés des sels minéraux, dont quelques-uns, tels que le phosphate de chaux, sont un des éléments essentiels du squelette et se retrouvent dans le lait, le poil et la laine des animaux. La faible quantité d'eau que ces produits renferment, comparativement à celle des autres principes, les a fait désigner sous le nom d'*aliments concentrés*.

Chacun des divers principes constituants des tourteaux joue un rôle spécial et différent dans l'alimentation du bétail. Après avoir établi ce rôle, il sera facile d'apprécier la valeur alimentaire de chacun d'eux et les avantages que l'on peut retirer de leur emploi.

Les substances albuminoïdes des tourteaux, encore désignées sous le nom de *matières protéiques* ou *azotées*, se dissolvent pendant la digestion sous l'influence des sucs gastrique, pancréatique et intestinal. Étant d'une assimilation très facile, elles sont rapidement entraînées dans le torrent circulatoire pour y servir à la formation et à l'entretien des organes qui constituent le corps des animaux : c'est là ce qui explique l'accroissement rapide des animaux soumis au régime des tourteaux.

Les substances hydrocarbonées jouent un rôle double dans l'alimentation. Comme aliments d'épargne, elles réparent les pertes occasionnées par la respiration et fournissent la majeure partie des principes combustibles destinés à entretenir la chaleur animale. Eu égard à leur richesse en carbone (42 p. 100 environ), elles peuvent concourir indirectement à l'entretien de l'organisme, en économisant, au profit de l'assimilation directe, une partie des matières azotées qui, sans elles, brûleraient comme des aliments dits respiratoires.

Les substances grasses des tourteaux introduites dans l'appareil digestif sont émulsionnées par les liquides qu'il contient ; elles se divisent à l'infini et pénètrent dans l'organisme par les vaisseaux chylifères ; arrivées dans le sang, elles jouent le même rôle que les substances hydrocarbonées, mais plus énergiquement et plus directement ; une partie de l'huile qui les constitue est brûlée dans l'acte de la respiration, les autres parties échappent à la combustion animale, s'assimilent en nature et contribuent directement à l'augmentation du tissu adipeux ; l'action des substances grasses est complétée par la propriété qu'elles ont de faciliter notablement l'absorption et la digestion de la cellulose.

Des expériences entreprises dans plusieurs stations agronomiques d'Allemagne, il résulte que la cellulose, considérée toujours comme indigestible, peut partiellement être assimilée et que sa digestibilité, différente avec sa constitution, peut varier de 40 à 60 p. 100, suivant la

proportion de corps gras contenue dans les rations alimentaires. Cette condition avantageuse se trouve réalisée dans les tourteaux oléagineux, qui retiennent en moyenne 10 p. 100 de la quantité totale d'huile contenue dans la graine et qui, de ce fait, sont plus riches en corps gras que les autres aliments réservés aux bestiaux. La partie de la cellulose qui passe inaltérée dans les déjections est essentiellement constituée par les téguments sclérifiés, qu'on retrouve intacts. Si ces substances lignifiées ne concourent pas à la valeur nutritive des tourteaux, elles jouent un rôle mécanique dans l'alimentation, en servant de lest à l'estomac et, par le volume qu'elles occupent dans le bol alimentaire, elles permettent aux mouvements péristaltiques de l'intestin d'exercer plus facilement leur action pour l'expulsion du bol fécal; de plus, elles ralentissent la digestion et l'assimilation, et enfin apaisent le sentiment de la faim.

Les substances minérales qui existent en notable proportion dans les tourteaux, jouent également un rôle important dans l'alimentation; leur présence est nécessaire pour faciliter l'assimilation des aliments. L'expérience a en effet démontré qu'aucune substance organique ne peut, en l'absence de sels minéraux, entretenir la vie. En comparant la nature des cendres provenant de l'incinération du sang d'un animal avec celle des cendres laissées par ses aliments, on constate une similitude frappante. Ajoutons que les éléments de ces sels minéraux sont nécessaires à la formation et à l'entretien du squelette.

Valeur alimentaire des tourteaux. — Pour remplir leur rôle nutritif, les aliments doivent contenir une proportion suffisante de principes calorifiques et de principes plastiques. Si l'on consulte les tableaux reproduisant la constitution chimique des divers aliments végétaux, on constate que la proportion des éléments carbonés est notablement supérieure à celle des matières protéiques. On désigne sous le nom de *relation nutritive* le rapport qui existe entre les proportions de ces principes. *Dans les fourrages les plus appréciés ce rapport est généralement comme 1 est à 5.*

Le tableau suivant permet de comparer la relation nutritive du foin, qui constitue la nourriture normale des herbivores, et celle du tourteau de Lin, qui occupe un des premiers rangs dans la série des tourteaux alimentaires.

PRODUITS DE L'ANALYSE.	FOIN.	TOURTEAU DE LIN.
Eau	13	13,4
Matières totales sèches .	87	86,6
— salines	7,6	8,3
— ligneuses	24	5,1
— grasses	3,8	6
— carbonées	44,4	33,2
— azotées	7,2	32,7

D'après ce tableau il résulte que la relation nutritive, qui dans ce

foin est de $1/6,17$ est dans le tourteau de Lin de $1/1,01$ à $1/1,3$. Dans le tourteau de Colza elle est de $1/1,2$; dans le tourteau de Coton, $1/0,8$; dans le tourteau d'Arachides, comme dans le tourteau de Sésame, de $1/0,9$. Ces chiffres établissent que, si les tourteaux constituent sous le rapport plastique des éléments de premier ordre, ils ne peuvent être exclusivement employés pour la nourriture des animaux, car il en faudrait une trop forte proportion pour subvenir à l'entretien de la combustion respiratoire; le régime alimentaire, au lieu de constituer une économie, deviendrait onéreux. Il ressort de là que *les tourteaux, pour être avantageusement employés, doivent être ajoutés aux rations*, comme compléments des aliments qui contiennent beaucoup de principes carbonés, dans le but de les enrichir sous le rapport plastique. Leur emploi permettra de remplacer une partie du foin de la ration par de la paille, qui est d'un prix moins élevé.

Digestibilité des tourteaux. — L'action exercée par les sucs digestifs sur les principes immédiats nutritifs des tourteaux peut être facilitée par l'état de division sous lequel on les administre, et par les diverses préparations qu'on peut leur faire subir (*macération, infusion, cuisson, fermentation*); mais elle est aussi sous la dépendance de plusieurs autres facteurs.

Elle est tout d'abord liée à la solubilisation plus ou moins facile des principes immédiats qui constituent ces aliments; à côté des matières azotées, qui sont très assimilables, il y en a d'autres qui peuvent, comme la cellulose, traverser le tube digestif sans être altérées; elle dépend encore du rapport qui existe entre les proportions des principes immédiats et elle est en raison inverse de la relation nutritive.

D'après des expériences conduites avec le plus grand soin à la ferme modèle de Mærcken (Saxe) pour obtenir tout l'effet utile des aliments, le rapport de ces principes doit être comme 1 est à 5,2. Cette considération ne devra pas échapper à l'attention de l'agriculteur, lors de la confection des diverses rations alimentaires. Quand on utilise pour leur préparation plusieurs substances, il faut les combiner en telles proportions que le défaut de l'un de ces principes soit corrigé par l'excès des autres, de façon à établir une compensation. En examinant plusieurs des formules de rations qui ont été proposées, on voit que leurs auteurs se sont trop rarement préoccupés de ces rapports et qu'il en est résulté une perte assez grande de substances nutritives; car si les rapports s'éloignent sensiblement du chiffre $1/5,2$, qui est admis comme le meilleur et le plus rationnel, les substances données en excès sont perdues pour l'alimentation, et leur excès peut nuire encore à l'organisme de l'animal, en fatiguant inutilement son tube digestif.

La digestibilité des tourteaux dépend aussi de leur relation *adipoprotéique*. On désigne ainsi le rapport qui existe entre la matière grasse

et la matière azotée, la première étant prise pour unité. L'expérience a établi que le rapport le plus favorable entre ces principes immédiats est de 1/3. Si l'écart est plus large, une partie de la matière grasse ne peut être digérée et passe dans les excréments.

Si la digestibilité des tourteaux, comme celle des autres aliments, est la même pour les diverses espèces animales d'un même groupe, pour les diverses races d'une même espèce, leur effet nutritif ou leur coefficient digestif varie sensiblement avec les espèces, les races, les individus. Bien que les essais tentés par quelques agriculteurs n'aient pas été toujours défavorables, on ne peut songer à nourrir de la même façon tous les animaux d'une ferme, et quand on voudra faire intervenir la présence des tourteaux dans le régime alimentaire, il sera bon, pour la composition des rations, de tenir compte de la richesse de ces tourteaux en principes azotés et en matières grasses et de leur coefficient digestif. Dans un des tableaux placés à la page 17 de ce livre, nous avons reproduit les résultats des travaux qui ont été entrepris dans le but de fixer la quantité des principes immédiats digérés en *moyenne* par les animaux domestiques.

Modes d'administration. — Avant d'être administrés aux bestiaux, les tourteaux devront être réduits en poudre grossière ou concassés en fragments de la grosseur d'une noix. Tous les animaux de la ferme ne les acceptent pas volontiers dès le début ; mais cette répugnance est de courte durée, et on les acclimate progressivement à ce régime alimentaire ; ils s'y habituent facilement et en deviennent même friands. Un moyen qui réussit assez bien consiste à délayer la poudre de tourteau dans de l'eau et à ajouter le mélange en petite quantité d'abord à l'aliment que l'animal préfère ; on augmente ensuite progressivement la dose. Au bout de quelques jours, on pourra administrer les tourteaux en menus fragments. Les vaches ne mettent guère plus de huit jours à s'habituer à ce régime.

On administre les tourteaux de façons assez diverses : à l'état sec, ou sous forme de *pâte*, de *soupe*, de *buvées après cuisson à la vapeur* ou *après fermentation*.

A l'état sec, les tourteaux concassés ou grossièrement contusés sont donnés au commencement du repas ; parfois on les donne à la fin de celui-ci, mais ce mode d'administration ne paraît pas très recommandable. En Angleterre, où l'on pratique communément le système d'engraissement basé sur l'instinct et la préférence de l'animal, on place à sa portée et dans des auges séparées, les tourteaux pulvérisés, les racines, le sel et l'eau, puis on met au râtelier le foin et la paille. Dès le début l'animal n'écoute que ses préférences, mais au bout de quelques jours, il est guidé par son instinct, qui lui fait trouver la quantité convenable de chaque aliment. *Les tourteaux de Crucifères doivent être donnés à l'état sec plutôt que dans l'eau, pour*

éviter la formation d'huile essentielle qui ne se produit qu'en présence de l'eau sous l'action d'un ferment réagissant sur un glucoside spécial. Si on administre ces tourteaux dans l'eau, il faut, après les y avoir délayés, porter celle-ci à l'ébullition, pour volatiliser complètement l'huile essentielle qui a pu se former au contact de l'eau. En versant sur les tourteaux oléagineux une faible quantité d'eau chaude et en agitant la masse, on obtient une *pâte* offrant une certaine consistance, que certains animaux prennent assez volontiers. Ce mode d'administration est souvent employé pour le tourteau de Lin.

Les *soupes* se préparent en délayant les tourteaux dans de l'eau tiède, à laquelle on ajoute des balles de céréales, des gousses de légumes, des pommes de terre et des racines, de la paille et du foin coupés, qu'on laisse tremper pendant quelque temps. Ces soupes, qui sont versées dans la mangeoire, sont généralement fort bien accueillies par les bestiaux; ce mode d'administration est communément employé en Angleterre.

Dans les Flandres et dans le Nord de la France, où l'on a commencé à utiliser les tourteaux comme aliments, on les administre sous forme de boissons assez épaisses appelées *buvées*. On les prépare tantôt avec les tourteaux seuls, tantôt en y associant des drèches de brasserie, des sons, des recoupes, des farines. Au contact de l'eau tiède, certains tourteaux riches en huile, comme les tourteaux de Lin, de Sésame, de Noix, se délaient très facilement et forment des bouillies assez épaisses et très homogènes, dont l'emploi est recommandé surtout pour les vaches laitières. Les tourteaux repassés, qui sont privés d'huile, se délaient bien plus difficilement dans l'eau et, au lieu de rester en suspension dans ce liquide, leurs particules solides se déposent rapidement au fond du liquide. *Les buvées doivent toujours se préparer au moment du repas ou peu auparavant.* Si elles sont préparées trop longtemps à l'avance, elles peuvent fermenter et acquérir un goût désagréable.

Au lieu de délayer les tourteaux dans l'eau avec d'autres aliments, on les dispose en couches alternatives avec la paille et les fourrages hachés et les racines coupées, dans de grandes cuves ou dans des fourneaux, dans lesquels on fait arriver un jet de vapeur fourni par une chaudière voisine. Le mélange est distribué aux animaux quand il est refroidi. Ce procédé, qui est pratiqué assez souvent dans les grandes exploitations, a l'avantage de fournir un aliment très facile à digérer et permet d'utiliser certains tourteaux de Crucifères (*Colza, Cameline, Navette*) qu'on hésite parfois à employer pour l'alimentation à cause de leur huile essentielle qui est sulfurée et plus ou moins irritante. L'action de la vapeur d'eau bouillante, en coagulant le ferment contenu dans le tourteau, l'empêche de réagir sur le glucoside et de produire de l'essence.

Dans le Nord de la France, au lieu de recourir à la cuisson, on emploie la *fermentation*. On mélange les aliments dans la proportion

suivante : 1 kg. 500 de paille, 1 kilogramme de foin et 1 kilogramme de tourteaux (mélange à parties égales de tourteau de Lin, d'Œillette et de Colza). Quand la nourriture est destinée spécialement aux chevaux on ajoute un peu d'avoine. On remue à la pelle, on ajoute un peu de sel, on mouille le tout et on laisse fermenter pendant 48 heures dans des cuves *fermées*, puis on distribue le mélange aux animaux. Quand la ration a été consommée, on la complète, pour les bœufs et les moutons, par une certaine quantité de pulpe de betterave sèche. Il faut éviter surtout, dans ce mode préparatoire, de disposer les aliments en tas fortement foulés et de les laisser fermenter à *l'air libre*, parce que l'on favoriserait le développement rapide des champignons ou moisissures qui peuvent être nuisibles pour les bestiaux.

Si les deux derniers modes de préparation (la cuisson et la fermentation) ont l'avantage en ramollissant et en désagrégeant les aliments, de les rendre plus assimilables, ils passent aussi aux yeux de certains agriculteurs pour offrir quelques inconvénients. On reproche surtout aux aliments fermentés d'user assez rapidement les vaches et de déterminer chez les veaux de l'hépatation pulmonaire. Il y a toujours à craindre que les microorganismes qui se sont déposés avec les poussières sur les tourteaux pendant leur conservation, ainsi que sur la paille, ne viennent à se développer pendant la transformation et n'entraînent des accidents analogues à ceux qu'a occasionnés à plusieurs reprises, sur des chevaux, l'administration de pain moisi. Le voisinage des écuries et des fumiers, où pullulent les organismes inférieurs de toute nature, est une condition défavorable aussi pour la préparation d'aliments soumis à la fermentation, qui peuvent contracter si facilement un goût désagréable; aussi, pour ces motifs, *préfère-t-on généralement administrer les tourteaux sous forme de buvées faites extemporanément, et dans des appareils toujours très propres.*

Les pâtes, les soupes et les buvées sont surtout recommandées pour les bêtes à cornes et les porcs : elles conviennent moins aux chevaux et aux moutons. Pour ces derniers il est préférable de saupoudrer les aliments avec de la poudre de tourteau et de mettre de l'eau à leur portée. Pour les chevaux, on mélange les tourteaux pulvérisés ou contusés avec le son et l'avoine.

§ II. — INFLUENCE DU RÉGIME DES TOURTEAUX SUR LES BESTIAUX ET LEURS PRODUITS

Nous avons vu plus haut que tous les animaux ne retirent pas les mêmes avantages de l'usage des tourteaux et que dans l'administration de ces produits, il fallait tenir compte de leur coefficient digestif. Si l'on envisage l'action que ces aliments exercent sur les différentes fonctions physiologiques et économiques, on constate qu'elle n'est pas

moins variable, et qu'elle est subordonnée aussi bien à la nature du tourteau qu'à celle des divers animaux que l'on veut soumettre à ce régime. Nous examinerons successivement les avantages que l'agriculteur peut retirer de l'emploi des tourteaux au point de vue de la *croissance des bestiaux*, de leur *engraissement* et de la *production du lait*.

Elevage. — Par leur richesse en matières grasses, en caséine, en phosphates, les tourteaux sont très propres à suppléer au lait de la mère pour la nourriture des jeunes animaux; aussi leur emploi se trouve-t-il tout indiqué pour presque tous les jeunes mammifères domestiques, dont il favorise le développement.

Les tourteaux auxquels on a donné la préférence dans ce but sont ceux de Coton décortiqué, d'Œillette, de Lin, de Noix, de Palmiste; il est essentiel de les prendre de premier choix et de les administrer d'abord à faible dose. Le mode d'administration le plus recommandable est la forme de *buvées*.

Pour les agneaux sevrés à trois mois, on emploie avantageusement :

1° Le tourteau de Coton décortiqué ou de Coton d'Alexandrie à la dose de 30 grammes par jour d'abord, pour arriver progressivement, au bout du cinquième mois, à 70 grammes. *Il est rigoureusement recommandé de ne pas utiliser comme aliment le tourteau de Coton non décortiqué et surtout les tourteaux cotonneux;*

2° Le tourteau d'Arachides *décortiquées* à partir de 25 à 30 grammes par jour; on fera bien d'additionner ce tourteau d'une minime proportion de sel.

Pour les jeunes veaux, les poulains, on emploiera :

1° Le tourteau d'Arachide Rufisque à la dose de 60 à 70 grammes par jour, au début, pour arriver progressivement à 500 grammes;

2° Le tourteau de Lin à la dose de 60 à 80 grammes pour les veaux et de 100 à 150 grammes pour les poulains.

M. CORNEVIN donne les formules suivantes pour la préparation de rations destinées à ces jeunes animaux :

POULAINS DE 6 A 8 MOIS :

1° <i>Tourteau de Lin</i>	0 kg. 800	2° <i>Tourteau de Noix</i>	0 kg. 800
Avoine	2 "	Carottes	2 "
Foin de Trèfle	3 "	Foin	3 "
		Fèves égrugées	1 "

VEAUX DE 5 A 8 MOIS :

1° <i>Tourteau de Coton décortiqué</i>	0 kg. 900	2° <i>Tourteau de Pavot</i>	0 kg. 900
Lait écrémé	2 litres	Racines divisées	5 "
Petit lait	2 litres	Maïs en grain	0 600
Graines de foin épurées	2 kg.	Regain	2 "

AGNEAUX APRÈS LE SEVRAGE :

1° <i>Tourteau de Palmiste</i>	0 kg. 200	2° <i>Tourteau de lin</i>	0 kg. 2 0
Maïs concassé	0 300	Fèveroles égrugées	0 300
Luzerne	0 600	Foin	0 600

Production du lait. — La pratique n'a fait que confirmer les premiers résultats obtenus par MM. DE GASPARIEN et PAYEN sur l'action favorable exercée par les tourteaux sur la sécrétion lactée et sur le lait. Convenablement employés, les tourteaux augmentent cette sécrétion et la richesse du lait en beurre. Administrés surtout sous forme de *buvées*, les tourteaux favorisent l'introduction dans l'économie d'une forte proportion d'eau, condition avantageuse pour une abondante sécrétion de lait.

Les tourteaux les plus recommandés pour les vaches laitières sont ceux de Coton, de Lin, de Coprah, de Sésame et de Palmiste. Les tourteaux de Coton décortiqué sont donnés aux vaches, d'abord en petite quantité, puis par dose de 2 kg. 500 par jour, mélangés avec des betteraves, des drèches, *mais toujours en présence d'une notable quantité d'eau.*

MM. BENOIST et GAROLA (1) ont étudié comparativement l'influence du son et du tourteau de Coprah sur la sécrétion lactée et ils ont constaté que la préférence doit être accordée à ce dernier, parce qu'il élève notablement la proportion de beurre contenu dans le lait, sans nuire à la qualité du produit.

Des expériences analogues ont été faites par M. ELOIRE et par M. CRESPIEN sur l'action comparée des tourteaux de Lin et de Coton. Ces expériences ont démontré la supériorité du tourteau de Coton. Le résultat de ces expériences a été confirmé par M. VITALIS, qui recommande spécialement l'emploi du tourteau de Coton pour les brebis laitières. La dose à employer est de 250 grammes de tourteau concassé par jour pour les deux repas avec 300 grammes de regain.

Les tourteaux ne doivent jamais être administrés en très forte proportion aux vaches dont le lait est utilisé pour la préparation du beurre et des fromages. Les expériences de WÖELKER ont établi que si la dose est un peu exagérée et portée à 7 ou 8 kilogrammes par jour, une certaine proportion de la matière grasse du tourteau passe dans la malle sans avoir subi de transformation.

M. CORNEVIN donne les formules suivantes pour les différents animaux domestiques :

JUMENTS QUI VIENNENT DE POULINER :

1° <i>Tourteau de Coton décort.</i>	1 kg. 500	2° <i>Tourteau de Lin.</i>	2 kilogrammes
Orge cuite.	4 kg. 300	Avoine.	5 —
Carottes.	10 kg. »	Luzerne.	4 —
Foin.	3 kg. »		

(1) GAROLA, *Contribution à l'étude des tourteaux alimentaires*. Chartres, 1892.

VACHES LAITIÈRES :

1° <i>Tourteau de Colon.</i>	3 kilogrammes	2° <i>Tourteau de Colon.</i>	2 kilogrammes
Pulpes.	35 —	Betteraves.	18 —
Regain.	5 —	Foin.	6 —
		Paille.	
3° <i>Tourteau d'Œillette.</i>	2 kilogrammes		
Drèches.	15 —		
Balles de Luzerne.	8 —		
Paille d'Avoine.	5 —		

BREBIS ET CHÈVRES LAITIÈRES :

1° <i>Tourteau de Coprah.</i>	0 kg. 400	2° <i>Tourteau de Sésame.</i>	0 kg. 400
Carottes.	0 kg. 500	Drèche.	2 kg. 500
Regain.	1 kg. 500	Paille.	1 kg. »
Paille.	0 kg. 800		

On a reproché au régime alimentaire par les tourteaux de produire un lait dont le beurre est trop fluide et de communiquer au lait la saveur spéciale de l'huile qu'ils renferment. C'est ainsi qu'on a prétendu que le tourteau de Lin donnerait au lait une odeur de suif, que le tourteau de Cameline lui donnerait une odeur cruciférée, et le tourteau de Navette une odeur âcre. *Ce reproche ne pourrait être justifié que dans le cas où les animaux seraient soumis au régime exclusif des tourteaux, ou en recevraient des quantités dépassant 7 ou 8 kilogrammes.* Or ce régime alimentaire serait loin d'être économique pour le nourrisseur. L'inconvénient que nous venons de signaler n'a dû vraisemblablement se produire qu'à la suite de l'administration des tourteaux de Lin rances ou altérés, ou de l'inobservation des précautions recommandées pour l'administration des tourteaux de Crucifères, qui ne doivent jamais être délayés dans de l'eau froide ou tiède.

Influence sur l'engraissement. — Les avantages que l'on peut retirer à ce point de vue de l'emploi des tourteaux sont plus appréciables encore que ceux obtenus pour la croissance et la production du lait. Non seulement ce régime alimentaire favorise l'engraissement, mais il abrège notablement sa durée, aussi les résultats merveilleux qu'il a produits sur la plupart des animaux domestiques ont-ils contribué largement à vulgariser *leur usage, qui a même été adopté pour le gavage des volailles.*

Par leur richesse en principes albuminoïdes, les tourteaux permettent d'utiliser pour l'engraissement des bestiaux les racines alimentaires fraîches qui sont pauvres en azote relativement à leur volume et à la proportion d'eau qu'elles contiennent ; leur mélange avec le foin et la paille leur fournissent le supplément de principes gras et azotés qui sont nécessaires à la production de la chair et de la graisse.

On a reproché à ces aliments de donner une graisse huileuse et une viande de qualité inférieure, molle, et d'un goût désagréable. On s'est basé surtout pour établir ces griefs sur la faible consistance du lard

et le mauvais goût de la viande des pores ou sur la saveur désagréable des volailles soumises à ce régime alimentaire. Ces faits s'expliquent par la facilité avec laquelle la viande du porc fixe les principes aromatiques des substances qui ont servi à la nourriture de cet animal : *mais il est facile de remédier à cet inconvénient en supprimant le régime des tourteaux trois semaines ou un mois avant de sacrifier l'animal pour la boucherie*. En ce qui concerne les volailles, le grief ne doit pas être généralisé, car il tient essentiellement à des habitudes locales qu'il serait peut-être difficile, mais pas impossible de déraciner. Le reproche souvent adressé à certains nourrisseurs du Poitou d'engraisser leurs volailles avec des débris de poissons est trop souvent justifié par l'habitude prise dans ce pays de nourrir les oiseaux de basse-cour, presque exclusivement avec le tourteau de Noix, qui est un des plus sujets à rancir ; nous avons pu apprécier nous-mêmes à plusieurs reprises la saveur désagréable et répugnante des oies soumises à ce régime. *En supprimant le tourteau de Noix pour l'engraisement des volailles et en soumettant celles-ci à l'usage du tourteau d'Arachides, de Sésame, de Coton, on éviterait facilement l'inconvénient que nous avons signalé*. Pour l'atténuer encore, MM. GILL et DINGLER (1) ont conseillé d'ajouter aux tourteaux destinés à l'alimentation des volailles, une petite quantité de charbon pulvérisé, qui, par ses propriétés absorbantes, offrirait l'avantage de faire disparaître le goût d'huile.

Les tourteaux auxquels il faut donner la préférence pour l'engraisement des bestiaux sont ceux de Coton, de Sésame, de Lin, de Colza, d'Arachides, de Pavot, de Coprah.

D'une série d'expériences entreprises par WÖELKER sur la valeur nutritive comparée du tourteau de Coton décortiqué additionné de son poids de farine de Maïs, et du tourteau de Lin, dans l'engraisement des bovidés, il résulte que la préférence devra être accordée au premier, parce qu'il offre le double avantage d'accroître plus rapidement le poids de ces animaux et de coûter sensiblement moins cher que le tourteau de Lin. En songeant que ce dernier est considéré par l'unanimité des praticiens comme un des meilleurs tourteaux alimentaires, on peut s'expliquer le rôle prépondérant que joue actuellement le tourteau de Coton dans le commerce et dans l'alimentation des bestiaux. Il faut employer exclusivement les tourteaux de Coton *décortiqués* ou tourteaux d'Alexandrie, à la dose de 3 à 4 kilogrammes par jour.

MM. GAROLA et BENOIST ont expérimenté le tourteau de Sésame au point de vue de l'engraisement. Les résultats obtenus les ont amenés à conclure que l'alimentation avec ce tourteau est plus économique que l'alimentation avec les grains et que *les cultivateurs auraient avantage à vendre leurs grains plutôt que de les affecter à la nourriture des bestiaux*.

(1) *Journal d'agriculture pratique*, 1839, III, p. 287.

Un des tourteaux alimentaires les plus appréciés au point de vue qui nous occupe est le tourteau de Colza. KUHN le préfère même au tourteau de Lin pour l'engraissement des bestiaux, à cause du prix élevé de celui-ci. Sir ROBERT SMITH a fait de longues expériences sur l'emploi de ce tourteau pour l'alimentation des moutons, et il a constaté que l'addition quotidienne de 250 grammes de tourteau de Colza dans la nourriture des moutons procure une économie très sensible relativement au régime exclusif des racines. Voici d'après M. CORNEVIN quelques formules de rations pour animaux à l'engrais :

BOEUFs.

1° <i>Tourteau de Colza.</i>	1 kg. 500	3° <i>Tourteau d'Arachides.</i>	3 kg. »
Pommes de terre cuites.	20 kg. »	Pulpes de sucrerie.	40 kg. »
Regain.	10 kg. »	Luzerne.	5 kg. »
		Menues pailles.	5 kg. »
2° <i>Farines de Coco.</i>	1 kg. 500	4° <i>Tourteau de Coton.</i>	1 kg. 500
Farines quatrièmes.	2 kg. »	Drèche.	20 kg. »
Betteraves.	12 kg. »	Graines de Foin.	5 kg. »
Trèfle.	12 kg. »		

MOUTONS.

1° <i>Tourteau de Colza.</i>	0 kg. 400	2° <i>Tourteau d'Arachides.</i>	0 kg. 500
Carottes.	1 kg. »	Orge.	0 kg. 300
Luzerne.	2 kg. »	Pulpes de sucrerie.	2 kg. »
		Foin.	1 kg. »
		3° <i>Tourteau de Sésame.</i>	0 kg. 300
		Recoupes.	0 kg. 300
		Betteraves.	2 kg. »
		Regain.	1 kg. »

PORCS.

1° <i>Tourteau de Pavot.</i>	0 kg. 250	2° <i>Farine de Coco.</i>	0 kg. 250
Farine d'Orge.	0 kg. 500	Déchets d'abattoir cuits.	0 kg. 500
Pommes de terre cuites.	4 kg. »	Pommes de terre.	3 kg. »
Eaux de vaisselle.	5 litres.	Lait de beurre.	2 litres

Influence sur la laine. — L'expérience a démontré que l'alimentation au moyen des tourteaux donne un lustre particulier au poil des bovidés et à la laine des moutons. Le fait est facile à constater sur les divers animaux qui figurent dans les concours agricoles, et qui tous ont été soumis à ce régime alimentaire. L'industrie tire parti de cette particularité : c'est ainsi que les laines européennes provenant de moutons engraisés avec le tourteau de Colza sont utilisées pour préparer les étoffes lustrées et poilues, qui, en Angleterre, tendent à remplacer la soie ; les laines de provenance étrangère, fournies par des moutons soumis à un régime tout différent, sont fines et courtes et servent à préparer des tissus superfins.

Influence sur le fumier. — Le fumier constitue pour l'agricul-

teur un profit très appréciable et qui, dans les mauvaises années, est parfois le seul bénéfique qu'il retire de son cheptel. La valeur de ce produit est liée surtout à sa richesse en azote et sa teneur en sels minéraux. L'expérience a démontré que le fumier est d'autant plus riche que la nourriture de l'animal est plus riche en azote et en sels. Les tourteaux étant plus riches que tous les autres aliments végétaux en principes azotés, et tous ces principes azotés n'étant pas assimilés, il y en a une certaine proportion qui n'est pas utilisée par l'organisme. Cette proportion, ajoutée à celle des principes qui, usés par la vie, sont devenus inutiles à l'économie animale, est expulsée avec les déjections sous forme d'engrais. D'après M. DUFOUR, de Boulogne, les animaux ne s'assimilant que 66 p. 100 du tourteau contenu dans la ration alimentaire, le reste, qui passe dans les déjections, augmente la richesse et la qualité du fumier dans la proportion de 10 p. 100.

§ III. — DES TOURTEAUX AU POINT DE VUE THÉRAPEUTIQUE

A ces divers avantages que procure l'usage des tourteaux viennent s'ajouter ceux que l'on peut retirer de leur emploi dans certaines affections auxquelles le bétail se trouve souvent exposé. On les emploie comme curatifs ou préventifs.

C'est ainsi que M. DECROMBECQUE a pu constater leurs effets salutaires dans le traitement de la *pousse* des chevaux, affection qui se manifeste chez les chevaux nourris exclusivement avec des fourrages grossiers et pauvres, tels que les foins des prairies marécageuses et les menues pailles, ou une forte proportion de drèches liquides et de pulpes non pressées. Cette alimentation vicieuse n'a pas seulement pour résultat d'entraîner, chez les jeunes animaux qui y sont soumis, une déformation consistant dans un développement anormal de leur abdomen, mais elle produit encore chez eux des troubles gastriques, des coliques, de la diarrhée et du tympanisme. Pour guérir cette maladie, M. DECROMBECQUE recommande l'emploi de tourteaux mélangés à d'autres aliments dans les proportions suivantes :

Tourteaux mélangés.....	2 kilog.
Avoine.....	8 litres.
Foin haché.....	2 kilog.
Paille hachée.....	10 kilog.

COLOMBEL a pu constater que la *météorisation*, si fréquente chez les vaches alimentées au moyen des racines crues, et principalement avec des betteraves, ne se produit jamais chez celles qui sont soumises au régime alimentaire des tourteaux.

La *cachexie aqueuse* ou *pourriture*, qui sévit principalement sur les troupeaux de moutons qui paissent dans les pâturages humides, peut, selon M. MOLL, professeur d'agriculture au Conservatoire des Arts et

Métiers, être prévenue ou guérie par l'emploi des tourteaux de Colza et de Navette, administrés, à la dose quotidienne de 250 grammes, et mélangés avec 1 kilogramme de foin haché et quelques grammes de sel marin.

§ IV. — DES TOURTEAUX DANGEREUX

Parmi les graines oléagineuses qui concourent à la production des tourteaux, il en est quelques-unes qui renferment, au nombre de leurs éléments, des principes irritants et même toxiques ; leurs tourteaux ne peuvent être employés pour l'alimentation du bétail qu'à des doses très faibles, dans des conditions qui varient avec la nature et l'âge de l'animal, ou après avoir subi des préparations qui atténuent leurs propriétés dangereuses. D'autres graines sont éminemment toxiques, et, à ce titre, *leurs tourteaux doivent être absolument proscrits pour la nourriture du bétail et utilisés seulement comme engrais.*

Dans la première catégorie nous rangerons : les tourteaux de Colzas exotiques, de Moutardes, de Mohwra, de Faines et de Coton ; à la deuxième catégorie appartiennent les tourteaux d'Amandes amères, de Belladone, de Ricin, de Croton, de Pignon d'Inde et de Bancoulier.

Comme les autres graines de Crucifères, les Colzas de l'Inde et les Moutardes renferment au nombre de leurs éléments un ferment spécial, qui paraît être le même dans les diverses graines, et un glucoside qui est de nature variable. Tant que ces graines restent entières, ces deux principes, localisés dans des cellules spéciales, n'exercent aucune action l'un sur l'autre ; aussi les graines peuvent-elles être consommées entières, en notable proportion, sans occasionner le moindre accident ; c'est ainsi qu'on peut absorber comme curatif de la constipation plusieurs cuillerées de graine de Moutarde blanche ; mais si on écrase ces graines en présence de l'eau froide ou tiède, les deux principes mis en liberté par la dissociation des cellules qui les contenaient, réagissent l'un sur l'autre et produisent une essence sulfurée, dont la composition et les propriétés irritantes ou toxiques varient avec la nature de la graine. C'est ainsi que la Moutarde noire passe pour être plus active que la Moutarde blanche, et que le Ravison est bien plus actif que le Colza. L'eau bouillante, en coagulant le ferment, s'oppose à sa réaction sur le glucoside et empêche la formation d'huile essentielle. Il suit de là que les tourteaux de Navette et de Colza indigènes doivent être préférablement administrés sous forme de poudre ou concassés, et que *l'on doit éviter de les employer sous forme de buvées froides ou tièdes.* Si on les administre dans l'eau, il faut que celle-ci soit bouillante pour coaguler le ferment ou que les buvées aient été soumises à l'ébullition, qui chassera l'huile volatile. A cause de l'irritation exercée sur

l'appareil digestif par leur huile essentielle, les tourteaux de Moutarde sont réservés pour l'agriculture.

Comme dans les Moutardes, l'huile essentielle se développe dans les Amandes amères, seulement au contact de l'eau et par l'action de l'émulsine sur le glucoside spécial, l'amygdaline. Il en est de même pour plusieurs graines de Rosacées et notamment pour les graines d'Abricotier, dont l'huile remplace communément l'huile d'amandes douces dans le commerce, où elle est désignée sous le nom d'huile de noyaux.

Les Faines renferment un alcaloïde encore indéterminé, mais doué de propriétés toxiques, qui est localisé dans le péricarpe. Quand on voudra utiliser le tourteau de Faines pour l'alimentation du bétail, il faudra que ces graines aient été préalablement décortiquées.

Les recherches entreprises par M. CORNEVIN à la suite d'accidents consécutifs à l'ingestion de tourteau de Coton, ont permis à cet expérimentateur de constater que les graines de Cotonnier renferment *un principe toxique insoluble dans l'huile et qui, localisé principalement dans l'amande, existe aussi en faible proportion dans le spermoderme*. Les jeunes animaux sont surtout très sensibles à l'action de ce principe; aussi est-il indiqué de ne l'administrer qu'à des animaux qui ont atteint leur développement complet et de ne le leur donner qu'en proportion modérée, que l'on peut cependant augmenter progressivement.

Les graines d'Euphorbiacées médicinales (Ricin, Croton, Pignon d'Inde) contiennent, indépendamment de leur huile, qui est douée de propriétés très différentes, des principes toxiques azotés qui ne sont pas très nettement définis encore et qui, insolubles dans l'huile, se retrouvent presque en totalité dans le tourteau et dans un état de concentration qui rend celui-ci plus nocif que la graine. C'est ce qui explique les accidents qui se manifestent chaque année à la suite de l'ingestion de tourteaux de Ricin, que l'on a introduits frauduleusement dans des tourteaux alimentaires, sans se rendre compte de leurs effets toxiques, ou que l'on a substitués par mégarde à des tourteaux inoffensifs. La toxicité de ce produit est assez grande pour que certains tourteaux sans danger aient acquis des propriétés vénéneuses, pour avoir été simplement préparés dans des presses qui, après avoir servi à exprimer des graines de Ricin, n'avaient pas été suffisamment nettoyées.

Dans la Souabe et le Wurtemberg on extrait l'huile fixe que renferment les graines de Belladone. Le tourteau qui constitue le résidu de cette expression est très toxique et ne saurait être utilisé que comme engrais.

Indépendamment des accidents occasionnés par ces tourteaux, et qui tiennent essentiellement à la nature de la graine qui a servi à les préparer, il faut signaler ceux qui peuvent être occasionnés par les tourteaux mélangés de graines étrangères ou de substances douées de propriétés toxiques. C'est ce qui pourrait se produire avec un tour-

teau de Lin renfermant des proportions considérables de Nielle des Blés ou d'Ivraie. Tel est encore le cas qui s'est présenté pour certains tourteaux falsifiés par le *sulfate de baryte*.

Les tourteaux, en raison de leur nature et de l'état de division dans lequel se trouvent leurs éléments, sont des produits très altérables et très propres à être envahis par les moisissures. C'est ainsi que BE-NECKE a constaté l'existence à peu près constante de champignons dans les divers tourteaux de Ricin qu'il a examinés. Nous pensons comme lui que plusieurs des accidents consécutifs à l'ingestion de certains tourteaux préparés avec des graines inoffensives, n'ont pu être occasionnés que par des champignons (moisissures) qui trouvent dans une substance aussi riche en matières albuminoïdes, un élément des plus favorables à leur développement.

CHAPITRE CINQUIÈME

LES TOURTEAUX EMPLOYÉS COMME ENGRAIS

Les progrès réalisés par les sciences naturelles et chimiques ont amené une transformation profonde dans l'industrie agricole. Du jour où, renonçant à des pratiques routinières qui trop souvent les conduisaient à des insuccès qu'ils ne pouvaient expliquer, les cultivateurs ont bien voulu suivre les indications qui leur étaient fournies par d'habiles expérimentateurs et des savants désintéressés, à propos de la nature du sol et de l'action de l'air et des engrais sur le développement des plantes, l'agriculture a cessé d'être un art empirique pour devenir une science bien définie, reposant sur des préceptes sanctionnés par l'expérience. Les savants qui ont le plus contribué à opérer cette transformation sont, en France, MM. PAYEN, BOUSSINGAULT, VILMORIN, DE GASPARIN, BARRAL, DEHÉRAIN, BERTHELOT, GRANDEAU, MÜNTZ et GIRARD. Ce sont eux qui ont conduit nos agriculteurs à utiliser, pour le plus grand profit de notre sol national, une quantité énorme de résidus industriels dont on avait jusqu'alors complètement méconnu la valeur : les uns en nous faisant connaître la théorie de la nitrification, les autres en déterminant la composition chimique de ces produits si complexes, les autres en multipliant leurs efforts et leurs expériences pour éclairer les cultivateurs et détruire leurs préjugés encore trop nombreux.

Causes de l'efficacité des tourteaux comme engrais. —

L'efficacité d'un engrais dépend de sa richesse en principes azotés et en phosphates et de la facilité avec laquelle les principes azotés se transforment en azote assimilable. Si l'association de l'azote et de l'acide phosphorique est rigoureusement indispensable à la nutrition végétale, les autres principes (sels minéraux, matières organiques), ont moins d'importance au point de vue de la composition des engrais, car les plantes les trouvent habituellement dans le sol, où ils sont bien plus abondants que les principes azotés, qui sont, en effet, susceptibles, en se décomposant, de donner des produits volatils.

Les expériences de BOUSSINGAULT ont établi que *les matières organiques les plus riches en azote sont aussi les plus riches en acide phosphorique*. La graine, véritable plante à l'état de vie ralentie et qui a pour rôle physiologique la reproduction de l'espèce, est, à l'époque de sa maturité, l'organe végétal le plus riche en principes albuminoïdes et en phosphates. La pression très forte à laquelle on la soumet pour la débarrasser de la plus grande quantité de l'huile qu'elle contient, a pour résultat de concentrer encore dans le tourteau les principes fertilisants qui constituent la valeur des engrais.

Valeur des tourteaux comme engrais. — On désigne sous le nom d'engrais *complet*, celui qui peut subvenir à toutes les exigences organiques et minérales de la récolte pour laquelle on l'utilise. Il convient même que cet engrais laisse dans le sol un excédent de principes fertilisants, afin d'augmenter le *capital dormant* que doivent renfermer les terres bien cultivées. Si l'un ou plusieurs des principes nécessaires aux plantes n'existent pas dans un engrais, ou si les plantes en exigent plus qu'il n'en renferme, cet engrais est dit *incomplet*. L'emploi d'un pareil engrais, au lieu d'entretenir la fertilité des terres, aura pour résultat de produire des récoltes chétives quand la réserve des principes fertilisants contenue dans le sol sera épuisée.

Le bon fumier de ferme est considéré comme un engrais complet, et pendant longtemps il a été à peu près exclusivement employé pour entretenir la fertilité des terres. Si on compare sa composition chimique à celle de deux tourteaux choisis parmi les plus riches et les plus pauvres de cette catégorie de produits, on obtient les résultats suivants :

Éléments constituants.	Fumier de ferme. (PAYEN et BOUSSINGAULT.)	Tourteau de Palmiste.	Tourteau de Sésame.
Eau.	79,3	12,45	9,95
Huile.	traces	10,10	9,68
Matières organiques.	14	73,87	66,59
Azote de ces matières.	0,40	2,40	6,34
Sels minéraux.	6,70	3,58	13,78
Acide phosphorique de ces sels.	0,201	1,20	2,03
Potasse.	0,523	0,55	4,41

La comparaison de ces chiffres établit *qu'au point de vue de leur teneur en azote et en acide phosphorique, les tourteaux sont bien plus riches que le fumier*, et à cause de la proportion considérable du premier de ces principes fertilisants, on leur a donné le nom d'*engrais concentrés*; mais les rapports qui existent entre la proportion d'azote et celles de l'acide phosphorique et de la potasse les font ranger dans la catégorie des engrais *incomplets*. *Tout en constituant d'excellents engrais azotés, ils ne peuvent remplacer le fumier dans tous les cas; employés seuls, ils fournissent parfois des résultats peu avantageux,*

même défavorables, et ruinent la terre pour quelque temps. Pour remplacer le fumier, ils doivent trouver dans le sol les éléments fertilisants qui leur manquent, ou bien être additionnés d'acide phosphorique à l'état de phosphates, de superphosphates ou de scories de déphosphoration. Comme pour les tourteaux alimentaires, leur emploi doit être judicieux, ils doivent être appropriés aux diverses cultures et subordonnés à certaines circonstances que nous envisagerons successivement. Pour retirer de leur emploi tous les avantages pratiques qu'ils comportent, il faut tenir compte de la composition et de la nature du sol, des conditions climatologiques, de la saison et des cultures précédentes.

Composition chimique. — L'analyse des tourteaux destinés à servir d'engrais comprend le dosage de l'eau, de l'huile, des matières organiques et des sels qu'ils renferment. Ce dosage est complété par celui de l'azote contenu dans les matières organiques, celui de l'acide phosphorique et de la potasse contenus dans ces sels.

Le tableau suivant, qui est emprunté au si remarquable ouvrage de DECUGIS, donne la composition moyenne des divers tourteaux. Les chiffres qui y sont consignés représentent la moyenne de trois ou quatre analyses effectuées sur chacun d'eux par divers chimistes familiarisés avec ce genre d'opérations et jouissant tous d'une grande autorité.

On sera peut-être étonné de voir figurer dans ce tableau des tourteaux qui, à cause de leur prix relativement élevé, sont plus généralement réservés pour l'alimentation des bestiaux. Indépendamment des circonstances toutes particulières qui peuvent déterminer certains agriculteurs à utiliser les tourteaux comme engrais, *nous rappellerons que des tourteaux, primitivement destinés à servir d'aliments, peuvent avoir subi, sous l'influence d'une conservation défectueuse, des altérations qui les rendent impropres à cet usage ; ils sont généralement revendus à vil prix et utilisés comme engrais* : il en est de même des tourteaux alimentaires, dans lesquels l'analyse aurait signalé l'existence de graines ou de substances minérales étrangères. La présence du tourteau de Ravison dans un tourteau de Colza alimentaire suffit pour faire annuler une vente. Au lieu de détruire ou d'incinérer ces produits, comme on le fait pour les aliments destinés à la nourriture de l'homme, qui ont été reconnus falsifiés, il est préférable de les utiliser comme engrais.

L'expérience agricole a démontré que la terre ne conserve sa vertu productive que si on lui rend, sous forme d'engrais et suivant son état plus ou moins avancé d'épuisement, la totalité ou tout au moins une bonne partie des principes qui lui ont été enlevés par les diverses récoltes. Cette loi de restitution, considérée comme absolue par la majorité des agriculteurs, ne doit cependant être adoptée qu'avec

réserve. Les perfectionnements apportés dans les méthodes de chimie analytique permettant de doser assez exactement les principes fertilisants contenus dans le sol et ceux que les plantes leur enlèvent, il sem-

COMPOSITION CHIMIQUE DES TOURTEAUX-ENGRAIS

DÉSIGNATION DES TOURTEAUX	EAU	HUILE	MATIÈRES ORGANIQUES	AZOTE DE CES MATIÈRES	SELS	ACIDE PHOSPHO- RIQUE	POTASSE
Arachides brutes	10,5	8,12	75,62	5,37	5,75	0,59	»
— décortiquées	12,42	7,9	74,81	7,51	4,86	1,33	1,50
Bancoul décort. (Noix)	10,25	5,5	71,85	7,65	12,4	3,68	»
Béraf gros	10,2	7,16	72,17	4,89	10,47	1,45	»
— petit	10,45	8,25	73,44	4,42	7,8	1,76	»
Cameline	11,4	9,22	71,7	4,93	7,67	1,87	»
Chènevis	9,87	6,2	78,27	4,91	6,0	1,89	»
Colza d'Europe	11,97	11,10	69,82	4,9	6,95	2,83	1,36
— exotique	8,58	8,29	74,17	5,53	8,96	1,98	1,25
Coprah	12,4	4,7	76,4	3,86	6,5	1,12	2,54
Coton brut	10,52	6,18	77,07	3,89	6,42	1,24	1,65
— décortiqué	10,0	16,40	65,7	6,55	7,90	3,05	1,58
— cotonneux	9,0	6,10	79,15	3,20	5,7	1,6	»
Courge brut	10,7	11,5	70,75	6,68	7,05	2,33	»
— décortiqué	12,0	11,4	68,5	8,9	8,10	»	»
Faines brutes	10,0	4,2	78,42	3,85	6,10	1,05	0,72
— décortiquées	12,50	7,50	72,30	5,94	7,7	»	»
Lin indigène	10,72	9,89	72,40	5,04	7,01	2,15	1,29
— exotique	9,6	9,55	75,13	5,39	6,16	1,54	»
Madia	11,20	15,0	67,1	5,06	6,7	3,4	»
Maffouraire nat.	9,05	13,20	65,87	2,65	11,88	0,86	»
— repassé	10,03	6,75	69,32	3,03	13,90	0,91	»
Maïs	11,4	9,89	70,47	2,56	8,24	3,42	»
Moutarde blanche	10,55	11,82	71,32	5,81	6,26	2,05	»
— noire	9,8	12,10	71,8	5,15	6,30	1,67	1,20
— sauvage	12,13	10,75	61,42	5,12	1,27	1,99	»
Navette	9,44	11,25	70,65	4,63	8,04	1,58	1,46
Niger	12,02	5,78	74,19	5,01	7,97	1,72	»
Noix	9,9	10,7	75,3	5,39	4,10	1,39	1,54
Olive grignon	10,50	10,85	75,91	0,81	2,74	0,09	»
— pulpe de recense	13,85	29,15	54,52	0,97	2,48	0,07	»
— repassée	12,37	»	»	1,30	4,46	0,20	»
Palmiste naturel	9,22	13,55	72,68	2,39	4,54	1,16	0,55
— repassé	11,65	1,12	82,14	2,68	5,09	1,19	»
Pavot d'Europe	10,67	10,5	70,08	5,88	9,67	2,53	1,98
— de l'Inde	11,57	6,33	67,57	5,81	6,25	2,88	»
Pignons d'Inde	9,29	17,0	71,5	3,14	7,67	1,51	»
Raisins (Pépins)	10,40	10,6	72,40	2,31	6,6	0,66	»
Ravison	10,92	6,22	65,43	4,99	17,42	1,02	1,44
Ricin brut	9,79	8,25	70,78	3,67	10,65	1,62	1,12
— décortiqué	10,38	8,75	70,37	7,42	10,50	2,26	»
Sésame blanc	9,44	10,0	67,99	5,81	12,57	2,07	»
— noir	9,95	9,68	66,59	6,34	13,78	2,03	1,45
— roux	9,3	11,15	66,83	6,14	12,72	1,61	»
Touloucouna brut	12,65	9,99	70,15	2,68	7,20	0,86	»
— décortiqué	12,50	4,46	78,22	4,37	4,82	»	»
Tournesol brut	11,9	10,45	71,81	3,27	5,84	1,39	»
— décortiqué	10,0	12,2	67,2	5,44	10,60	2,13	1,17

blerait de prime-abord qu'il est facile de restituer au sol les éléments qui lui font défaut; mais si l'on passe de la théorie à la pratique, ce problème de la restitution se trouve singulièrement compliqué par les influences météorologiques et par de nombreuses incertitudes résultant de l'analyse de la plante, de la nature du sol et de sa faculté d'absorption.

Il est bien établi aujourd'hui que la même plante peut présenter une composition très différente selon la nature du sol dans lequel elle a végété; mais il est très difficile de se prononcer sur l'importance physiologique et sur l'utilité des divers principes qui la constituent, ainsi que sur leur mode de combinaison. La forte proportion de silice que l'analyse révèle dans la tige des Graminées pourrait faire supposer que ce principe est indispensable à la rigidité des pailles: cependant il ressort clairement des expériences de M. I. PIERRE que la silice ne réussit nullement à empêcher la verse des Blés. La potasse, qui existe en proportion minime dans les cendres du Froment et en quantité bien plus considérable dans celles des Betteraves, a cependant une influence prépondérante dans le développement du premier et n'exerce aucune action sur celui des Betteraves. Si l'on ajoute à cela que les substances minérales existent dans les plantes sous des états très différents, on comprendra facilement que *l'analyse des cendres d'une plante ne peut pas fournir d'indication précise sur la nature de l'engrais qu'il convient de lui donner.*

L'analyse chimique d'un sol permet d'y doser l'azote, les phosphates, la chaux, la potasse et l'humus, qui sont les principes fertilisants, mais elle ne peut fournir de renseignements précis sur l'état de fertilité de ce sol, ni indiquer les quantités d'ammoniaque et d'acide nitrique qui se formeront pendant la végétation et qui seront successivement assimilés par les plantes.

Avant d'être assimilés, les principes fertilisants contenus dans le sol ou fournis par les engrais doivent subir des transformations, qui s'opèrent d'une façon constante mais qui peuvent être retardées ou accélérées par les influences météorologiques, ainsi que par la faculté d'absorption des terres. Ces transformations sont toujours trop lentes pour que tous les principes fertilisants qui peuvent être rendus assimilables soient assimilés par la quantité énorme de plantes que notre système de culture accumule sur le sol: une partie de ces principes échappera fatalement à l'action des racines, et une autre est rendue inactive pour un temps plus ou moins long. L'analyse chimique pourra bien indiquer la totalité des éléments fertilisants du sol sans indiquer la proportion de ceux qui sont actifs et de ceux qui sont paralysés.

L'agriculteur devra toujours utiliser ses connaissances pratiques pour se rendre compte de l'état de fertilité de son sol. En ensemençant des portions limitées de ce sol, il pourra apprécier par l'état des pro-

duits obtenus, les éléments fertilisants qui lui manquent et ceux qu'il possède. L'épuisement de la terre se manifeste par l'état rabougri que les plantes possèdent dans leur ensemble et par les faibles dimensions de leurs organes extérieurs. Si les feuilles venues les premières se décolorent et se fanent à mesure que les nouvelles apparaissent, c'est une preuve que le sol manque d'humus ou d'engrais azotés ; si ces feuilles sont chétives, peu abondantes, il y a indice de pénurie de potasse et de chaux ; la faible proportion des graines et leur déformation révéleront que la terre manque de phosphates.

Pour obtenir des indications analogues, G. VILLE conseillait de faire, sur des carrés de 1 à 2 mètres de superficie, des semis juxtaposés de Pois et de Froment. *Quand les deux plantes réussissent également bien, le sol est pourvu en quantité suffisante de sels minéraux et de principes azotés. Si les Pois réussissent et si le Froment ne donne qu'un rendement moyen, la terre est pourvue de principes minéraux, mais elle manque de matières azotées, ou inversement.*

Action chimique et physiologique des tourteaux. — Les plantes, pour vivre, décomposent de l'eau, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque en leurs éléments constituants, qu'elles s'assimilent en totalité ou en partie. Ces divers principes leur sont fournis par l'air, l'eau des pluies, et par les matières organiques qui sont contenues dans le sol ou qu'on y mélange sous forme d'engrais.

L'action des tourteaux envisagée au point de vue de l'engraisement du sol est très complexe.

Introduits dans le sol, ils y trouvent de l'air et de l'eau, qu'ils absorbent. Les matières albuminoïdes, qu'ils renferment au nombre de leurs éléments constituants, contiennent de l'azote et, comme toutes les matières azotées, sont très rapidement décomposables. Le résultat de cette décomposition est la formation d'une notable proportion d'ammoniaque, qui, rencontrant dans le sol une multitude de microorganismes spéciaux, se *nitrifie* peu à peu.

En se décomposant, les matières albuminoïdes jouent le rôle de ferment vis-à-vis des matières ternaires qui entrent dans la composition des tourteaux. Sous cette influence, l'oxygène, le carbone et l'hydrogène de ces matières se changent en eau et en acide carbonique : l'acide se dissout dans l'eau et facilite la dissolution de certains sels peu solubles ; une partie se combine avec l'ammoniaque provenant de la décomposition des matières albuminoïdes et forme du carbonate d'ammoniaque soluble qui est absorbé par les racines ; l'air qui pénètre alors plus facilement dans le sol, se renouvelle autour des matières organiques qui y sont enfouies et facilite leur décomposition.

Les substances organiques altérées, après avoir perdu leur azote et la plus grande partie de leur hydrogène, constituent l'*humus* qui, par

l'oxydation lente de son carbone et de son hydrogène sous l'influence d'organismes microscopiques, devient pour la plante une source d'acide carbonique et d'eau. Quand la plus grande partie de son carbone a disparu, cet humus s'est transformé en une matière noire peu altérable. S'il n'est pas bien défini, le rôle de l'humus est incontestable comme indice de fertilité du sol. Les expériences entreprises par les agronomes les plus compétents tendent à démontrer que le sol est d'autant moins fertile qu'il renferme moins d'humus.

Les observations recueillies sur l'influence de l'huile qui reste dans les tourteaux obtenus par pression ont donné des résultats contradictoires. Très peu d'agriculteurs ont assigné un rôle utile à cette huile : la plupart de ceux qui ont obtenu des insuccès à la suite de l'emploi des tourteaux ont cru devoir les rapporter à l'huile qui y était contenue ; les uns ont attribué cette action défavorable à la viscosité de l'huile qui, empêchant l'action de l'air et de l'humidité, s'opposerait aux fonctions absorbantes des racines ; les autres ont prétendu qu'à cause de l'état de division extrême sous lequel elle se trouve dans les tourteaux, l'huile s'altère très rapidement et acquiert une réaction acide qui empêche la germination des graines. Les expériences entreprises sur ce point par MM. MÜNTZ et GIRARD ne justifient pas ces suppositions et leur ont permis de constater que les graines enduites d'huile, soit directement, soit par le contact des tourteaux oléagineux, ne perdent nullement leur faculté germinative. Dans le cours de leurs expériences, ces auteurs ont reconnu que les tourteaux sont des produits très altérables, ayant une grande tendance à se laisser envahir par les moisissures et à se putréfier ; dès lors les graines qui sont en contact immédiat avec ces tourteaux ainsi altérés, peuvent s'infecter facilement et s'arrêter dans leur développement si elles ont commencé à germer, mais le même fait se produira aussi bien avec des tourteaux repassés qu'avec des tourteaux pressés. C'est pourquoi *il est recommandé aux agriculteurs qui font usage de ces produits comme engrais, de ne pas les utiliser immédiatement avant ou après l'ensemencement et d'éviter surtout de les mélanger avec les graines pour l'épandage simultané, ou encore de mettre dans le même sillon la graine et le tourteau.*

La valeur fertilisante des tourteaux-engrais étant liée à leur richesse en azote, en acide phosphorique et en potasse, et l'action de l'huile étant considérée comme nulle, il suit de là que les tourteaux devront être d'autant plus appréciés qu'ils renferment moins d'huile, et que l'agriculteur devra préférer les tourteaux repassés qui sont à peu près privés de ce principe, aux tourteaux pressés qui en renferment environ de 6 à 15 p. 100.

De la facilité d'assimilation dans le sol. — Les transformations diverses que subissent les tourteaux avant d'être assimilés ne

s'opèrent pas dans tous ces produits avec la même rapidité. Aussi, dans le nord de la France, où l'on en fait une très grande consommation, on classe ces produits en deux catégories, désignées sous les noms de *tourteaux froids* et de *tourteaux chauds*. Les premiers sont très actifs et agissent immédiatement ; les seconds ont une énergie moins grande et durent plus longtemps. Les tourteaux de Sésame, de Pavot, de Ricin sont rangés dans la première catégorie ; à la seconde appartiennent les tourteaux d'Arachides, de Colza, de Ravison et de Lin.

Les tourteaux étant considérés comme des engrais secs et lents, on comprend que leur efficacité et leur décomposition en produits assimilables soient subordonnés à la présence d'une humidité convenable. En conséquence, *il faut les répandre autant que possible par un temps qui présume la pluie*. Par un temps sec qui se prolongerait pendant plusieurs semaines, les effets se feraient difficilement sentir sur les plantes pour lesquelles on a voulu les utiliser : ils courent alors le risque de ne se manifester que sur les récoltes suivantes. En comparant les excédents de récolte fournis par les mêmes tourteaux employés à des époques différentes, on a pu constater des écarts assez importants. *L'époque qui paraît la plus avantageuse pour l'épandage des tourteaux est la fin de l'hiver, de façon à ce qu'ils aient le temps et l'humidité nécessaires pour se décomposer. Cette époque paraît plus favorable que le printemps, surtout quand on veut utiliser des tourteaux froids comme ceux d'Arachides, de Colza et de Ravison.*

Pour les semences qui se font au printemps, il faut préférer l'emploi de tourteaux à action rapide, comme ceux de Pavot, de Sésame, de Ricin et les employer le plus longtemps possible avant les semis, afin qu'ils aient le temps de se décomposer et exercer leur action fertilisante sur les végétaux auxquels ils sont destinés.

La durée d'action des tourteaux est très variable. L'humidité étant nécessaire à leur décomposition, ils agiront comme des engrais lents dans les années de sécheresse et comme engrais actifs dans les années pluvieuses. *Dans le Nord, où il pleut souvent, leur action se prolonge rarement au delà d'une année, tandis que dans le Midi elle se fait souvent sentir encore au bout de deux à trois ans.* Cette durée est encore influencée par la constitution physique du sol et la manière de le cultiver, les binages et les arrosages fréquents.

Les tourteaux-engrais conviennent-ils à tous les sols ?

— Tous les terrains ne sont pas également favorables à l'emploi des tourteaux, et envisagés sous ce rapport, ils peuvent même être classés en trois catégories : 1° ceux pour lesquels l'emploi des tourteaux est contre-indiqué ; 2° ceux où leur emploi doit être complété par celui d'autres engrais ; 3° ceux chez lesquels leur usage exclusif est possible.

Dans la première catégorie, il faut placer les terres argileuses, qui, à cause de leur ténacité, sont impropres à toutes cultures, et les terres de bruyère, qui sont trop acides.

A la deuxième catégorie appartiennent les terrains siliceux et glaiseux, qui ne contiennent pas de carbonate de chaux. L'expérience ayant démontré d'une part que le carbonate de chaux se trouve généralement accompagné dans les terres par les phosphates de chaux et de magnésie qui sont indispensables à la fertilité du sol; d'autre part, les tourteaux étant surtout des engrais azotés relativement pauvres en acide phosphorique, il sera nécessaire, quand on voudra les utiliser pour ces terrains, de compléter leur action par l'addition de poudre d'os, de superphosphate ou de scories de déphosphoration. Si ces terrains manquaient de potasse, il serait également nécessaire de compléter la fumure aux tourteaux par l'emploi de cendres ou d'autres engrais riches en principes alcalins.

Les terrains chez lesquels l'usage des tourteaux est possible sont principalement les terrains argilo-calcaires, les sables calcaires, les terrains crayeux et les limons. M. DE GASPARIIN a observé constamment que la nature calcaire du sol donne une très grande activité aux tourteaux, et facilite la transformation de l'azote de la caséine végétale en ammoniacque.

L'emploi des tourteaux seuls donne aussi d'excellents résultats dans les terrains riches en humus. Agissant comme ferments, ils provoquent une décomposition rapide de la matière azotée, qui se traduit par une végétation bien plus vigoureuse et une récolte plus abondante. C'est ainsi qu'en fumant avec des tourteaux des terrains renfermant 7 p. 100 d'humus, on a pu augmenter la production de céréales dans la proportion de 100 à 140 hectolitres.

L'usage des tourteaux-engrais est-il applicable à toutes les cultures végétales ? — Cette application des tourteaux est subordonnée à la nature des diverses plantes. Elle se trouve toute indiquée pour la culture des espèces végétales qui ont fourni les tourteaux-engrais : c'est ainsi que ceux de Lin, de Colza, de Pavot constituent d'excellents engrais pour ces mêmes plantes.

L'emploi des tourteaux est également plus avantageux que celui du fumier pour les plantes annuelles, qui accomplissent les diverses phases de leur évolution dans un temps très court, parce qu'ils produisent tout leur effet après une ou deux années, tandis que l'effet du fumier, bien plus lent, se fait encore sentir au bout de cinq à six ans.

Très riches en matières albuminoïdes, les tourteaux seront avantageusement employés seuls pour les plantes riches en azote; pour la culture des plantes avides d'acide phosphorique, telles que le Navet, il faut compléter leur action par l'emploi des phosphates.

Quand les plantes sont très épuisantes, comme le Tabac, il faut,

concurrentement avec la fumure aux tourteaux, recourir à l'emploi du fumier ou de l'engrais flamand.

Des quantités de tourteaux-engrais nécessaires pour obtenir de bons résultats. — La dose employée varie singulièrement selon les pays et les cultures. En Angleterre et en Flandre, on emploie les tourteaux à la dose de 1.000 à 2.200 kilogrammes par hectare pour le Blé et le Lin, jusqu'à celle de 12.000 kilogrammes pour le Tabac. Dans le Bolonais, où l'on cultive le Chanvre, la quantité en usage est par hectare de 1.700 kilogrammes de tourteau de Chênevis, de Lin ou de Noix. Aux environs de Douai et de Béthune, où l'on fait une très grande consommation de tourteaux, on emploie 1.000 à 1.200 kilogrammes de ces produits par hectare pour le Blé et 2.000 à 2.500 kilogrammes pour les Betteraves. D'après MATHIEU DE DOMBASLE, 1.250 kilogrammes de tourteau de Colza pourraient produire par hectare le même avantage que 30 à 40.000 kilogrammes de fumier de ferme.

Pour les céréales, la dose la plus recommandable est celle de 400 kilogrammes par hectare.

Équivalent des tourteaux comme engrais. — La valeur agricole des engrais repose principalement sur leur richesse en azote organique et en acide phosphorique à l'état de phosphates; aussi toutes les transactions concernant le commerce de ces produits mentionnent-elles habituellement la quantité de ces deux principes fertilisants qui y est contenue. La consommation de ces produits d'une part se développant d'année en année et tendant avec juste raison à se généraliser sur tous les points de notre territoire; d'autre part, le nombre des tourteaux mis en circulation étant assez important, il est intéressant pour un agriculteur peu familiarisé avec l'emploi de ces produits, de pouvoir se renseigner sur leur valeur comparée et sur l'avantage qu'il peut retirer soit de leur substitution au fumier de ferme, soit de la substitution d'un tourteau à l'autre.

Le fumier de ferme, qui est considéré comme le type des engrais complets, contient en moyenne 0,40 p. 100 d'azote organique et 0,20 p. 100 d'acide phosphorique. On représente par 100 le poids de son équivalent.

On appelle équivalent d'un engrais le poids de cet engrais, qui contient autant d'azote ou d'acide phosphorique qu'il en existe dans 100 kilogrammes de fumier de ferme type. Si cet engrais est trois fois plus riche que le fumier en azote ou acide phosphorique, son équivalent sera le tiers de 100, c'est-à-dire 33,3. Ce qui revient à dire que 33 kgr. 3 de cet engrais équivalent à 100 kilogrammes de fumier de ferme, au point de vue de leur teneur en azote ou en acide phosphorique.

Le tableau que nous avons reproduit page 69 permettra de fixer rapidement l'équivalent des divers tourteaux-engrais.

Si l'on veut, par exemple, déterminer l'équivalent azoté du tourteau de Sésame blanc, qui contient 5 kgr. 81 d'azote, on établit les deux règles de proportion suivantes :

1°. — 0,40 (Az. du fumier type) : 5,81 (Az. du tourteau) :: 100 : x

$$\text{ou } \frac{0,40}{5,81} = \frac{100}{x}, \text{ soit } x = \frac{5,81 \times 100}{0,40} = 1452,5$$

c'est-à-dire que 1452 kgr. 5 de fumier correspondent à 100 kilogrammes de tourteau de Sésame blanc.

$$2°. — \frac{1452,5}{100} = \frac{100}{\alpha}; \text{ d'où } \alpha = \frac{100 \times 100}{1452,5} = 6 \text{ kgr. } 887.$$

Ce chiffre de 6 kgr. 887 est l'équivalent d'azote cherché; en effet, 100 kilogrammes de fumier type et 6 kgr. 887 de tourteau de Sésame blanc contiennent chacun 400 grammes d'azote.

L'équivalent en acide phosphorique pourra s'établir de la même façon, en remplaçant dans la première équation 0,40 par 0,20, puisque la proportion d'acide phosphorique est moitié moindre dans le fumier que celle de l'azote.

D'ailleurs, dans l'étude spéciale réservée plus loin aux différentes espèces de tourteaux, nous donnerons chacun de ces deux équivalents.

Mode d'emploi. — Les tourteaux-engrais peuvent être employés de diverses façons, soit en fragments de la grosseur d'une noisette, quand ils doivent être enfouis dans le sol; soit en poudre, seuls ou mélangés avec le double de leur poids de terre sèche et fine, surtout quand on fume en couverture et qu'on les répand à la volée sur des plantes levées, dont elles activent beaucoup la végétation. Le premier procédé est plus efficace que le second; il offre, en outre, l'avantage d'éviter les pertes occasionnées par le vent et surtout par la fermentation au grand air. Dans ces deux cas, on les épand en les portant dans un sac mis autour du cou en sautoir, et on les projette en se tenant au vent.

Dans les grandes exploitations, on utilise pour leur épandage des semoirs, qui ont l'avantage de les répartir plus uniformément.

Dans le Nord, on mélange les tourteaux avec les déjections, les eaux de fumier, le purin pour les rendre liquides. Quand le mélange est suffisamment fermenté, et qu'il a acquis une odeur infecte, on le transporte sur un chariot dans des tonneaux, que l'on vide, soit avec une écope, soit avec un seau, en le répandant en nappe sur le sol; parfois on remplit avec ce mélange des hottes munies d'un tuyau et d'un robinet qui permet de le distribuer au pied des plantes.

En Flandre, les tourteaux sont parfois mélangés aux vidanges et forment ainsi un composé glaireux, dont l'emploi produit des effets plus avantageux que ceux qui sont obtenus de chacune des matières employée seule. On brasse ensemble les matières fécales et le tour-

teau de façon à obtenir un mélange parfait, auquel on ajoute de l'eau dans le cas où il serait trop épais. Ces deux derniers procédés ont l'avantage d'accélérer la décomposition des tourteaux et de les rendre plus aptes à l'assimilation.

Sous le nom de compost, on désigne des mélanges de matières fertilisantes empruntées aux trois règnes de la nature, qu'on laisse fermenter pendant quelque temps et qui, ensuite remaniées et bien mélangées, sont appliquées au sol.

Les matières végétales sont représentées dans les *composts* par des débris de plantes sauvages ou cultivées, herbacées ou ligneuses. Comme matières animales, on utilise les vidanges, les résidus des tanneries et des ateliers d'équarissage ; comme matières minérales, on prend les cendres, la chaux, le plâtre, les produits des curages de cours d'eau ; on arrose ensuite ce mélange avec les eaux grasses, les eaux de lessive, celles qui sortent des usines. Dans la confection de ces mélanges, on cherche généralement à exciter dans les matières végétales mises en tas, une fermentation qui désagrège leur masse et la transforme en bon engrais. Les matières fécales mélangées d'urine et d'eau apportent les éléments propres à activer la fermentation de ces produits. Les *composts* sont des engrais très appréciés dans certaines régions. Presque tous ceux que l'on emploie renferment des tourteaux, que l'on y introduit à la dose de 1 pour 30.

Les tourteaux doivent être enterrés peu profondément, soit à la herse, soit au moyen d'un léger labour, de façon à rester dans le voisinage des racines, chargées d'absorber les produits de leur décomposition. Dans les sols argilo-calcaires, les principes fertilisants solubles ne sont guère entraînés par la pluie et les eaux d'irrigation qu'à une profondeur de 10 à 15 centimètres. En recouvrant les tourteaux de 5 à 6 centimètres de terre, on peut compter que l'infiltration conduira leurs principes actifs jusqu'à la profondeur de 15 centimètres, qui correspond à celle des racines traçantes de nos plantes annuelles. L'enfouissement devra toutefois être plus profond pour les plantes à racine pivotante (Betterave, Carotte, etc.).

Application particulière des tourteaux à quelques cultures. — Les observations suivantes recueillies par DÉCUGIS permettront d'apprécier les avantages que l'on peut retirer de l'application des tourteaux à quelques cultures spéciales.

Cultures maraîchères et florales. — Les jardiniers utilisent avantageusement les tourteaux dans ce cas, en les répandant autour des plantes ou en les mélangeant avec 50 fois leur poids d'eau, laissant fermenter et se servant de la macération pour arroser les plantes. D'autres, pour ne pas employer des produits fermentés et odorants, dont l'odeur pourrait se fixer sur les feuilles employées comme ali-

ments, préfèrent délayer le tourteau et s'en servir immédiatement. L'arrosage pratiqué deux ou trois fois dans la saison, a pour avantage de ranimer la végétation, de donner des plantes plus vigoureuses, d'accroître la floraison et la fructification. Quand les légumes-racines ont une croissance languissante, on l'active notablement en enterrant autour de chaque plante une faible quantité de tourteau.

L'usage des tourteaux, placés à la dose de 1 kilogramme au pied de chaque plante, a donné des résultats très satisfaisants dans la culture des Melons et des Pastèques.

Dans le Midi, où leur usage s'est généralisé, on emploie ces produits pour la culture des Rosiers et de la Menthe poivrée à la dose de 500 kilogrammes par hectare.

Céréales. — *L'usage des tourteaux convient très bien aux céréales ; la dose moyenne est généralement de 400 kilogrammes par hectare.* — Dans les régions froides et tempérées, leur emploi judicieux a permis d'élever le rendement de certaines cultures dans la proportion de 40 p. 100. Dans le Midi, leur efficacité est telle, que sans eux la production du Blé y serait impossible. La grande quantité de principes albuminoïdes qu'ils contiennent, la facilité avec laquelle ces principes se transforment et s'assimilent, en accélérant la végétation des céréales et en fortifiant leurs racines, permettent à ces plantes d'accomplir très rapidement les diverses phases de leur développement et d'échapper, par cette maturation précoce, aux chances et inconvénients de la sécheresse.

Prairies. — On augmente notablement le rendement des prairies en pâturage, en répandant à leur surface 100 kilogrammes de poudre de tourteau par hectare. Cet épandage doit être fait à la fin de l'hiver, alors que les animaux ne sont plus au pacage, si l'on veut éviter les inconvénients qui pourraient résulter pour eux de l'absorption de tourteaux altérés par la moisissure ou de tourteaux dangereux, tels que les tourteaux de Ricin, de Pignon d'Inde, de Ravison.

Plantes industrielles épuisantes. — Quelques-unes de ces plantes, telles que le Lin, le Chanvre, le Tabac, le Pavot et le Colza, sont très épuisantes, et leur culture ne peut fournir de résultats avantageux qu'autant qu'elle est faite dans des sols riches ou bien fumés. Après avoir fourni à ces sols une quantité de fumier qui est en rapport avec la faculté épuisante de la plante que l'on veut cultiver, on accélère et on complète l'action lente de ce fumier par l'emploi, par hectare, de 500 à 2.000 kilogrammes de tourteau, répandu quelque temps avant ou après l'ensemencement.

Vignes. — *Tous les journaux de viticulture ont relaté les bons effets produits par l'application des tourteaux à la culture de la Vigne. Les essais comparatifs entrepris sur des terrains vignobles engraisés*

avec du fumier et d'autres fumés avec des tourteaux, ont établi nettement la supériorité de ces derniers. Sous l'influence des tourteaux, des Vignes en plein rapport ont donné un rendement bien plus avantageux au point de vue de la quantité et de la qualité; d'autres qui, négligées sous le rapport de la taille et de l'entretien, ne fournissaient plus rien, se sont rétablies et ont recommencé à produire. Par l'activité et la vigueur qu'elles donnent à la végétation, par l'augmentation de la fabrication, *les tourteaux sont principalement recommandés pour les Vignes épuisées*, qui croissent avec langueur.

La quantité de tourteau employée généralement en viticulture est de 500 grammes par cep, ce qui fait, à raison de 4.200 ceps par hectare, 2.100 kilogrammes de tourteau; au prix moyen de 15 francs les 100 kilogrammes, cette fumure représente une dépense de 315 francs. Si on compare les frais occasionnés par l'emploi de cet engrais avec ceux qu'occasionnerait l'achat et le transport du fumier nécessaire pour produire un résultat aussi favorable, *l'avantage est en faveur des tourteaux*. A cette économie vient se joindre l'avantage pour certains tourteaux spéciaux de conjurer les ravages de l'*Oidium* et d'éloigner certains insectes parasites de la Vigne. Appliqués à la fumure des terrains vignobles, les tourteaux doivent être employés en novembre ou en décembre, ou vers la fin de l'hiver, dans le mois de février ou de mars. Il faut *éviter de les mettre en contact avec le cep*. Quelques viticulteurs préfèrent les employer à la volée sur toute la surface de la plantation.

Arbres fruitiers. Oliviers. — L'effet si appréciable des tourteaux au point de vue de la fructification devait être expérimenté sur certains arbres fruitiers, tels que les Oliviers, les Citronniers et les Orangers. D'après DE GASPARI, en employant les engrais à la dose de 1 à 15 kilogrammes par arbre, et selon l'étendue plus ou moins grande de son feuillage, on a pu arriver à doubler la production de certains pieds d'Oliviers. L'engrais, dans ce cas, doit être enfoui à une profondeur de 15 à 20 centimètres pour les arbres cultivés en plaine, et à 30 ou 35 centimètres pour ceux qui croissent sur les coteaux.

Action spéciale de différents tourteaux. Destruction de certains insectes nuisibles. — Certains auteurs ont prétendu que les tourteaux repassés ou sulfurés possèdent des propriétés insecticides qu'il faudrait rapporter à la présence de la petite quantité de sulfure de carbone qu'ils retiennent. Sans nier que le sulfure de carbone est un poison assez violent, et que les tourteaux sulfurés sont moins facilement appréciés par les herbivores que les tourteaux pressés, nous devons constater que ces propriétés insecticides nous paraissent très discutables, à moins toutefois que les tourteaux sulfurés n'aient été appliqués et enterrés entiers ou grossièrement fragmentés, immédiatement après leur préparation. Le sulfure de carbone est un produit

essentiellement volatil qui s'évapore rapidement à la température ordinaire ; il possède une odeur très désagréable, qui trahit sûrement sa présence ; or, dans aucun des tourteaux sulfurés que nous avons eus à notre disposition, nous n'avons pu retrouver les plus petites quantités de ce véhicule, aussi sensible à l'odorat qu'aux réactifs ordinaires des sulfures.

Comme la plupart des tourteaux repassés qui ont été expérimentés dans ce but étaient fournis par des graines de Crucifères, il nous paraît plus rationnel d'attribuer leur propriété insecticide à la présence de l'essence sulfurée, que ces tourteaux dégagent en se décomposant sous l'action de l'eau. D'ailleurs chacun sait aujourd'hui que les sénévols, ou essences sulfurées des Crucifères, et en particulier l'essence de Moutarde noire sont des microbicides puissants.

Les propriétés insecticides de quelques tourteaux, tels que les tourteaux de Chênevis et de Cameline s'expliquent par l'odeur prononcée qu'ils exhalent à la température ordinaire. Le premier a une odeur énivrante, caractéristique et insupportable même pour les animaux de forte taille ; le second a une odeur alliagée et sulfurée qui ne doit pas peu contribuer à éloigner les insectes.

Quelle qu'en soit la cause, il est impossible de nier l'efficacité des tourteaux de Colza, de Navette, de Moutarde pour détruire l'Eumolpe de la Vigne (*Eumolpus Vitis*), vulgairement connu sous les noms de GRIBOURI, ÉCRIVAIN, COUPE-BOURGEONS), dont la larve, en coupant les jeunes racines, fait de si grands ravages dans certains vignobles. Appliqués dans ce but, les tourteaux doivent être pulvérisés, répandus à la volée et enterrés presque aussitôt après.

De tous les tourteaux-engrais, celui qui possède les propriétés toxiques les plus énergiques, c'est le tourteau de Ricin, dont nous avons eu l'occasion de parler déjà dans la partie de notre livre qui est consacrée aux tourteaux dangereux. Le principe encore mal défini (*ricine*) auquel les graines de Ricin doivent leurs propriétés toxiques, se retrouve plus concentré encore dans le tourteau que dans les graines ; ce principe, qui conserve ses propriétés physiologiques vis-à-vis des animaux et même de ceux qui ont la plus forte taille, les Mammifères, herbivores et ruminants, n'exerce aucune action fâcheuse sur la végétation : aussi utilise-t-on largement dans le midi de la France les propriétés fertilisantes et toxiques de ce tourteau pour fumer et assainir les terrains vignobles.

Dans le département de Vaucluse et dans la région de Pertuis, on emploie presque exclusivement ce tourteau pour la fumure des champs de Pomme de terre.

Les expériences comparatives faites, en Belgique, sur la fumure au tourteau de Ricin et la fumure aux gadoues, appliquée à la culture des Oignons et des Choux, ont donné les résultats les plus satisfaisants. Tandis que les légumes fumés au tourteau ne subissaient pas de

perte supérieure à 5 p. 100, les jardins voisins, engraisés avec des gadoues, perdaient 95 p. 100 de leurs Oignons et 87 p. 100 de leurs Choux.

Les larves et les insectes les plus vigoureux, tels que les Vers blancs et les Courtilières, *ne résistent pas à l'action de ce tourteau*. En détruisant complètement ces insectes, qui constituent l'alimentation ordinaire des taupes, on arrive indirectement à se débarrasser de ces rongeurs, qui, privés de leur nourriture habituelle, sont obligés d'aller la chercher ailleurs et cessent de creuser leurs galeries souvent dévastatrices.

Étant connues les propriétés éminemment toxiques du tourteau de Ricin, nous n'avons pas besoin de dire qu'il faut éviter de l'épandre à la surface du sol et de le laisser à la portée des herbivores ou des volailles, qui sont très friands de tourteau.

Le tourteau de Pignon d'Inde partage les propriétés fertilisantes et toxiques du tourteau de Ricin ; ces propriétés sont encore plus accusées dans le tourteau de Croton, qui devrait plutôt être incinéré et ne jamais se rencontrer dans le commerce.

CHAPITRE SIXIÈME

APPLICATIONS DIVERSES DES TOURTEAUX

Bien que cet ouvrage ait pour but essentiel d'indiquer les moyens pratiques de constater la pureté et l'authenticité des tourteaux, et de faire ressortir les avantages que l'on peut tirer de leur emploi, tant dans l'industrie agricole qu'au point de vue de l'alimentation des bestiaux et de l'engraissement du sol, nous ne pouvons passer complètement sous silence les divers usages auxquels ces résidus ont donné lieu dans quelques autres industries.

Application des tourteaux en chimie et en pharmacie.

— Certaines graines oléagineuses (Amandes amères, Moutarde) doivent leurs propriétés physiologiques à des huiles essentielles très actives qui n'y préexistent pas, mais résultent uniquement de l'action de certains ferments spéciaux, agissant sur des glucosides en présence de l'eau. C'est ainsi que l'essence d'Amandes amères est le résultat de la réaction de l'émulsine sur l'amygdaline, et que l'essence de Moutarde noire résulte de l'action de la myrosine sur la sinigrine ou myronate de potassium. Pour préparer industriellement ces essences, on commence par extraire l'huile de ces graines, et on utilise leurs tourteaux en les délayant dans la cucurbitte de l'alambic avec de l'eau qu'on laisse macérer pendant vingt-quatre heures. Pour la préparation de l'essence d'Amandes amères, après avoir bien agité le mélange, on recouvre la cucurbitte de l'alambic avec le chapiteau, on adapte le serpent, puis on fait arriver dans le magma un courant de vapeur d'eau au fond de la chaudière. On distille tant que le liquide qui s'écoule exhale l'odeur cyanhydrique, et on reçoit le produit de la distillation dans un récipient florentin. L'eau, qui est surnagée par l'essence, est recueillie, puis portée au titre prescrit par la pharmacopée française : elle constitue l'eau distillée d'Amandes amères, qui dans plusieurs pharmacopées remplace l'eau distillée de Laurier cerise. Actuellement dans le commerce, quand on ne spécifie pas d'une façon absolue l'origine de l'essence d'Amandes amères, on délivre sous ce

nom de l'essence de noyaux provenant d'Abricots de Syrie, dont on l'extrait dans la proportion de 1,8 p. 100.

Pour l'essence de Moutarde on opère un peu différemment. Après avoir agité le magma à plusieurs reprises, on installe l'appareil distillatoire et on distille au bout de 24 heures sans faire intervenir le courant de vapeur d'eau.

Les tourteaux et poudre de Moutarde noire, qui ont occupé une si large place dans l'ancienne thérapeutique pour préparer les cataplasmes et pédiluves sinapisés, ne sont plus guère utilisés actuellement sous cette forme.

En imaginant son procédé si pratique pour utiliser les propriétés révulsives de l'essence de Moutarde, RIGOLLOT a créé l'industrie des sinapismes et une nouvelle forme pharmaceutique qui est aujourd'hui employée dans toutes les parties du monde. Pour préparer les sinapismes, on épuise complètement la graine de Moutarde contusée ou pulvérisée, de l'huile qu'elle renferme au moyen du sulfure de carbone ou de l'essence de pétrole. La poudre sèche qui résulte de ce traitement est étendue en couche mince sur une feuille de papier au moyen de caoutchouc dissous dans le sulfure de carbone. Après l'opération, le dissolvant s'évapore et laisse la farine emprisonnée dans un réseau de fibres adhérentes au papier et qui sont perméables à l'eau comme les mailles d'un tamis. Pour utiliser ces sinapismes, on les plonge dans l'eau tiède (de l'eau trop chaude tuerait le ferment et empêcherait la formation de l'essence révulsive de Moutarde) pendant quelques secondes, et on les applique sur la peau, où ils produisent très rapidement leur effet révulsif.

Beaucoup de pharmaciens, surtout à Paris, où l'on ne connaît guère les moulins, se croient autorisés à substituer le tourteau de Lin pulvérisé à la farine de Lin, qui, selon eux, à tort ou à raison, est trop grasse et acquiert par cela même la propriété de rancir très rapidement. Nous leur rappellerons que, tant que cette substitution n'est pas autorisée par le Codex, elle constitue, à cause de la différence des prix, une tromperie sur la qualité de la marchandise vendue, qui peut les exposer à des poursuites.

Dans les laboratoires de pharmacie, on utilise les propriétés des tourteaux de Lin et d'Amande pour enlever aux mortiers de verre et de porcelaine la mauvaise odeur qu'ils ont contractée à la suite de préparations ayant pour base quelques médicaments très odorants, tels que le Musc, l'Asa fétida, l'iodoforme, les valériاناتes, et pour désinfecter des bouteilles ayant renfermé ces médicaments. Il suffit pour cela de triturer avec de l'eau une faible quantité de ces tourteaux dans les mortiers ou de les délayer et de les agiter avec de l'eau pendant quelque temps dans les bouteilles odorantes.

Dans les laboratoires de chimie et dans les distilleries, on lute souvent les appareils distillatoires ou les alambics avec un mélange de

colle de pâte ou d'amidon avec du tourteau de Lin. En délayant ce mélange avec un peu d'eau, on obtient une pâte molle, très malléable, avec laquelle on bouche tous les interstices et qui se solidifie très rapidement.

Parfumerie. — Les Amandes douces, les Amandes amères et les graines d'Abricot qui sont soumises à la pression donnent une huile qui est toujours vendue dans le commerce sous le nom d'huile d'Amandes douces, ou de noyaux. Les tourteaux qui résultent de l'expression de ces graines sont tous absorbés par la parfumerie, qui les utilise sous le nom de pâtes d'Amandes, après les avoir aromatisés de façon différente. Ces tourteaux entrent aussi dans la préparation des sachets odorants ou poudres aromatiques destinés à parfumer le linge.

Fabriques de condiments. — Les tourteaux et poudre de Moutarde, mélangés avec du vinaigre et quelques substances aromatiques, constituent un des principaux condiments servis sur nos tables. La composition des produits délectés sous le nom de *moutardes de table* varie, pour ainsi dire, avec chaque fabricant.

D'autres tourteaux alimentaires (*Lin, Arachides, Colza, Navette, Chênevis*) dont le prix est extrêmement bas sont communément utilisés par les fraudeurs pour allonger le poivre et les diverses épices (*Piment, Cannelle, Muscades*), dont la valeur commerciale est bien plus élevée.

Pêche. — Si certains tourteaux, tels que le tourteau de Chênevis et de Maïs, peuvent être employés sans danger comme appât et même comme nourriture des poissons de rivières ou d'étangs, il en est d'autres qui exercent sur ces vertébrés une action tout à fait différente, les empoisonnent ou les tuent assez rapidement: tel est le tourteau d'Illipé, que l'on emploie dans l'Inde avec tant d'autres produits végétaux pour enivrer ou stupéfier le poisson.

Le même tourteau, comme celui des diverses graines de *Bassia*, est utilisé dans l'Inde pour se débarrasser des animaux nuisibles (rats, serpents) qui pénètrent dans les cases et les rendent parfois inhabitables. En brûlant, ces tourteaux dégagent une fumée tellement suffocante que les animaux soumis à ces émanations ne tardent pas à succomber.

L'usage le plus ancien que l'on ait fait des tourteaux consistait à les utiliser comme combustible; c'est ce que faisaient communément les Romains du tourteau de Ricin. Depuis qu'on a fait ressortir le parti que l'on peut tirer de ces produits au point de vue agricole, cet usage primitif a sans doute complètement disparu. On n'utilise plus guère dans ce but que les tourteaux de pépins de Raisin ou le marc de Raisin qui, dans quelques pays vignobles, est pressé, mis en galettes ou en mottes pareilles à celles que l'on fait avec le tan de l'écorce de

Chêne. Les tourteaux de Fâines non décortiqués s'emploient aussi pour le même usage, de même que les marcs d'Olives.

Depuis que leur emploi agricole s'est généralisé, *la régie a autorisé l'emploi des tourteaux oléagineux pour dénaturer le sel destiné aux bestiaux ou employé comme engrais*. La dose à employer est fixée par l'Administration des Contributions indirectes à 200 kilogrammes de tourteaux oléagineux pour 1.000 kilogrammes de sel.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE MONOGRAPHIQUE DES PRINCIPAUX TOURTEAUX

ORIGINE. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET MICROSCOPIQUES.

COMPOSITION CHIMIQUE.

USAGES DES TOURTEAUX-ALIMENTS ET DES TOURTEAUX-ENGRAIS (1).

PALMIERS

La famille des Palmiers fournit à l'industrie deux tourteaux, le *tourteau de Palmiste* et le *tourteau de Coprah*, qui possèdent une grande analogie au point de vue de leur composition chimique. Provenant tous deux de graines à albumen corné, ils n'offrent pas moins d'affinité dans leur structure anatomique ; par un examen approfondi, on peut néanmoins découvrir certaines particularités qui permettront assez facilement de les distinguer l'un de l'autre.

PALMISTE (*Elæis guineensis* L.).

Le tourteau de Palmiste est fourni par la graine du PALMIER AVOIRA (*Elæis guineensis* L.), qui croît abondamment sur la côte occidentale d'Afrique, dans la Gambie jusqu'au Congo et dans l'Amérique, à la Guyane. Son principal centre d'exploitation est la Guinée.

FRUIT ET GRAINE

Caractères extérieurs. — Le fruit du Palmier Avoira est une drupe ovale, un peu plus grosse que la datte, mesurant de 4 à 5 centimètres de hauteur et 3 centimètres de largeur. Le mésocarpe, recouvert par un épicarpe lisse d'un brun noirâtre dans le fruit desséché, est fibreux ; il renferme une notable proportion d'huile que l'on extrait par pression et qui, désignée sous le nom d'HUILE DE PALME, est communément

(1) Les plantes susceptibles de fournir des graines ou des fruits oléagineux utilisés dans l'industrie appartenant aux familles végétales les plus diverses, nous avons adopté pour ces descriptions l'ordre suivi dans les ouvrages récents de classification botanique.

employée pour la fabrication des bougies et des savons. L'endocarpe varie dans sa forme qui reproduit parfois celle du fruit ; le plus souvent

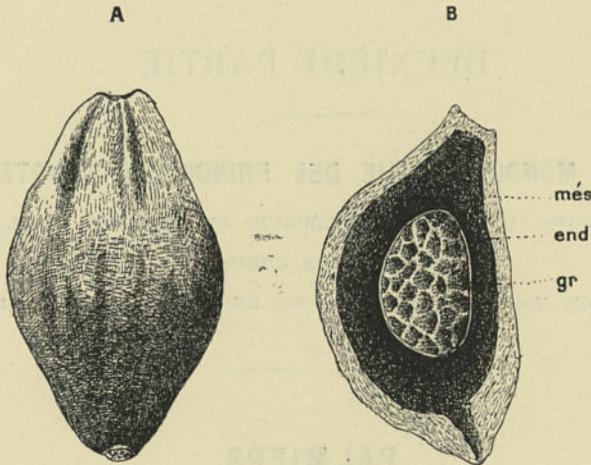


FIG. 1. — Fruit de Palmiste (gr. nat.).

A, drupe entière ; B, vue en coupe longitudinale ; més, mésocarpe ; end, endocarpe ; gr, graine.

il est renflé à sa partie inférieure et effilé à sa partie supérieure comme un Oignon, mais il est toujours très épais.

La graine est tantôt ovale

ou arrondie, tantôt aplatie en forme d'amande ; elle présente à la base un hile bien apparent et mesure en moyenne 12 millimètres de hauteur sur 10 millimètres de largeur ; elle est recouverte par un tégument peu épais, brun noirâtre, sillonné d'un réseau grisâtre bien apparent. L'albumen, qui est blanc ou un peu grisâtre, de nature cornée, renferme, d'après M. OUDEMANS, de 35 à 45 p. 100 d'une huile que l'on extrait par la pression ou par la chaleur et qui, désignée sous le nom d'HUILE DE PALMISTE, est principalement utilisée pour la préparation des savons.

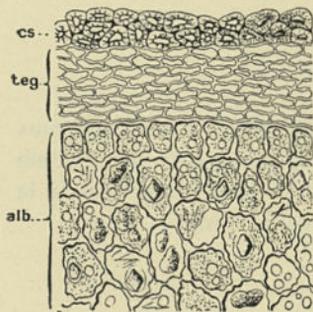


FIG. 2. — Coupe transversale de la graine d'*Elaeis guineensis*.

cs, cellules scléreuses de l'endocarpe ; teg, tégument séminal ; alb, albumen corné avec aleurone et corps gras.

Structure histologique. — Le tégument, assez épais et très adhérent au péricarpe du fruit, est constitué par de nombreuses assises de petites cellules inégales, aplaties, colorées en brun. Vues de face, ces cellules affectent des formes et des dispositions différentes. Tantôt elles sont assez irrégulières, polygonales,

isodiamétriques ; le plus souvent elles sont allongées et *superposées en couches qui ont une orientation différente et s'entre-croisent en différents sens*. Cette disposition particulière donne un aspect tout à fait spécial au spermoderme de cette graine et constitue un assez bon caractère pour constater l'identité du tourteau de Palmiste. Ce caractère est complété par *la présence constante, sur la face extérieure du spermoderme, de cellules scléreuses (cs, fig. 2) de dimension inégale, d'apparence variable, mais toutes munies de parois épaisses et canaliculées, entourant une cavité assez rétrécie et à contenu coloré en brun*.

— L'albumen, de nature cornée, est blanc grisâtre ; il est formé de cellules polygonales, *munies de parois épaisses, élargies en de nombreux points et généralement renflées aux angles*. A peu près isodiamétriques dans la partie extérieure de l'albumen, ces cellules s'allongent radialement à mesure qu'elles sont plus éloignées de la périphérie ; elles présentent *des ponctuations ovales ou arrondies* correspondant aux étranglements de leurs parois ; elles renferment un corps gras qui est figuré sous la forme d'amas amorphes irréguliers ou parfois de fines aiguilles cristallines, et l'on y trouve encore des granulations protéiques isolées ou groupées et des grains d'aleurone arrondis, de dimension variable, *renfermant un cristalloïde rhomboédrique*.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Palmiste se présente en pains carrés ou arrondis, mesurant 25 à 30 millimètres d'épaisseur et du poids de 2 à 3 kilogrammes, ou bien en galettes de 12 à 15 centimètres de côté. Ce tourteau, *d'un gris sale, est moucheté de points blancs et d'une quantité plus considérable de particules noirâtres* représentant des débris du tégument de la graine ; il est souvent mélangé de crins provenant des étreindelles dans lesquelles il a été renfermé lors de la pression. Il est encore caractérisé par son *extrême fragilité*, qui permet de le casser sans grand effort sous la pression du doigt ; *par le simple frottement, il se désagrège en une poussière grise ressemblant à une sciure très fine*. Traité par l'eau froide, il se délaie facilement, ne forme pas de purée ou bouillie comme les autres tourteaux et abandonne au fond du vase un dépôt gris blanchâtre qu'on a comparé à du sable de molasse ou au grès meulier, au fond duquel on observe des particules noires, plus lourdes. Si on le fait bouillir dans de l'eau alcalinisée, celle-ci se colore assez fortement en brun. Inodore et insipide à l'état frais, ce tourteau acquiert avec le temps et quand on le fait bouillir dans l'eau, une odeur assez marquée et *très désagréable*.

La farine de Palmiste, qui constitue le tourteau repassé, est plus foncée en couleur que le tourteau obtenu par pression.

Examen microscopique. — Les particules grises qui constituent la majeure partie du tourteau de Palmiste, sont constituées par des débris

de l'albumen corné (*alb*, fig. 3). Elles sont caractérisées par les étran-
gements plus ou moins longs qui s'observent sur les parois des cellules
et se projettent souvent sur le fond de celles-ci, sous forme de ponctua-
tions plus ou moins larges, ovales ou arrondies. Ces cellules sont en
outré fortement épaissies dans leurs parties anguleuses. La forme des
cellules qui constituent ces débris varie notablement selon le sens dans
lequel elles sont observées. Polygonales en section tangentielle ou
quand on les voit de face, elles sont sensiblement allongées sur les
sections radiales. Les particules brunes ou noirâtres qui, plus lourdes

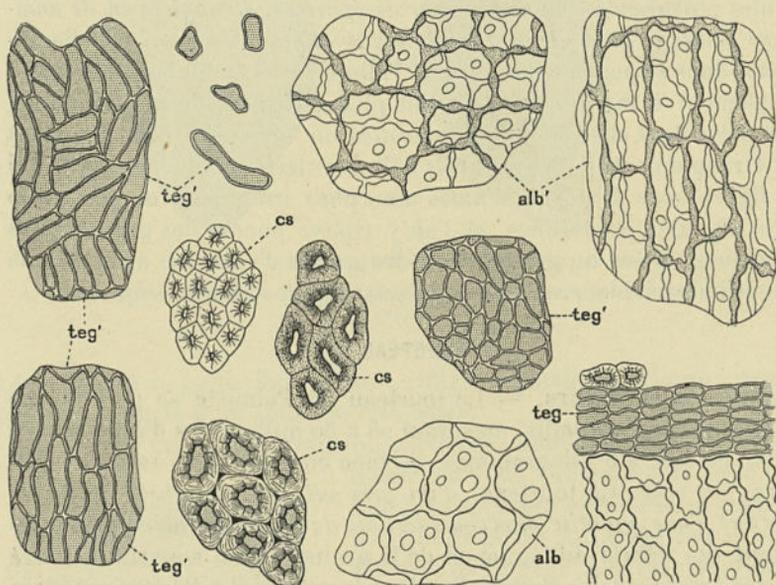


FIG. 3 (1). — Éléments du tourteau de Palmiste.

cs, cellules scléreuses ; *teg.*, *teg'* débris du tégument séminal ; *alb*, *alb'*, éléments de l'albumen.

que les autres, se déposent au fond du vase qui les contient, repré-
sentent des débris de tégument. Ces débris, fortement incrustés de
matière colorante brune, sont, quand on les dissocie, constitués par
des cellules polygonales ou fusiformes, souvent groupées en amas ou
paquets qui s'enchevêtrent les uns dans les autres et dans tous les sens.
Les éléments scléreux (*cs*), qui existent constamment dans ce tourteau,
proviennent des couches internes du noyau (endocarpe) ; ils sont com-
posés de cellules scléreuses affectant des formes diverses ; ils sont

(1) Dans les figures, les lettres primées indiquent toujours que le dessin représente des éléments histologiques vus de face ou, parfois, dans le sens longitudinal. Les dessins des éléments des tourteaux ont été reproduits à une échelle analogue. Leur grossissement correspond environ à 250 D.

d'ordinaire isolés, et souvent aussi adhérents à des débris du spermoderme; leurs parois épaisses et canaliculées entourent une cavité colorée en brun et assez étroite.

La présence constante de ces éléments dans le tourteau de Palmiste, ainsi que les protubérances observées sur les parois des cellules de l'albumen, constituent des éléments de première importance pour distinguer le tourteau de Palmiste du tourteau de Coprah.

Composition chimique. — La composition chimique du tourteau de Palmiste est représentée par les chiffres suivants :

	CORNEVIN	DIETERICH	MAYER	WAGNER	SCHULZE
Eau	10,95	11,83	9,71	9,96	11,3
Matières azotées . . .	20 »	17,21	13,9	14,25	13
Graisse	8 »	7,82	16,3	10,45	14,50
Matières non azotées.	36,29	37,68	36,4	37,04	29,40
Cellulose	18,48	21,86	21,5	22,78	27,80
Cendres	6,28	3,60	3,60	4,48	3,70

Ce tourteau contient 2,4 p. 100 d'azote, 1,20 à 1,50 d'acide phosphorique et 1 p. 100 de potasse.

Usages. — Le tourteau de Palmiste constitue un aliment d'une valeur médiocre, que les animaux n'acceptent pas toujours très volontiers. Pour le rendre plus agréable, on l'associe à des grains, à des pulpes et à des pommes de terre cuites, en ayant soin de l'assaisonner avec du sel. Il est préférable de l'administrer sec ou à froid, car, au contact de l'eau chaude, il prend une saveur assez désagréable. On l'utilise surtout dans les opérations d'engraissement.

Pour remplacer 1 kilogramme de foin normal, il faut 0 kgr. 480 de tourteau de Palmiste et 0 kgr. 420 de paille.

La faible quantité d'huile qu'il renferme encore lui donne la propriété de rancir assez rapidement. Sous ce dernier état, il ne peut plus être employé que comme engrais.

Valeur fertilisante. — Sa valeur sous ce rapport est encore plus médiocre. Le tourteau repassé ne renferme, en effet, que 2,68 p. 100 d'azote; 100 kilogrammes de ce tourteau ne remplacent, à ce point de vue, que 670 kilogrammes de fumier type.

COPRAH (*Cocos nucifera* L.).

Sous le nom de COPRAH, on désigne l'amande de la noix du Cocotier (*Cocos nucifera* L.), énorme Palmier du littoral de la mer qui croît aujourd'hui dans toutes les régions tropicales. On l'exploite surtout dans les îles de l'océan Pacifique et de l'océan Indien, à Java, à Sumatra et sur la côte occidentale d'Afrique. La noix de Coco constitue un des principaux articles d'exportation de l'île de Ceylan, qui récolte chaque année environ 1.050 millions de noix et en exporte 400 mil-

lions. Une grande partie des arbres est affectée à la production du *toddy*, dont la distillation après fermentation produit l'*arack*, liqueur alcoolique communément employée à Ceylan.

FRUIT ET GRAINE

Le fruit du Cocotier mesure environ 20 à 22 centimètres de hauteur, et 16 à 17 centimètres de largeur. Il est ovale ou plus ou moins pyramidal. La noix est entourée d'une enveloppe fibreuse, dont la zone extérieure est généralement verte, nuancée de jaune brun ou de rouge plus ou moins terre cuite. Les fibres de cette gousse sont séparées à la machine : les plus grosses et les plus roides entrent dans la fabrication des brosses, le tissu plus mou forme la bourre des matelas ou bien sert à la confection de nattes ou de cordages. A l'intérieur de cette enveloppe et pour protéger l'amande, se trouve une coque ou noyau sphérique très dur, que l'on utilise comme combustible ou pour préparer des cuillers destinées aux usages domestiques.

L'amande, primitivement formée d'un lait doux et un peu aigret, se transforme peu à peu, à mesure que la maturité avance, en un albumen solidifié dans la partie extérieure ; quand la maturité est complète, cette zone externe de l'albumen forme une coque blanche, à l'intérieur de laquelle il reste souvent une certaine quantité de substance laiteuse non encore organisée en tissu.

L'amande de la noix de Coco arrive en Europe sous les noms de COPERAH ou COPRAH et sous des formes bien différentes. Le plus souvent elle se présente en tranches d'apparence et de dimensions très irrégulières, mesurant 8 ou 10 millim. d'épaisseur et qui sont encore recouvertes par un spermodermes brun, irrégulièrement strié. La face interne de ces tranches, qui ont été desséchées au soleil, sur le sable ou au feu, est plus ou moins crevassée et altérée par la poussière qui la recouvre. Leur section, qui offre une structure radiée, est blanchâtre dans la partie externe et brunâtre dans les couches internes. Parfois le Coprah mondé de son tégument a été débité en tranches ou rubans très propres et très minces qui n'ont guère plus d'un demi-millimètre d'épaisseur, ou bien il a été réduit en très menus fragments et se présente sous l'aspect d'une poudre blanche grossière. La diversité d'apparence de ces produits doit influencer notablement sur la pureté et la couleur des tourteaux qu'ils fournissent, quand ils sont soumis à la presse.

D'après des documents officiels, qui nous ont été communiqués au Pavillon de Ceylan pendant l'Exposition de 1900, on évalue à 10 millions de francs la quantité de Copperah importée de Ceylan en Europe pendant l'année 1898.

Structure histologique. — Examiné au microscope, le Coprah présente la structure suivante (fig. 4) :

Le tégument, très épais et très adhérent, est constitué par de nombreuses assises de cellules arrondies ou aplaties, à parois minces et incrustées de matière colorante brune. Ce spermoderme est sillonné par des faisceaux vasculaires plus ou moins épais : *il ne présente pas de cellules scléreuses*, comme celui de la graine d'*Elæis guineensis*, mais *il est, en certains points, recouvert par des cellules à parois faiblement épaissies et ponctuées*, qui accompagnent constamment les faisceaux libéro-ligneux. Ces cellules (*csp*, fig. 4) généralement allongées sont très irrégulières dans leur forme et dans leurs dimensions ; parfois polygonales ou triangulaires, rarement isolées, elles sont le plus souvent réunies en groupes volumineux. Leurs parois prennent une teinte rouge au contact de la phoroglucine et de l'acide chlorhydrique. Vues de face, les cellules du tégument (*tég*, fig. 4) affectent des formes très différentes ; dans les rangées extérieures, qui sont sillonnées par les faisceaux tangentiels, elles sont allongées tangentiellement, réunies en couches offrant une orientation différente. En s'éloignant de la périphérie, elles sont polygonales, isodiamétriques. La matière colorante brune qui leur donne leur teinte foncée, se présente tantôt sous l'apparence d'une masse homogène qui remplit toute leur cavité, d'autres fois elle s'accumule contre leurs parois, laissant dans leur partie médiane un lumen bien apparent.

L'amande ou albumen est formée d'un tissu de cellules polyédriques (*alb*, fig. 4) qui s'allongent brusquement à une faible distance de la périphérie. Ces cellules ont des parois *sensiblement homogènes dans leur épaisseur*, sauf dans les angles où elles sont parfois renflées. Ces parois sont lisses et droites dans les couches extérieures de l'albumen ; elles sont légèrement sinueuses dans les couches internes. *Traitées par l'iode et l'acide sulfurique, ces parois se colorent en bleu et laissent apercevoir des stries spiralées assez caractéristiques*. Ces cellules contiennent des granulations protéiques, réunies en masses plus ou moins volumineuses et irrégulières, des cristaux de matière grasse généralement groupés en faisceaux aiguillés, enfin des grains d'aleurone, renfermant de gros et de petits cristalloïdes qu'on peut rendre plus apparents en traitant les préparations par l'iode et l'acide sulfurique très étendu. *On n'y observe pas trace d'amidon*.

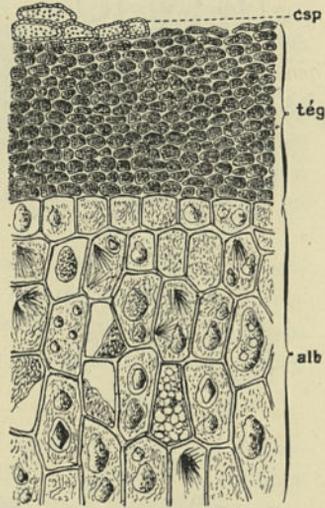


FIG. 4. — Coupe transversale de la graine de (*Cocos, nucifera*).

csp, cellules à parois épaissies et ponctuées de l'endocarpe ; *tég*, tégument séminal ; *alb*, albumen avec matière grasse et aleurone.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Coprah est en pains ronds ou carrés ayant de 2 à 4 centimètres d'épaisseur et pesant 2 à 3 kilogrammes. Il varie notablement dans sa couleur selon la nature et l'âge des tranches qui ont servi à le préparer et suivant que celles-ci ont été plus ou moins débarrassées du spermodermes et de la poussière qui les

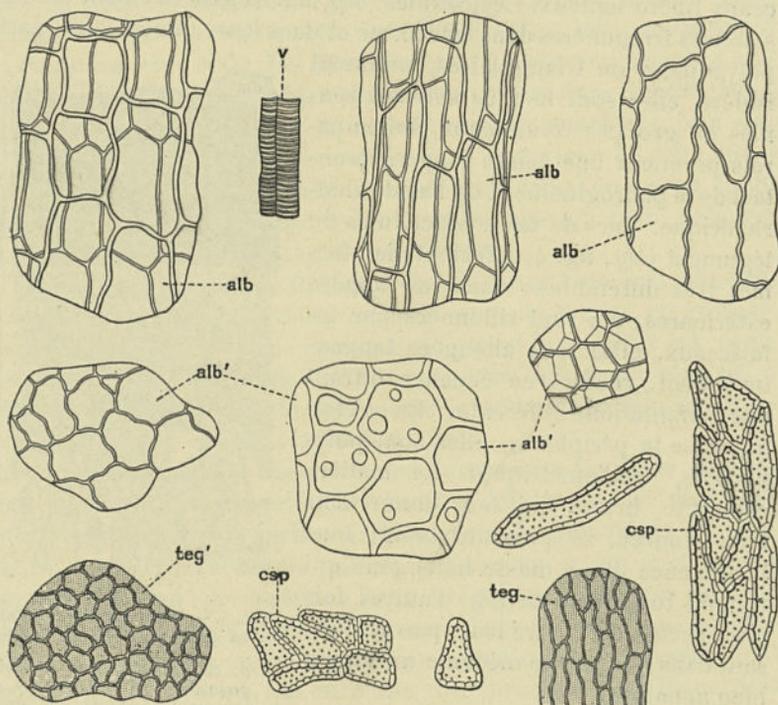


FIG. 5. — Éléments du tourteau de Coprah.

csp, cellules ponctuées de l'endocarpe, *teg.*, *teg'* débris du tégument; *alb*, *alb'* éléments de l'albumen; *V*, vaisseaux.

recouvraient. Dans le commerce, on distingue des *tourteaux blancs*, *demi-blancs* et *ordinaires*.

Les *tourteaux blancs* sont d'une teinte assez homogène et ne renferment généralement qu'une faible quantité d'éléments colorés.

Les *tourteaux demi-blancs* (COPRAH DE COCHIN) ont une teinte blanc-grisâtre et sont mélangés souvent de crins provenant des étreindelles dans lesquelles ils ont été pressés. Examinés à la loupe, ils présentent, au milieu d'une gangue grisâtre, un grand nombre de points blancs et une proportion moins considérable de piquetures noires ou brunes.

Ce tourteau est très friable et plus élastique que le tourteau de Palmiste ; il se désagrège très facilement entre les doigts et se réduit en une poudre grossière qui ressemble à de la sciure de bois.

Récemment préparé, il a une faible odeur, qui rappelle celle de la noix de Coco, et qui disparaît avec le temps : il a une saveur agréable qui rappelle un peu celle des Faines.

Le *tourteau de Coprah ordinaire* se distingue du tourteau demi-blanc par une teinte plus foncée et légèrement brune. Cette teinte lui est communiquée, non seulement par les débris de téguments qui recouvraient l'albumen, mais elle est due encore à ce que le tourteau a été préparé avec des amandes mal conservées ou déjà anciennes, qui par le fait de l'âge se sont colorées dans leur partie interne.

Les tourteaux de Coprah se délaient facilement dans l'eau ; quand on les fait bouillir dans de l'eau alcalinisée par la potasse, le liquide se colore légèrement en brun, d'autant plus foncé qu'ils sont eux-mêmes plus foncés en couleur. Ils ne prennent pas de coloration bleue au contact de la solution iodo-iodurée.

Indépendamment de ces tourteaux pressés, il existe dans le commerce un produit pulvérulent désigné sous le nom de *farine de Cocotier* et qui n'est autre que le tourteau *repassé* ou épuisé par le sulfure de carbone. Ce produit, qui a généralement une teinte grise, reçoit les mêmes applications que le tourteau pressé.

Examen microscopique. — Les particules blanches et grises représentent des fragments de l'albumen. Les unes sont formées de cellules polygonales, fortement allongées dans le même sens, munies de parois droites, ce sont celles des couches externes. Les autres, qui proviennent des couches internes, sont formées de cellules allongées, dont les parois sont plus ou moins sinueuses. Quelques fragments formés de cellules polygonales, isodiamétriques, à parois droites ou faiblement ondulées, représentent ces mêmes débris de l'albumen vu en section tangentielle. Les particules brunes qui se déposent au fond de la capsule dans laquelle le tourteau a été désagrégé, représentent les débris du spermodermis, le plus souvent isolés, parfois encore adhérents à la couche externe de l'amande. Dissociées avec une aiguille, ces particules sont formées de cellules tantôt polygonales, tantôt allongées suivant la place qu'elles occupaient. Elles sont parfois homogènes dans leur structure : très souvent elles sont accompagnées de vaisseaux et surtout de cellules à parois épaisses et ponctuées qui entourent les faisceaux libéro-ligneux.

L'absence de cellules scléreuses à parois très épaisses et canaliculées, l'absence de protubérances sur les parois des cellules de l'albumen, la présence constante de cellules ponctuées permettent de suite de distinguer le tourteau de Coprah du tourteau de Palmiste.

Composition chimique. — La composition chimique du tourteau de Coprah est représentée par les analyses qui suivent :

	WAGNER	LEHMANN	ALBERTI	GAROLA	KOENIG
Eau	6,72	9,9	10,59	13,84	10,29
Matières azotées	20,94	20,04	16,25	20,75	20,25
Graisse	12,27	22,60	10,10	8,90	7,52
Matières non azotées.	38,74	28,90	43,10	39,07	46,71
Cellulose	15,39	11,50	14,57	11,64	9,73
Cendres	5,74	6,70	5,39	5,80	5,50

Il contient 3 à 3,5 p. 100 d'azote, 1 à 1,30 d'acide phosphorique et 2 à 2,25 p. 100 de potasse.

Usages. — Le tourteau de Coprah est, *parmi les tourteaux exotiques, l'un des plus appréciés pour l'alimentation et l'engraissement des animaux.* Il augmente, d'après GAROLA, la sécrétion du lait et sa richesse en beurre, auquel il donne une saveur agréable de noisette. On peut l'administrer sec ou sous forme de buvée.

Pour remplacer 1 kilogramme de foin normal, il faut employer 0 kgr. 300 de tourteau de Coprah et 0 kgr. 730 de paille.

Ce tourteau rancit très facilement et acquiert une odeur désagréable avec le temps. En raison de sa prompte et facile altération, il doit être conservé dans un lieu sec et à l'abri de la lumière. Il peut acquérir, en s'altérant, des propriétés nuisibles pour les animaux, et occasionnées plus vraisemblablement par les moisissures qui l'ont envahi que par le rancissement de l'huile.

Le tourteau de Coprah est communément employé, tantôt seul, tantôt mélangé avec le tourteau de graine de Gingembre, par les autorités militaires anglaises pour la nourriture de leur cavalerie.

Valeur fertilisante. — Comme engrais, ce tourteau n'est pas très avantageux à employer : 100 kilogrammes ne remplacent, au point de vue de l'azote, que 665 kilogrammes de fumier type.

GRAMINÉES

Parmi les résidus industriels que la famille des Graminées fournit à l'agriculture, les TOURTEAUX DE MAÏS figurent au premier rang.

MAÏS (*Zea Mays* L.).

La culture de Maïs est aujourd'hui plus répandue que celle du Froment. Les Maïs que l'on rencontre sur le marché de Paris viennent de la Bourgogne, des Charentes, des Landes, des États-Unis, de la République Argentine, de la Russie et de la Roumanie. Ils comprennent de nombreuses variétés, qui diffèrent par le poids, la forme et la nuance des grains.

RUIT

Caractères extérieurs. — Le fruit ou caryopse de Maïs est lisse, luisant, blanchâtre, jaune pâle ou jaune orangé, tantôt irrégulièrement globuleux ou piriforme ou plus ou moins comprimé latéralement. Il présente ordinairement une face externe élargie, convexe; il porte à son extrémité inférieure, qui est parfois très rétrécie, la trace du pédicelle floral. Sur une de ses faces latérales, qui ont été plus ou moins déprimées par la pression réciproque des grains dans l'épi, on distingue très manifestement une gouttière plus ou moins large, ovoïde, indiquant la place de l'embryon.

Structure histologique. — La section transversale d'un grain de Maïs présente de dehors en dedans (fig. 6) :

1° Un *épicarpe* (*E*), formé d'une rangée de cellules isodiamétriques, ponctuées, recouvertes par une cuticule assez épaisse. Vues de face, ces cellules affectent des formes qui varient notablement; elles sont tantôt irrégulières, polygonales, sans direction déterminée; souvent elles sont fort allongées parallèlement au grand axe du grain; elles ont toujours des parois épaisses, nettement ponctuées.

2° Un *mésocarpe* comprenant plusieurs couches distinctes: d'abord une région externe très développée (*me*), formée de cellules dont l'aspect est aussi très variable; tantôt ces cellules sont fortement aplaties, peu distinctes dans toute l'épaisseur du tissu; tantôt elles sont très nettement polygonales ou arrondies dans la couche externe du mésocarpe, puis s'aplatissent progressivement en s'éloignant de la périphérie. Vues de face, elles présentent des particularités analogues et sont allongées dans le même sens que les cellules de l'épicarpe, elles

ont, dans la partie extérieure de cette couche, des parois très épaisses et ponctuées, tandis que dans la partie interne (*mi*) elles sont beaucoup plus irrégulières : parfois elles sont polygonales, sinueuses et ramifiées et laissent entre elles des méats plus ou moins volumineux.

3° Vient ensuite une couche de cellules revêtant une apparence hyaline (*h*) et munies de parois minces : ces cellules, qui affectent toutes la même direction, représentent l'assise de *cellules transversales* des fruits de Graminées.

4° Enfin le péricarpe se termine par l'*assise de cellules tubulaires* (*ct*) correspondant à l'endocarpe et représentée par une série de petites cellules arrondies, assez rapprochées. Vues de face, ces cellules forment une sorte de lacis de tubes flexueux, juxtaposés ou s'entre-croisant en différents sens. Ces cellules tubulaires sont bien plus petites que celles du Seigle, du Blé, de l'Orge et, comme celles du Riz, ne mesurent guère plus de 6 à 7 μ de largeur.

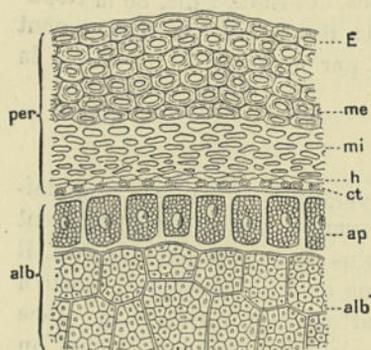


FIG. 6. — Coupe transversale du caryopse de *Zea Mays*.

E, épicarpe; *me*, zone externe du mésocarpe; *mi*, zone interne du mésocarpe présentant vers l'intérieur une couche hyaline *h*, et la couche à tubes *ct*; *ap*, assise protéique; *alb*, albumen.

5° L'*assise protéique* ou première assise de l'albumen, qui est formée d'une rangée de cellules cubiques (*ap*). Le tégument séminal qui a disparu est représenté seulement par une lame très ténue.

6° L'*albumen amyglacé*, dont les cellules assez régulièrement polygonales, étroitement appliquées les unes contre les autres et munies de parois minces, présentent dans la région externe qui est plutôt *cornée*,

une apparence différente de celle qu'on observe dans sa partie interne, qui est *blanche* et *farineuse*. Cet aspect différent lui est communiqué par la disposition et la forme des grains d'amidon qui y sont renfermés.

Dans la partie cornée, les grains d'amidon, très serrés les uns contre les autres, sont devenus polyédriques et anguleux par suite de leur pression réciproque; dans la partie interne, où ils sont moins serrés, les grains d'amidon ont conservé les mêmes dimensions, mais sont sensiblement arrondis.

Comme on le voit, le tégument séminal ne se retrouve pas dans les coupes, il est représenté par une lame anhyste située entre la couche à tubes et l'assise protéique.

TOURTEAU

Préparation. — Indépendamment de l'amidon qu'ils renferment

dans leur albumen, les fruits de Maïs contiennent 7 à 8 p. 100 d'huile fixe, qui est localisée principalement dans leur embryon. Une grande quantité de ces fruits servant à préparer de l'alcool, M. PLANAT a imaginé un procédé qui permet d'extraire préalablement par la pression la majeure partie de cette huile, pour l'appliquer à la préparation de savons mous et diminuer ainsi le prix de revient de l'alcool. Le résidu de cette pression constitue un produit qui rentre dans la catégorie des tourteaux oléagineux. D'autre part, les résidus de la distillation du Maïs, qui pendant si longtemps ont été perdus totalement sans aucun profit pour le distillateur et pour l'agriculteur, sont actuellement, grâce aux perfectionnements introduits dans la distillerie des grains par MM. PORION et MAHAY, transformés en tourteaux qui peuvent être utilisés pour l'engraissement des bestiaux.

Procédé Planat. — Les grains de Maïs broyés sous des meules écartées laissent des gruaux et un peu de farine dont on les débarrasse par le tamisage. Des gruaux ainsi obtenus, les uns sont féculents et les autres oléagineux; ces derniers, plus légers que les autres, sont séparés par le sassage, puis soumis à l'action des meules verticales utilisées dans les huileries. On humecte la pâte avec 10 p. 100 d'eau à 55°. La pâte est d'abord chauffée à 60° dans un chauffoir, puis soumise à la presse. L'huile qu'on en retire est limpide et sans mauvais goût.

Par ce procédé M. PLANAT obtient de 100 kilogrammes de Maïs : 6 kilogrammes d'huile, 10 kilogrammes de tourteau épuisé, 7 kilogrammes de son et 76 kilogrammes de gruaux féculents qui servent à préparer l'alcool.

Procédé Porion et Mahay. — Les Maïs sont concassés, écrasés et traités soit à l'air libre, soit sous pression, dans de grandes cuves en cuivre, par l'acide chlorhydrique ou sulfurique suffisamment étendus d'eau et maintenus à l'ébullition jusqu'à ce que tout l'amidon soit transformé en glucose. On emploie 1 kgr. 250 d'acide sulfurique ou 2 kgr. 500 d'acide chlorhydrique pour 25 kilogrammes de grains. La transformation étant opérée, on neutralise l'excès d'acide au moyen de carbonate de soude. On jette ensuite les moûts sur des filtres-presses, qui retiennent toutes les parties solides et laissent passer des jus clairs qui sont mis en fermentation, puis distillés. Les parties solides retenues par les filtres sont pressées et transformées en galettes, que l'on broie et qu'on délaie dans l'eau; on les repasse une seconde fois au filtre-pressé afin de les épurer complètement du glucose et des sels de soude formés pendant la neutralisation et qui, étant solubles, sont entraînés par les eaux de lavage. Ces drèches sont conservées tantôt en silos, tantôt pressées et réduites en tourteaux que l'on fait sécher. Parfois au lieu de les presser, on les fait dessécher dans des appareils spéciaux, pour les traiter ensuite par le sulfure de carbone, qui leur enlève l'huile qu'elles contenaient.

Dans certaines usines, on substitue la craie au carbonate de soude pour neutraliser les acides qui ont servi à la saccharification de l'amidon. Si l'acide employé est l'acide chlorhydrique, cela n'offre aucun inconvénient pour les qualités alimentaires des drèches, puisque les sels formés sont solubles dans l'eau ; il n'en est pas de même pour

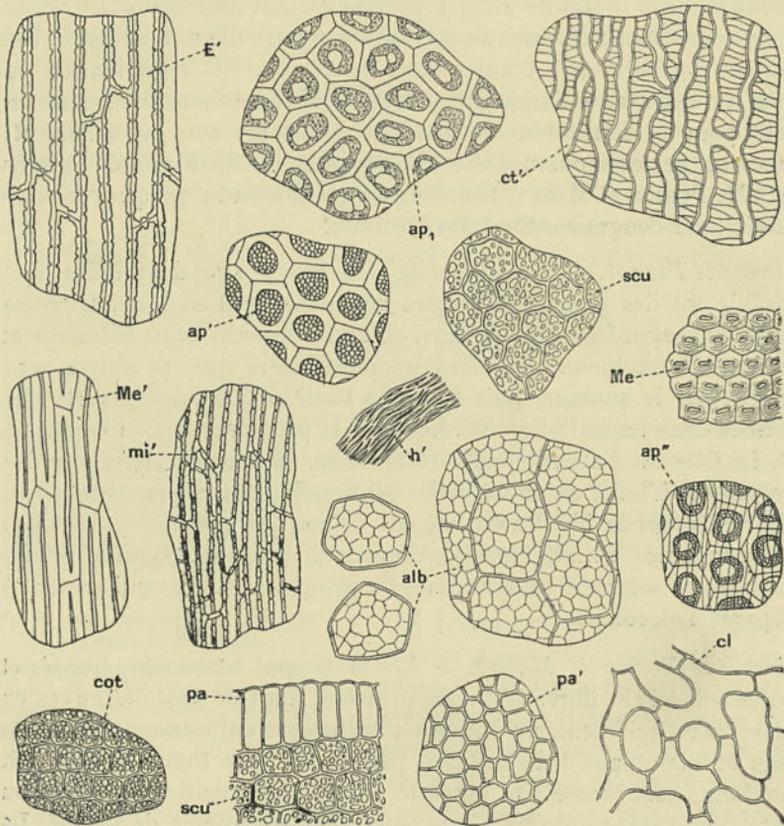


FIG. 7. — Éléments du tourteau de Maïs.

E', cellules de l'épiderme vues en direction longitudinale; *Me*, *Me'*, *mi'*, cellules des différentes couches du mésocarpe; *ct'*, cellules tubulaires; *ap'*, assise protéique; *ap₁'*, cellules de l'assise protéique après ébullition dans la potasse; *ap''* les mêmes recouvertes par les cellules transversales; *h'*, débris de la couche hyaline; *pa*, *pa'*, cellules palissadiques du scutellum *scu*; *alb*, albumen; *cl*, cellules lacuneuses du mésocarpe.

l'acide sulfurique qui, avec la craie, donne du sulfate de chaux insoluble et celui-ci, restant mélangé aux drèches, leur donne des propriétés nuisibles. Les tourteaux ainsi obtenus ne peuvent être utilisés que comme engrais.

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Maïs obtenu par le procédé Planat se présente en galettes ayant 12 à 13 millimètres d'épaisseur. Leurs faces planes ont une teinte brun grisâtre : elles sont très

dures, difficiles à briser: leur cassure est grenue et offre une teinte gris brun qui rappelle celle du pain de Seigle desséché. En examinant cette cassure à la loupe, on constate qu'elle n'est pas homogène: on y distingue des éléments diversement nuancés, et dont les plus teintés sont constitués par des débris de son. Ce tourteau se désagrège difficilement dans l'eau froide.

Les résidus de la distillation du Maïs soumis à la presse donnent des tourteaux *bruns* plus colorés que ceux obtenus par le procédé Planat.

Examen microscopique. — Délayé dans l'eau et examiné au microscope, le tourteau de Maïs est nettement caractérisé:

1° Par les cellules ponctuées de l'épicarpe (*E'*);

2° Les cellules épaissies qui constituent la couche externe du mésocarpe et qui sont remarquables par la transparence de leurs parois et l'exiguïté de leur cavité (*Me'*, *mi'*, *cl*);

3° Les cellules tubulaires (*cl'*), qui sont extrêmement nombreuses, très étroites, très rapprochées et adhérentes aux cellules transversales, elles-mêmes très petites et très peu apparentes.

Ces débris de son sont toujours accompagnés de fragments ténus de l'assise protéique (*ap'*), dont les cellules isodiamétriques sont munies de parois épaisses et remplies de corpuscules azotés, au milieu desquels on distingue des globules d'huile.

L'albumen (*alb*) est représenté par des cellules polygonales dont les parois minces ont généralement conservé l'empreinte des grains d'amidon qui y étaient adossés. Cette empreinte apparaît sous la forme d'un réseau polygonal.

L'embryon se retrouve dans le tourteau de Maïs sous la forme de différents fragments, appartenant soit à la couche hyaline (*h'*) qui le sépare de l'albumen, ou à l'assise palissadique (*pa*) qui entoure le scutellum, ou bien encore au scutellum lui-même (*scu*) qui est formé de cellules polygonales contenant de l'aleurone en grains assez fins; on retrouve enfin parmi les éléments de l'embryon des débris du cotylédon (*cot*) qui se distingue par ses cellules plus petites.

Composition chimique. — La composition du tourteau de Maïs est la suivante:

	Tourteau de Maïs		Drèches de Maïs
	GRANDEAU	KUHN	LADUREAU
Eau	11,10	10,75	8,52
Matières grasses . . .	9,40	10,81	12,14
Matières azotées . . .	15,10	13,49	36,25
Matières non azotées.	53,70	50,22	6,92
Cellulose	6,70	8,58	27,13
Cendres	4 »	6,15	4,73
Amidon et dextrine . .	»	»	»

D'après DÉCUGIS, le tourteau de Maïs renferme en moyenne 2,50 p. 100 d'azote et 3,42 p. 100 d'acide phosphorique.

Usages. — L'emploi de tourteau de Maïs s'est rapidement vulgarisé en Allemagne et en France depuis quelques années pour la nourriture du bétail.

Sa richesse en matières grasses et protéiques est à peu près égale à celle des résidus de la distillerie et de la brasserie et à peu près double de celle du son.

L'usage de ce tourteau augmente un peu la quantité de lait, mais cette augmentation n'est pas proportionnelle à la quantité de tourteau ingérée. En outre, la richesse du lait en matière grasse diminue sensiblement, ce qui fait perdre de la valeur à cet aliment. En somme, si ce tourteau donne des résultats peu satisfaisants au point de vue de la production du lait, il en donne de meilleurs au point de vue de l'engraissement des bestiaux.

Le tourteau de Maïs n'a pas de goût désagréable : il est facilement accepté par les animaux, surtout quand on les y habitue progressivement.

A cause de sa richesse en acide phosphorique, il est plus propre à servir au développement du système osseux qu'à celui du système musculaire, *son usage est donc tout indiqué pour les jeunes bestiaux.*

Pour remplacer 1 kilogramme de foin, il faut employer 450 grammes de tourteau de Maïs et 510 grammes de paille.

Valeur fertilisante. — Comme engrais, 100 kilogrammes de ce tourteau représentent 640 kilogrammes de fumier au point de vue de l'azote et 1.710 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique; sous ce dernier rapport, il constituerait le plus riche des engrais; malgré cela son emploi reste limité à la nourriture du bétail.

..

Parmi les autres résidus industriels que la famille des Graminées fournit à l'agriculteur, nous mentionnerons les résidus de la distillation du Riz (*Oryza sativa*), utilisé depuis longtemps déjà pour la préparation de l'alcool, et ceux du Dari ou Sorgho (*Sorghum tartaricum*). Ce dernier fruit, qui est recueilli en abondance en Égypte et qui a été utilisé d'abord par les Anglais pour la nourriture de leur bétail, est maintenant distillé en Écosse, en Belgique et en France.

On utilise aussi communément pour la nourriture des bestiaux les issues de la mouture et du blutage du Blé. Ces produits, confondus sous la dénomination générale de *sons*, comprennent les *remoulages*, *recoupes* ou *recoupettes* et les *sons proprement dits*. Ce sont des substances riches en matières azotées, qui sont relativement bien digérées par les Ruminants. Avant de les utiliser pour la nourriture des animaux, il sera prudent de s'assurer de leur composition et de constater s'ils ne renferment pas une proportion notable de Nielle des Blés, dont la

présence est facilement révélée par les débris noirs du spermoderme de cette graine.

On utilise aussi au même titre les sons de Maïs, de Riz, de Seigle, d'Orge, de Sarrasin et de Pois. Dans leur *Traité des falsifications des substances alimentaires*, MM. VILLIERS et COLLIN ont décrit les particularités anatomiques qui permettent de différencier ces aliments divers.

On emploie aussi les *farines troisième* et *quatrième*, que l'on débite souvent sous le nom de *farines bises* ou de *fleurage*. Comme celui des sons et recouettes, leur emploi n'est pas toujours inoffensif, surtout quand elles renferment de l'Ivraie, de l'Ergot ou de la Nielle en proportion notable.

CUPULIFÈRES

HÊTRE (*Fagus sylvatica* L.).

Cette famille ne fournit à l'agriculture qu'un seul résidu industriel, c'est le TOURTEAU DE FAÏNES, produit par les fruits du Hêtre (*Fagus sylvatica* L.), qui croît abondamment dans nos forêts.

FRUITS (*Faines*).

Caractères extérieurs. — Le fruit du *Hêtre* ou *Faine* est un akène pyramidal, présentant trois crêtes saillantes, très aiguës. Il mesure 12 millimètres de hauteur et 7 à 8 millimètres de largeur. Sa surface externe est brun marron, luisante, garnie de poils soyeux et très courts vers son extrémité inférieure. Elle présente à son extrémité inférieure une large cicatrice triangulaire correspondant à son point d'attache. Chacune des faces planes de la pyramide présente des stries longitudinales produites par les faisceaux libéro-ligneux. Le péricarpe se brise assez facilement. La graine, peu adhérente avec le fruit, est de forme semblable à celle de ce dernier. Elle est recouverte d'un tégument brun sur lequel on observe à la loupe des poils tecteurs plus ou moins longs, provenant de l'endocarpe. Ce tégument, relativement mince, recouvre à son tour une amande formée de deux cotylédons à structure bifaciale. Cette graine est inodore ; quand on la mâche, sa saveur est douce et huileuse, mais non désagréable.

Structure histologique. — Examiné au microscope, le fruit du Hêtre présente la structure suivante :

Le péricarpe, très résistant, présente de dehors en dedans (fig. 8) :

Un épicarpe (*E*) formé d'une rangée de cellules rectangulaires, recouvertes par une cuticule assez épaisse et remplies d'un pigment brun. Vues de face, ces cellules sont polygonales et irrégulières ; elles laissent souvent entre elles des petites cicatrices arrondies correspondant aux points d'insertion des poils tecteurs, qui sont courts, unicellulaires, coniques (*E*, fig. 9).

Le mésocarpe comprend :

Une couche externe scléreuse (*msc*), formée de nombreuses assises

de cellules polygonales, dont les dimensions deviennent de plus en plus grandes à mesure qu'on s'éloigne de la périphérie. Ces cellules sont munies de parois épaisses et canaliculées, leur cavité est plus ou moins large ;

Une couche parenchymateuse (*Mp*) dont la structure devient de plus en plus dense à mesure qu'on s'éloigne de la périphérie. Dans sa partie extérieure, ce parenchyme est lacuneux, formé de cellules polygonales irrégulières, qui, vues de face, sont allongées parallèlement au grand axe du fruit, munies de parois minces, sinueuses, qui laissent entre elles des méats plus ou moins larges. Cette partie externe du mésocarpe est sillonnée par d'épais faisceaux libéro-ligneux protégés extérieurement par un amas de fibres péricycliques à parois très épaisses et accompagnées souvent de cellules cristalligènes contenant des cristaux prismatiques. Dans sa partie interne le mésocarpe est formé de cellules aplaties, irrégulières, renfermant des cristaux prismatiques et des cristaux étoilés ou mâclés. Quelques-unes des cellules de cette région du mésocarpe sont sclérifiées ou fibreuses. L'endocarpe comprend une assise de cellules rectangulaires aplaties.

La structure histologique de la graine est la suivante :

Un épiderme (*e*) formé d'une assise de larges cellules remplies de matière colorante brune. Vues de face, ces cellules sont polygonales, irrégulières, munies de parois minces, faiblement ondulées (*e'*). Très souvent on observe à la surface de la graine un duvet soyeux blanc, formé d'une multitude de longs poils tecteurs unicellulaires coniques (*P*, fig. 9), qui sont tout à fait caractéristiques ;

Une couche parenchymateuse de trois à quatre assises de cellules polygonales, plus petites que celles de l'enveloppe externe et, comme elles, remplies de matière colorante brune ;

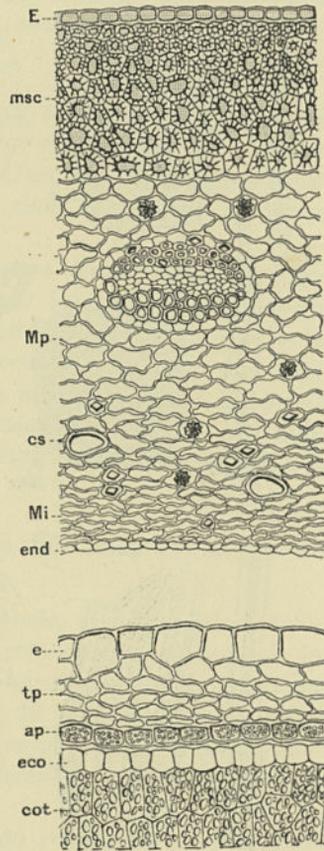


FIG. 8. — Paroi du fruit et tégument de la graine du *Fagus sylvatica*.

FRUIT : *E*, épicarpe ; *msc*, zone externe scléreuse du mésocarpe ; *Mp*, zone parenchymateuse moyenne du mésocarpe, avec faisceaux libéro-ligneux protégés par un arc péricyclique ; *Mi*, zone interne à parenchyme plus dense avec cellules scléreuses arrondies ; *cs*, cristaux et mâcles ; *end*, endocarpe. — GRAINE : *e*, épiderme du tégument ; *tp*, parenchyme ; *ap*, assise protéique ; *eco*, épiderme du cotylédon *cot*.

Une assise protéique (*ap*), formée d'une rangée de cellules rectangulaires, facilement reconnaissables à leur forme régulière et à la nature de leur contenu granuleux ;

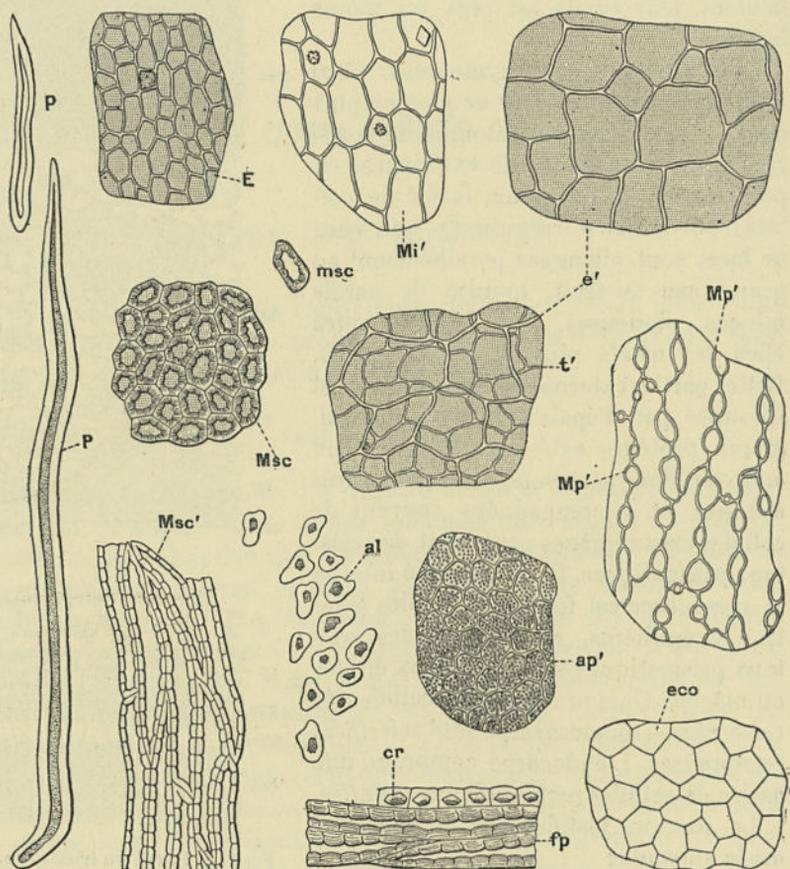


FIG. 9. — Éléments du tourteau de Faines.

E, épicalyx; *P*, poils tecteurs: les uns courts, provenant du péricarpe; les autres longs, remplis de matière granuleuse, provenant de l'épiderme du tégument de la graine; *Msc*, *Msc'*, mésocarpe scléreux; *Mi'*, mésocarpe interne cristalligène; *Mp'*, mésocarpe parenchymateux lacuneux; *fp*, fibres péricycliques des faisceaux vasculaires; *ap'*, assise protéique; *eco*, épiderme des cotylédons; *al*, grains d'aleurone grossis; *e'*, épiderme du tégument séminal avec cellules du parenchyme sous-jacent; *cr*, cristaux.

Les cotylédons à structure bifaciale dont les cellules polygonales ou disposées en palissade, sont remplies d'huile fixe et de grains d'aleurone, parmi lesquels on distingue des cristaux étoilés d'oxalate de chaux.

TOURTEAU

Le tourteau de Faine ne constitue pas un article commercial cou-

rant. L'irrégularité des saisons et les froids précoces ne permettent pas souvent au fruit d'arriver à maturité complète, et on compte pour ainsi dire les années où il devient possible d'obtenir de l'huile de Faines en quantité commerciale et utiliser les tourteaux qui constituent le résidu de l'expression de ces graines.

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Faines est le plus grossier des tourteaux. Il possède une couleur rouge brun, qu'il doit à la présence des débris de la paroi de l'akène, qui a une teinte brun marron, et de l'enveloppe, de la graine dont la couleur est brun foncé.

On en distingue deux espèces, les *tourteaux décortiqués* et les *tourteaux bruts*; les premiers sont fournis par les graines séparées du péricarpe; les seconds, contenant tous les éléments de fruit et de la graine, se distinguent nettement des premiers par leur structure lamelleuse, qu'ils doivent à la présence de nombreux débris écailleux des akènes. Quand on désagrège ces tourteaux dans l'eau, il est facile d'en séparer les divers éléments qui se distinguent à leur consistance et à leur couleur.

Examen microscopique. — Les tourteaux de Faines décortiqués se reconnaissent aisément :

A la couleur foncée, à la forme polygonale, aux dimensions irrégulières des cellules qui constituent l'épiderme (e') du tégument de la graine. Ces fragments sont généralement accompagnés de débris du parenchyme sous-jacent (f'). La présence de débris provenant de la couche protéique (ap'), en même temps que celle de cristaux étoilés d'oxalate de chaux dans les cellules des cotylédons compléteront la diagnose.

En plus de ces éléments anatomiques, on retrouvera constamment dans les tourteaux bruts :

1° Des débris de l'épicarpe (E) garnis de poils tecteurs unicellulaires, coniques et courts (P);

2° De nombreuses cellules scléreuse (msc') à parois très épaisses et canaliculées, provenant de la zone externe du mésocarpe;

3° Des fibres à parois ponctuées (fp) provenant des faisceaux fibrovasculaires et souvent bordés de cellules cristalligènes (cr) contenant des cristaux prismatiques;

4° Par des débris du parenchyme lacuneux provenant des couches extérieures du mésocarpe (Mp');

5° De longs poils tecteurs unicellulaires coniques (P), représentant le duvet soyeux qui reste adhérent à la surface de la graine p , fig. 9).

Composition chimique. — Les analyses suivantes représentent la composition chimique du tourteau de Faines :

	DIETERICH ET KOENIG		GRANDEAU
	Tourteau brut	T. décortiqué	T. décortiqué
Eau	16,10	12,5	16,10
Matières grasses	8,34	7,5	8,30
— azotées	18,15	37,1	18,20
— non azotées	28,39	29,7	28,30
Cellulose	23,89	5,5	23,90
Cendres	5,13	7,7	5,20

D'après MM. MÜNTZ et GIRARD, le tourteau de Faines décortiquées renferme 8,85 p. 100 d'azote, 1,05 p. 100 d'acide phosphorique et 0,72 p. 100 de potasse ; la proportion d'azote est réduite à 5,94 p. 100 dans les tourteaux de Faines brutes.

La comparaison de ces résultats démontre la supériorité du tourteau décortiqué sur le tourteau brut, puisque le premier contient près du double de matières azotées et quatre fois moins de cellulose.

Usages. — Les tourteaux de Faines *décortiquées* sont utilisés pour l'alimentation des bestiaux, mais il convient toutefois de ne les administrer qu'en proportion restreinte, car *ils sont doués de propriétés purgatives*, et donnés à haute dose ils pourraient occasionner de la diarrhée. Quant aux tourteaux *bruts*, il faut éviter de les employer pour l'usage alimentaire. Outre une forte proportion de matières ligneuses qui ne peuvent être digérées, ils *contiennent un principe toxique*, qui détermine chez les chevaux de véritables empoisonnements, qu'on a rapprochés de ceux qui sont produits par l'Ivraie enivrante. Ces propriétés, signalées depuis longtemps par BAUHIN, ont été à plusieurs reprises confirmées par des vétérinaires français et allemands et décrites par M. CORNEVIN dans son *Traité des résidus industriels*. La nature chimique du produit qui détermine ces accidents est encore indéterminée. On l'a assimilé tantôt à la choline, à la conine et à la triméthylamine et on l'a parfois désigné sous le nom de *fagine*. On est mieux fixé sur sa localisation et on sait qu'il réside exclusivement dans le péricarpe qui entoure les graines. *C'est pourquoi l'on proscriit absolument l'usage des tourteaux de Faines brutes pour l'alimentation des chevaux*; les Ruminants paraissent être moins sensibles à l'action de ce principe toxique.

Au point de vue alimentaire, 100 kilogrammes de foin normal peuvent être remplacés par 19 kilogrammes de tourteau de Faines décortiquées et 91 kilogrammes de paille.

Valeur fertilisante. — Les tourteaux de Faines brutes doivent être exclusivement employés comme engrais ou comme combustible, 100 kilogrammes de ce tourteau représentant 962 kilogrammes de fumier type au point de vue de l'azote et 525 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique.

JUGLANDÉES

Cette famille ne fournit à l'agriculture qu'un seul résidu industriel utile : c'est le TOURTEAU DE NOIX, provenant de la graine du NOYER (*Juglans regia* L.), arbre originaire de la Perse, qui est communément cultivé en France. Sa graine, désignée sous le nom de Noix, est très appréciée comme aliment, dans quelques régions, où sa production est la plus abondante, comme le Dauphiné, la Savoie, l'Auvergne, l'Anjou, la Touraine et le Poitou. Cette graine, décortiquée et soumise à la pression, fournit 60 à 65 p. 100 d'huile. Celle que l'on extrait à froid est utilisée comme comestible : on réserve pour la peinture celle qui est extraite à chaud.

NOIX

Caractères extérieurs. — Le fruit du Noyer est une drupe dont l'exocarpe se sépare facilement du noyau à l'époque de la maturité. Le noyau s'ouvre en deux moitiés par des fentes auxquelles sont superposés les styles. La graine, dressée et dépourvue d'albumen, renferme, sous de minces téguments jaunâtres, un embryon charnu dont la radicule est supère et dont les cotylédons sont pleins et cérébri-formes.

Structure histologique. — L'amande de la Noix est entourée d'un tégument (*Te*, fig. 10) formé de deux couches bien distinctes : une couche membraneuse externe (*e*), mince, composée généralement d'une, mais parfois aussi de deux assises de cellules cubiques, allongées radialement et munies de parois minces et droites ; vues de face, ces cellules sont polygonales, irrégulières et à parois faiblement ondulées. La couche interne, bien plus épaisse, est constituée par un tissu de cel-

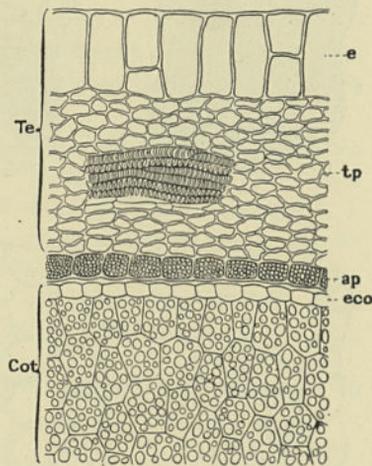


FIG. 10. — Coupe transversale du tégument de la semence du *Juglans regia*.

e, épiderme du tégument *Te* ; *tp*, couche parenchymateuse de ce tégument avec faisceaux vasculaires inclus *ap*, assise protéique ; *eco*, épiderme du cotylédon *Cot*.

lules polygonales et irrégulièrement disposées et à parois minces. Ce tissu est parcouru par de nombreux faisceaux fibro-vasculaires, qui se laissent très bien apercevoir dans l'amande desséchée, sous la forme de stries irrégulières. A l'intérieur de ce tégument, on observe une assise protéique formée d'une seule rangée de cellules à peu près cubiques, qui, vues de face, sont facilement reconnaissables à leur forme régulière et à la nature de leur contenu. Les cotylédons (*cot*), constitués par un tissu de cellules polygonales remplies d'aleurone et d'huile fixe, sont recouverts par un épiderme (*eco*) à cellules polygonales

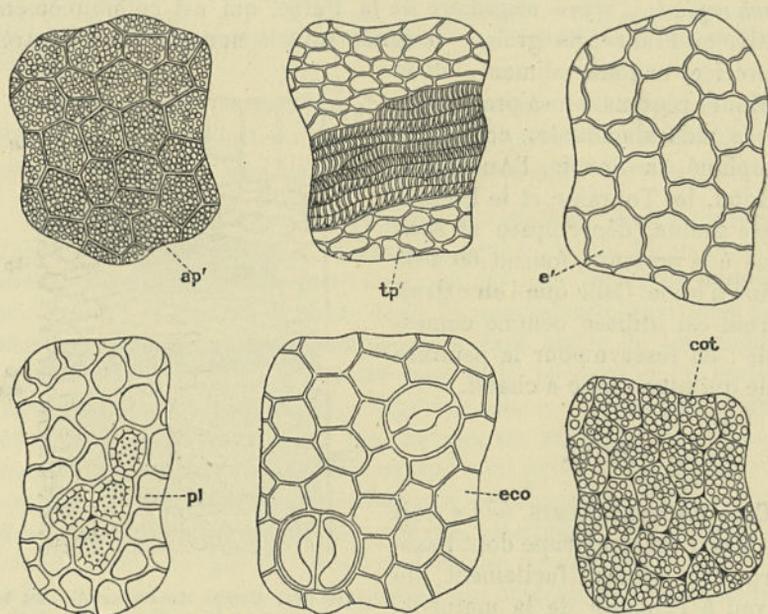


FIG. 11. — Eléments du tourteau de Noix.

e', ép. du tégument ; *tp* couche parenchymateuse du tégument ; *ap'*, assise protéique ; *eco*, ép. du cotylédon *cot* ; *pl*, débris du placenta.

isodiamétriques, sur lequel on distingue nettement des stomates complets ou en voie de formation.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Noix se présente en pains pesant de 8 à 10 kilogrammes et mesurant de 5 à 6 centimètres d'épaisseur. Celui qui provient de graines exprimées à froid est jaunâtre, piqueté de brun ; celui que fournissent les graines exprimées à chaud est d'une couleur brune et il se fonce encore avec le temps. Quand il est récent, il se laisse dissocier assez facilement et présente, à côté de fragments assez volumineux des cotylédons, des débris foliacés prove-

nant des téguments de la graine. Son odeur et sa saveur n'ont rien de désagréable et rappellent celles de la Noix. En vieillissant, ce tourteau devient dur et compact.

Caractères microscopiques. — En délayant dans l'eau le tourteau de Noix, on sépare facilement les débris de l'embryon, qui sont blancs et huileux, de ceux des téguments, qui sont minces, foliacés et jaunâtres. Les débris de l'embryon sont constitués par des cellules polygonales irrégulières ; ceux du spermoderme, traités par l'eau alcalinisée se laissent dissocier facilement et présentent de *larges cellules à parois ondulées, faiblement colorées*, représentant l'épiderme externe (*e'*) et un parenchyme (*tp'*), formé de cellules irrégulières, parcouru *par des faisceaux vasculaires* et qui représente la couche interne du tégument ; quelques fragments de cotylédons provenant de la couche externe de l'embryon sont encore recouverts d'une membrane, sur laquelle on observe de *larges stomates arrondis*, entourés par quatre ou cinq cellules irrégulièrement disposées (*eco* fig. 11).

Le tourteau de Noix est parfois accompagné de débris du placenta papyracé brun qui sépare les cotylédons ; on les reconnaît à leur teinte brune, qui s'accroît encore sous l'influence de l'eau alcalinisée, à cause de leur richesse en tannin. Les fragments les plus résistants de ce placenta sont caractérisés par la présence de cellules scléreuses, munies de parois épaisses et ponctuées, qui sont parfois isolées, plus souvent réunies en groupes plus ou moins volumineux (*pl*, fig. 11).

Composition chimique. — Les analyses suivantes représentent la composition de ce tourteau :

	WOLF —	GAROLA —	FALLOT	
			Tourteau à froid.	Tourteau à chaud
Eau	1,37	7,12	9,40	11,40
Matières grasses . . .	12,50	18,01	27,17	13,68
Matières azotées . . .	34,60	41,50	31,79	37,77
Matières non azotées.	27,80	23,27	20,61	27,75
Cellulose	6,40	5 »	6,83	4,56
Cendres	5 »	5,10	4,20	4,77

Le tourteau de Noix renferme : de 5,5 à 6,5 p. 100 d'azote ; de 1,50 à 2,50 p. 100 d'acide phosphorique et de 1 à 1,5 p. 100 de potasse.

Usages. — Le tourteau de Noix qui, dans certaines régions pauvres, est utilisé pour la nourriture de l'homme, est plus généralement employé pour l'alimentation des bestiaux, l'engraissement des bœufs et des porcs, le gavage des volailles. Certains éleveurs l'apprécient autant que le tourteau de Lin, *mais il est essentiel de ne l'employer qu'à l'état frais ou récent, car il rancit très rapidement*. 1 kilogramme de foin normal peut être remplacé par 0 kgr. 210 de tourteau de Noix et 0 kgr. 840 de paille. *Il ne faut en faire qu'un usage modéré pour l'engraissement des volailles, car il communique à la chair de ces volatiles*

une odeur et une saveur qui sont répugnantes et la rend désagréable pour ceux qui n'y sont pas habitués.

D'après M. RAYNAUD (1), l'imprégnation de la viande de porc par le goût de Noix rance est un fait si connu dans le midi de la France que dans quelques régions, comme le Tarn, en particulier, il règne une convention tacite qui frappe de nullité la vente des porcs gras dont la viande a le goût et l'odeur du tourteau rance, alors même qu'on n'aurait pas reconnu cette particularité. Cette convention n'existât-elle pas que l'acheteur d'un pareil animal pourrait poursuivre la résiliation de la vente, par ce fait que la chose vendue est impropre à l'usage auquel elle était destinée.

Valeur fertilisante. — Les tourteaux de Noix rance peuvent être utilisés pour la fumure des terres : 100 kilogrammes de ce tourteau représentent 1.348 kilogrammes de fumier type au point de vue de l'azote et 695 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique.

(1) RAYNAUD, L'usage alimentaire du nougat et la qualité de la viande. *Revue vétérinaire*, 1879, p. 498.

CANNABINÉES

CHANVRE (CHÈNEVIS) (*Cannabis sativa* L.).

C'est cette famille qui fournit l'un des produits le plus anciennement employés sous la forme de tourteau : nous voulons parler du *tourteau* dit PAIN DE CHÈNEVIS, qui est fourni par le CHANVRE (*Cannabis sativa* L.). La culture de cette plante, qui a perdu un peu de son importance, est localisée dans les départements de l'Ouest et du Nord-Est ; elle embrasse toutes les régions de l'Europe tempérée, la Belgique, l'Allemagne et l'Italie septentrionale, l'Algérie, le Japon et l'Amérique du Nord.

Cette plante est l'objet d'une culture spéciale aux Indes, où l'on prépare avec les feuilles de la variété femelle un extrait narcotique désigné sous le nom de *haschich*.

FRUIT

Caractères extérieurs. — Le fruit du Chanvre est un akène ovoïde un peu comprimé latéralement. Son péricarpe lisse, luisant et dur est caractérisé par la présence de marbrures pâles qui se détachent nettement sur son fond gris ou verdâtre ; il présente une arête longitudinale peu marquée, qui correspond à la chalaze et porte à sa partie élargie une cicatrice arrondie correspondant au hile. Il mesure de 3 mm. 5 à 4 mm. 5 de longueur et 3 à 3 mm. 5 de largeur. Le péricarpe se détache assez facilement de la graine, qui est recouverte par un tégument verdâtre.

Les fruits du Chanvre fournissent par la pression 25 à 30 p. 100 d'une huile siccativ, douce, verte, douée d'une odeur assez prononcée.

Structure histologique. — Examiné au microscope, le fruit du Chanvre présente, de dehors en dedans, une région externe correspondant au péricarpe et qui se décompose ainsi :

1° L'épicarpe (*E*), formé d'une rangée de cellules très irrégulières dont les *parois très minces, finement ponctuées, présentent des sinuosités nombreuses et très déchiquetées, qui s'engrènent les unes dans les autres et dont les caractères sont surtout visibles quand on les regarde de face* (*E'*, fig. 13) ;

2° Le mésocarpe (*Me*), qui présente une structure assez complexe. Dans sa partie externe, qui est sillonnée par de petits faisceaux libéro-

ligneux, les cellules affectent la même forme et la même disposition que celles de l'épicerpe ; puis elles se différencient progressivement. Elles s'allongent d'abord dans une direction parallèle au grand axe du fruit ; leurs parois à peu près droites et minces deviennent de plus en plus sinueuses et de plus en plus épaisses ; aussi, dans les couches les plus profondes, le mésocarpe est-il devenu très dense ; il y est constitué par des cellules sinueuses, munies de parois fortement épaissies et entourant une cavité relativement étroite et très sinueuse (fig. 13) ;

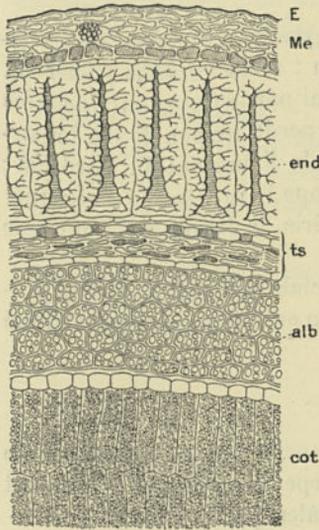


FIG. 12. — Coupe transversale de la paroi du fruit du *Cannabis sativa*.

E, épicerpe ; Me, mésocarpe aplati avec faisceaux vasculaires ; end, endocarpe ; ts, tégument séminal ; alb, albumen ; cot, cotylédon.

3° L'endocarpe, formé d'une assise de volumineuses cellules allongées radialement dont les parois externe et latérales, notablement épaissies et canaliculées, entourent une cavité plus large à la base qu'au sommet. Vues de face, ces cellules sont légèrement sinueuses : leurs parois, assez homogènes dans leur épaisseur et colorées en brun, présentent des canalicules ramifiés : leur cavité n'est pas étoilée comme celle des cellules épaissies du mésocarpe (end, end', fig. 12 et 13).

Au-dessous du péricarpe et intimement accolé à cette assise scléreuse vient le tégument de la graine proprement dite (ts), qui comprend deux couches bien distinctes : l'épiderme externe (e') et une assise de cellules colorées, qui, vues de face, sont allongées parallèlement au grand axe du fruit. Ces cellules sont nettement caractérisées par les espaces intercellulaires irréguliers qu'elles présentent, et par la présence dans leur cavité de granulations bien apparentes d'une matière colorante verte soluble dans l'éther et l'alcool.

La couche interne (ai') plus épaisse est formée de plusieurs assises de cellules aplaties, qui, vues de face, sont très irrégulières dans leur forme et constituent dans leur ensemble un tissu lacuneux contenant aussi des globules de matière colorante.

L'albumen, relativement peu épais, forme une lame de cellules polygonales renfermant de l'aleurone en grains ovoïdes, couronnés à leur partie supérieure par un globoïde arrondi.

Les cotylédons, entourés par un épiderme distinct, sont constitués extérieurement par des cellules allongées, disposées en forme de palissade, et dans le reste de leur épaisseur par des cellules polyédriques contenant aussi de l'aleurone et de l'huile fixe.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Chanvre, appelé encore PAIN DE CHÈNEVIS, se présente dans le commerce sous forme de gros pains du poids de 12 à 15 kilogrammes, qui, récemment préparés, ont l'odeur et la saveur caractéristiques du Chanvre. Ils possèdent alors

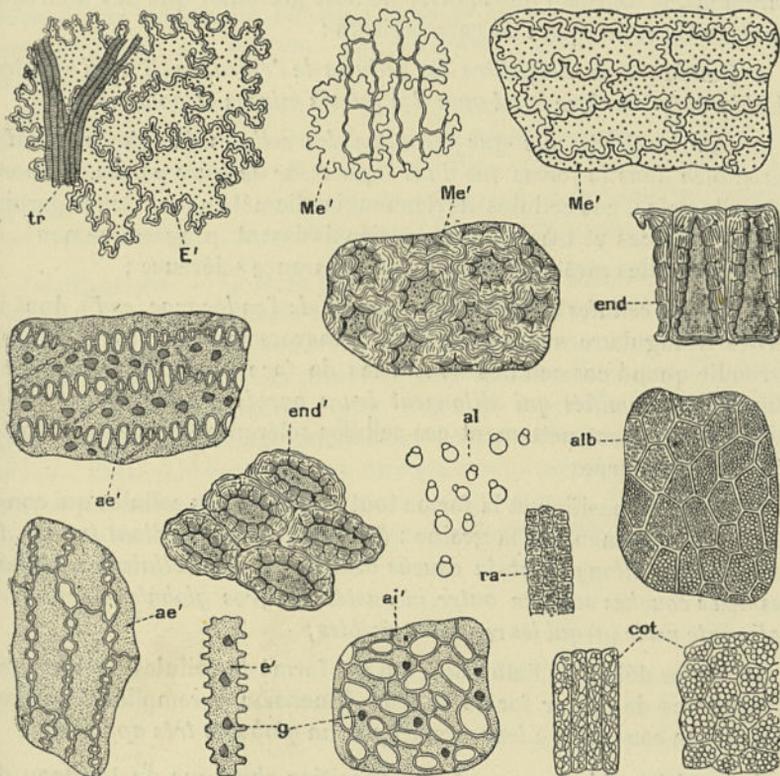


FIG. 13. — Éléments du tourteau de Chanévis.

E', épicarpe vu de face; *Me'*, débris du mésocarpe provenant d'assises plus ou moins profondes; *end*, *end'*, cellules de l'endocarpe; *e'*, assise externe du tégument séminal; *ae'*, *ai'*, assises extérieures et intérieures de ce tégument montrant leur aspect différent; *ra*, radicule; *tr*, trachées du raphé; *cot*, cotylédon; *alb*, albumen; *al*, aleurone; *g*, globules de matière colorante verte.

dans leur ensemble une teinte grise, verdâtre ou noirâtre, et se laissent facilement désagréger. Avec le temps, ce tourteau durcit, perd en partie son odeur et devient assez résistant. Quand on le brise, il présente une cassure granuleuse, sur laquelle on distingue nettement des fragments de spermoderme enchâssés dans une pâte grise; souvent il renferme des fruits encore entiers ou simplement écrasés.

Ce tourteau, généralement préparé avec peu de soin, est mélangé de

beaucoup d'impuretés, de débris végétaux, et principalement de graines de Crucifères.

Quand on le fait macérer dans l'eau, il communique à celle-ci une *couleur jaune ambrée caractéristique*.

Examen microscopique. — Quand il est pur, ce qui arrive assez rarement, le tourteau de Chanvre ne doit présenter que des débris du fruit de Chanvre, que l'on caractérisera :

1° *Par la forme irrégulière des cellules de l'épicarpe (E'), qui sont très déchiquetées sur leur bord avec des parois minces et ponctuées ;*

2° *Par les différences que présentent les cellules du mésocarpe (Me') aussi bien dans la forme que dans l'épaisseur de leurs parois. D'abord très allongées, ces cellules deviennent isodiamétriques : leurs parois, d'abord minces et très sinueuses, s'épaississent progressivement, et finalement elles revêtent presque une apparence scléreuse ;*

3° *Par les cellules scléreuses et colorées de l'endocarpe (end'), dont la cavité triangulaire sur une section transversale (end') est ovale ou arrondie quand ces cellules sont vues de face (end'). Les nombreux canalicules ramifiés qui sillonnent leurs parois ainsi que leur teinte brune distinguent nettement ces cellules scléreuses des cellules épaissies du mésocarpe ;*

4° *Par la disposition et la forme toute spéciale des cellules qui constituent le tégument de la graine : l'assise externe (e') étant formée de cellules très allongées et la couche interne (ai') de cellules rameuses, ces deux couches sont, en outre, incrustées de gros globules de matière colorante verte (g) qui les rend très visibles ;*

5° *Par les débris de l'albumen, qui est formé de cellules polygonales irrégulières dans leur forme et leur dimension et remplies de grains d'aleurone couronnés à leur sommet par un globoïde très apparent.*

Composition chimique. — La composition chimique du tourteau de Chanvre est représentée par les chiffres suivants :

	CORNEVIN	GAROLA	DIETERICH ET KÖNIG
Eau	9,90	10,1	9,91
Matières azotées . . .	30 »	30,7	20,84
— grasses . . .	6,30	6,20	6,48
— non azotées . . .	21,86	27,20	21,26
Cellulose	21,94	17,3	24,70
Cendres	7 »	6,9	7,84

Usages. — Le tourteau de Chênevis est surtout employé pour l'engrais des terres et très peu pour l'alimentation du bétail.

Dans le premier cas, il est considéré comme un *tourteau chaud*, c'est-à-dire produisant une action rapide, mais de courte durée, par opposition avec le tourteau de Lin qui est réputé comme *tourteau froid*, parce qu'il accuse moins d'énergie, mais une durée plus longue.

Si on le donne aux bestiaux, il ne faut pas en abuser, car il possède des propriétés purgatives.

Bien qu'il soit à peu près établi que les fruits de Chanvre européen, qui constituent la nourriture de nos oiseaux domestiques ou d'agrément, ne contiennent pas une proportion sensible de la résine narcotique qui prédomine dans les feuilles de la variété femelle, ce n'est qu'avec une certaine réserve que l'on utilise le tourteau de Chênevis pour l'alimentation des animaux : encore est-il prudent de l'administrer seulement aux animaux qui ne doivent pas fournir une grande somme de travail.

Le tourteau de Chênevis est principalement consommé en France comme appât pour la pêche et pour la nourriture des poissons qui vivent dans les étangs et les pièces d'eau. Certains fabricants, qui approvisionnent les marchands d'instruments de pêche, ne vendent pas moins de 100 à 150.000 kilogrammes de ce tourteau par an.

Falsifications. — Comme beaucoup de ces produits, le tourteau de Chênevis est falsifié aussi bien par les fabricants que par les marchands d'engrais. Les premiers y incorporent couramment une notable proportion de *sel*, dont la présence peut être constatée par l'incinération et le poids des cendres ; quant aux marchands d'engrais, ils falsifient ce tourteau en l'additionnant de *tourteau de Pulghère* ou de *Pignon d'Inde*. Cette falsification peut être nettement décelée par une observation microscopique, basée sur la connaissance des particularités anatomiques que nous décrirons plus loin en parlant du tourteau de Pignon d'Inde.

EUPHORBIACÉES

La famille des Euphorbiacées fournit à l'agriculture un certain nombre de résidus industriels provenant du traitement ou de l'expression de quelques graines dont l'huile possède des propriétés médicinales ou est utilisée pour la préparation des savons, telles sont : les graines de RICIN, de PIGNON D'INDE, de CROTON, de BANCOULIER et d'ABRASIN.

Les particularités qui distinguent ces tourteaux sont intéressantes à connaître, car tous possèdent des propriétés extrêmement énergiques ; leur emploi a souvent entraîné la mort des bestiaux qui les avaient consommés.

Les graines de Ricin, de Pignon d'Inde, de Croton possèdent de grandes analogies dans leurs caractères extérieurs et dans leur structure anatomique ; elles ont sensiblement la même forme et les mêmes dimensions ; elles sont recouvertes d'un spermoderme mince et coriace, dont l'apparence extérieure varie notablement, mais qui présente les mêmes particularités anatomiques. Quant aux graines de Bancoulier ou d'Abrasin, si elles se ressemblent beaucoup extérieurement et histologiquement, elles se distinguent très franchement des autres graines précitées par leur dimension et l'épaisseur de leur spermoderme, qui ne peut être brisé qu'au moyen d'un marteau.

Le spermoderme des graines d'Euphorbiacées, que nous aurons à décrire, se compose de cinq couches bien distinctes :

1° Un épiderme externe, lisse et luisant dans le Ricin, opaque dans le Croton, noir et crevassé dans le Pignon d'Inde, et qui ne s'observe plus dans les graines de Bancoulier et d'Abrasin ;

2° Une zone parenchymateuse et plus ou moins lacuneuse ;

3° Une assise de cellules disposées radialement en palissade ;

4° Une zone scléreuse noire plus ou moins épaisse, à cellules allongées de même radialement ;

5° Une couche interne, qui souvent reste adhérente à la coque scléreuse ou parfois forme autour de l'amande une enveloppe blanche facile à détacher.

Les cotylédons et l'albumen sont remplis d'huile fixe et de grains d'aleurone qui ont sensiblement les mêmes caractères et les mêmes dimensions.

RICIN (*Ricinus communis* L.).

Le RICIN (*Ricinus communis* L.) est une plante originaire de l'Inde, dont la culture est actuellement répandue partout dans les régions tempérées et tropicales. Cette plante pousse naturellement au cap de Bonne-Espérance, sur les côtes orientale et occidentale d'Afrique, en Tunisie, dans l'Amérique centrale et aux Antilles, en Chine, au Tonkin et dans les Indes. Dans les endroits les plus favorables à son développement, dans les îles de la région méditerranéenne, cette plante devient ligneuse et forme un petit arbre de 3 à 5 mètres de hauteur, mais en France, en Allemagne et en Angleterre, elle reste à l'état de plante annuelle, dont les graines arrivent rarement à maturité.

La plus grande partie des graines de Ricin affectées à la préparation de l'huile de Ricin viennent actuellement de Calcutta, de Bombay, du Sénégal, du Levant et d'Amérique.

GRAINES

Caractères extérieurs. — Les graines de Ricin sont ovales, arrondies, ou légèrement comprimées sur leur face dorsale, aplaties ou fortement anguleuses sur leur face ventrale; elles mesurent de 6 à 12 millimètres de long sur 8 millimètres d'épaisseur environ. Elles portent à leur extrémité inférieure une caroncule charnue, grisâtre, qui recouvre l'impression peu apparente du hile. De ce hile part un raphé qui longe l'angle mousse de la face ventrale et se termine en un point du tégument indiqué par une petite protubérance. La surface extérieure des graines est lisse, brillante, d'une couleur grise, mouchetée et bigarrée de taches brunes. Cette enveloppe recouvre un endosperme huileux, blanc, au milieu duquel se trouve l'embryon. Quand elle est récente, l'amande du Ricin possède une saveur douce huileuse, accompagnée d'une âcreté peu sensible.

Caractères histologiques. — Le tégument de la graine de Ricin comprend (fig. 14) :

1° Un *épiderme externe* (*e*), formé d'une assise de cellules tabulaires, aplaties, recouvertes par une cuticule garnie de crêtes fines. Vues de face, ces cellules sont polygonales, sans direction bien déterminée, avec des parois droites ou faiblement ondulées, mais finement ponctuées. Elles sont incrustées d'un réseau cellulosique qui leur donne une apparence toute spéciale : les unes sont incolores; d'autres, qui sont généralement réunies en îlots plus ou moins larges, sont remplies d'une matière colorante brune plus ou moins foncée. C'est la présence de cette matière qui contribue à donner à la graine de Ricin l'aspect moucheté qui la caractérise ;

2° Une *couche lacuneuse* (*A*), comprenant plusieurs assises de cel-

lules aplaties. Vues de face, ces cellules, qui sont polygonales, présentent entre leurs parois des méats de dimensions variables, triangulaires ou arrondis ;

3° Une assise de cellules en palissade (B), formée d'une seule rangée de cellules prismatiques, allongées toutes dans le même sens et disposées en forme de palissade. Vues de face, ces cellules ont une section arrondie ou polygonale, des dimensions un peu variables et présentent souvent entre leurs parois, qui sont très minces, d'étroits méats intercellulaires.

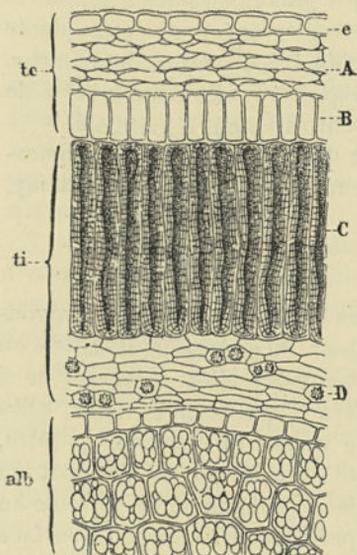


Fig. 14. — Section transversale de la graine du *Ricinus communis*.

A, enveloppe lacuneuse; alb, albumen; B, cellules en palissade; C, assise scléreuse; D, enveloppe interne; e, enveloppe externe; te, tégument externe; ti, tégument interne.

Ces trois assises se séparent nettement de la couche suivante, quand on fait bouillir pendant quelque temps les graines de Ricin dans une solution alcaline. Toutes trois dérivent du tégument externe de l'ovule ;

4° Une assise scléreuse (C), formée d'une seule rangée de cellules prismatiques disposées en forme de palissade, et douze à quinze fois plus longues que larges. Ces cellules, fortement colorées en brun très foncé, sont munies de parois très épaisses, dont les couches d'épaissement sont sillonnées de canalicules transversaux caractéristiques et bien apparents. La cavité de ces cellules est un peu élargie à son extrémité supérieure. Vues de face, ces cellules sont polygonales et laissent voir une petite cavité arrondie ;

5° Une couche interne (D), qui se sépare assez facilement des autres enveloppes et qui est constituée par plusieurs assises de cellules aplaties,

étroitement appliquées les unes contre les autres, munies de parois bien minces et très réfringentes. Vue de face, cette couche, qui est sillonnée par de nombreux faisceaux fibro-vasculaires, se reconnaît facilement grâce à la présence de cristaux en oursins d'oxalate de chaux ou en forme de rosette ou de framboise, et par la présence de houpes aiguillées dont les filaments plus ou moins recourbés s'irradient en différents sens.

L'amande est formée d'un albumen copieux qui entoure deux cotylédons foliacés. Le tissu de l'albumen est formé de larges cellules polygonales, isodiamétriques, contenant de l'huile fixe et des gros grains d'aleurone, dans lesquels on distingue nettement un gros cris-

lalloïde accompagné d'un petit globoïde. L'épiderme des cotylédons est formé d'un tissu de cellules polygonales qui sont allongées dans une direction parallèle au grand axe de la graine; en certains points de cette enveloppe, correspondant aux nervures de la feuille primordiale, les cellules s'allongent très régulièrement et deviennent parallèles, comme cela s'observe habituellement dans l'épiderme des nervures des feuilles.

La caroncule qui existe à la partie inférieure des graines de Ricin est formée d'un tissu de larges cellules polygonales, *que leurs parois épaisses et ponctuées permettent de reconnaître aisément.*

TOURTEAUX

Caractères extérieurs. — Il existe dans le commerce trois sortes de tourteaux de Ricin.

La *première qualité*, obtenue par la pression de graines décortiquées, se présente en galettes carrées, coupées sur les angles, mesurant 2 à 3 centimètres d'épaisseur et pesant 3 à 4 kilogrammes. Sa teinte varie notablement selon que les graines ont été plus ou moins soigneusement mondées de leur testa crustacé. Si le mondage a été complet, le tourteau est d'un blanc sale ou gris; si les graines n'ont pas été soigneusement décortiquées, le tourteau est plus ou moins nuancé de mouchetures grises ou brunes, qui peuvent faire varier sa teinte du gris au brun. La cassure de ce tourteau est généralement rugueux, lamelleuse, assez irrégulière; il se désagrège assez facilement dans l'eau.

La *qualité courante* est celle que l'on obtient en mélangeant, lors de la deuxième pression, les coques séparées aux tourteaux provenant de la première pression. Le tourteau ainsi obtenu est d'un brun noirâtre ou gris noirâtre, à structure lamelleuse, assez dur quand on l'examine à la loupe ou même à l'œil nu, et présente, au milieu d'une gangue grise ou noirâtre, une multitude de débris du testa, qui offrent une teinte différente selon la variété des graines employées et selon que les fragments se présentent sur leur face convexe ou sur leur face concave. Quand on fait bouillir ce tourteau dans l'eau alcalinisée, celle-ci prend rapidement une teinte brune.

La *troisième qualité* est un tourteau repassé qui a été traité au sulfure de carbone. Il affecte des apparences très variables. Tantôt il est constitué par une poussière grossière d'une teinte grise, formée d'éléments de diverses grosseurs, parmi lesquels on distingue des fragments plus ou moins volumineux de la coque; tantôt il est à peine pulvérulent et constitué par un mélange de coques de Ricin brisées, ayant conservé leur teinte naturelle, et de débris volumineux aplatis, blanchâtres ou grisâtres de l'amande qui a été soumise à une pression modérée. Ce produit semble être composé de graines de Ricin qui auraient été gros-

sièrement contusées et faiblement comprimées, puis traitées par le sulfure de carbone. Dans ce mélange de coques et d'amandes, on

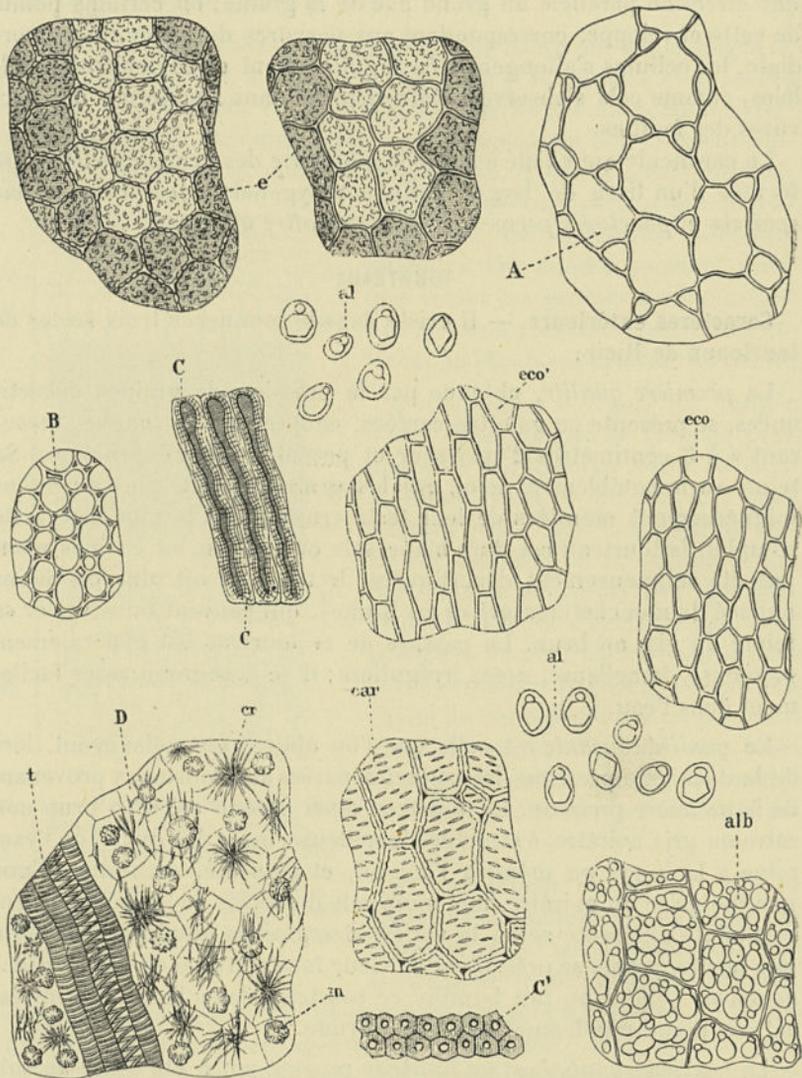


FIG. 15. — Éléments du tourteau de Ricin.

A, couche lacuneuse vue de face; *alb*, albumen; C, cellules scléreuses vues longitudinalement; C', les mêmes transversalement; *car*, cellules de la caroncule; *cr*, cristaux aiguillés; D, enveloppe interne de la graine; *eco*, *eco'*, enveloppe des cotylédons; *m*, cristaux en rosette; *t*, trachées; *e*, épiderme vu de face; B, cellules en palissade vues de face; *al*, grains d'aleurone grossis.

retrouve parfois des graines entières simplement écrasées ou déformées. Sous ce dernier état, le tourteau de Ricin est très facile à distinguer et ne peut être confondu avec aucun autre.

Examen microscopique. — Pour examiner le tourteau de Ricin au microscope, il suffit d'en prélever une certaine quantité, en certains points de la masse, et de faire bouillir dans l'eau alcalinisée les parcelles ainsi réunies. On décante avec soin l'eau qui surnage le tourteau, on lave le dépôt à grande eau jusqu'à ce que celle-ci soit tout à fait limpide, puis on examine successivement au microscope les divers éléments incolores qui proviennent de l'amande, et les parcelles colorées qui représentent les débris du spermoderme.

Dans le tourteau de première qualité, qui a été préparé avec les graines décortiquées, l'élément le plus caractéristique consiste dans la présence des débris de l'enveloppe interne de la graine. Ces débris (*D*), généralement très minces, transparents, se reconnaîtront de suite à la présence des nombreux cristaux en rosette (*m*) et des houppes aiguillées (*cr*) qui sont renfermés dans un tissu de cellules à parois presque imperceptibles, sillonné par de nombreux faisceaux fibro-vasculaires (*t*). Les débris de l'albumen n'offrent pas d'éléments de détermination bien nets, à moins que l'on n'utilise le caractère fourni par les grains d'aleurone qui contiennent un gros cristalloïde accompagné d'un petit globoïde.

Il est bien rare que ce tourteau, si bien préparé qu'il soit, ne renferme pas de débris du testa crustacé, dont les éléments anatomiques compléteront et faciliteront la détermination de son identité.

Le tourteau courant est, au contraire, extrêmement facile à déterminer à cause de la multitude des débris du spermoderme. En recueillant ceux-ci, qui sont toujours colorés, dans une capsule de porcelaine et en les lavant à grande eau, on arrive sans difficulté à isoler et à caractériser les éléments qui les constituent. Ce sont (fig. 14) :

1° Les débris de l'assise externe (*e*), que l'on reconnaît facilement à ses cellules polygonales incrustées de cellulose, munies de parois faiblement ponctuées, tantôt incolores, tantôt remplies d'une matière colorante brune. Les cellules colorées sont toujours réunies en groupes plus ou moins volumineux ;

2° Le parenchyme lacuneux (*A*), incolore, qui constitue la deuxième couche du tégument de la graine ;

3° Les cellules scléreuses (*C*), qui sont toujours très longues, fortement épaissies et colorées, disposées sur une seule rangée et allongées dans la même direction, qui est légèrement oblique ou incurvée ;

4° Enfin, les fragments de la caroncule (*car*), qui sont représentés par des cellules polygonales assez larges, munies de parois épaisses et ponctuées.

M. BENECKE a constaté, dans la plupart des tourteaux de Ricin qu'il a examinés, l'existence d'une très notable proportion d'un champignon auquel il faudrait, selon lui, rapporter une partie des phénomènes toxiques produits par ces tourteaux. Ces organismes agiraient à la

façon de ceux qui, végétant sur le Maïs, provoquent l'affection désignée sous le nom de *Pelagre*. La présence presque constante de ce champignon dans le tourteau de Ricin pourrait même, selon M. BENECHE, compléter la série de ses éléments de détermination, qui sont déjà tout à fait caractéristiques et des plus précis. Pour déceler sa présence, il recommande d'employer le procédé suivant :

On triture dans un mortier une cuillerée à café de tourteau pulvérisé avec un peu d'eau, de façon à obtenir une bouillie claire qu'on passe avec expression, à travers une mousseline, dans un petit récipient. On y ajoute environ 10 gouttes de lessive de soude concentrée : on agite, on chauffe légèrement sans faire bouillir et on laisse reposer. A l'aide d'un compte-gouttes, on porte une goutte du dépôt sur un porte-objet et on examine au microscope au grossissement de 400 à 600 diamètres.

On trouve, avec des restes indistincts de cellules et des débris de tubes mycéliens, des spores ovales-elliptiques souvent isolées, souvent aussi groupées et adhérant les unes aux autres.

Composition chimique. — Le tourteau de Ricin présente la composition suivante :

	JOHNSTON		DÉCUGIS	
	Ricin d'Amérique	Ricin brut	Ricin brut	Ricin décortiqué
Eau	2,54	9,85		10,38
Matières grasses	18,20	5,25		8,75
— azotées	27 »	20,44		46,37
— non azotées. }	43,42	49,44		24 »
Cellulose				
Cendres	6,14	15,02		10,50
Azote	4,32	3,67		7,42
Acide phosphorique	2,04	1,62		2,26

Comme on le voit, la teneur en azote et acide phosphorique varie, avec l'origine et le mode d'obtention du tourteau, de 3,5 à 7,5 % d'azote et de 1,5 à 2,30 d'acide phosphorique.

Usages. — La graine de Ricin, outre l'huile fixe, renferme un principe éminemment toxique, désigné sous le nom de *ricine*, qui, étant insoluble dans l'huile, reste dans le tourteau : aussi ne peut-on songer à utiliser ce tourteau pour l'alimentation des bestiaux. Chaque année, on signale tant en France qu'à l'étranger des accidents mortels survenus chez des chevaux ou des moutons à la suite de l'absorption de doses relativement faibles de ce tourteau. A plusieurs reprises on a constaté aussi la mort d'un grand nombre de poissons nourris avec du pain de Chênevis qui avait été falsifié avec du tourteau de Ricin. Bien que le docteur Buchanan HAMILTON ait écrit qu'une décoction de ce tourteau donné, aux Indes, à des buffles avait pour effet d'augmenter la quantité de lait fournie par ces animaux, cette opinion ne doit être accueillie qu'avec la plus grande réserve et ne s'explique que parce que le principe toxique des graines de Ricin et de leur tourteau serait insoluble dans l'eau.

Le tourteau de Ricin possède une telle âcreté que, même employé à l'extérieur, il peut occasionner des accidents. Décugis rapporte qu'un pharmacien, ayant eu l'idée d'envoyer aux colonies de la poudre de Ricin, qui est très blanche, pour remplacer la pâte d'amandes, cette poudre produisit des effets corrosifs, et le visage et les mains des négresses qui s'en servirent passèrent du noir d'ébène au rouge de corail.

Si le tourteau de Ricin ne peut être utilisé comme aliment, il est au contraire très communément employé comme engrais. Sa richesse en azote (3,67 à 7,42) et en acide phosphorique (1,62 à 2,26), sa teneur en potasse (1,12 p. 100) lui communiquent des qualités fertilisantes. Aussi l'emploie-t-on depuis longtemps déjà comme engrais, aux Indes, mélangé avec la poudre d'os pour la culture de la canne à sucre : dans la culture du blé, il est également efficace. Au Bengale, on l'utilise soit seul, soit mélangé avec la poudre d'os, pour fumer les champs de pommes de terre et de bétel. A l'heure actuelle, toute la production marseillaise de tourteau de Ricin est absorbée par la région de Pertuis et de Cavaillon pour la culture des primeurs, des pommes de terre et des aulx.

Aux Indes, on utilise ce tourteau aussi pour la fabrication du gaz d'éclairage et comme combustible pour les machines.

Dans le cas d'*empoisonnement par un tourteau alimentaire*, l'attention de l'expert doit être éveillée par les propriétés toxiques du tourteau de Ricin, qui passe pour être le plus vénéneux de tous ces produits. Aussi devra-t-il, dans l'examen microscopique qu'il sera appelé à faire, s'attacher à isoler tous les éléments cornés et colorés en brun foncé et à examiner s'ils ne présentent pas les caractères si tranchés sur lesquels nous avons insisté. Il convient de rappeler ici que d'autres graines d'Euphorbiacées, telles que les graines de Croton, de Pignon d'Inde, de Bancoulées soumises à la pression, peuvent aussi fournir des tourteaux qui sont utilisés comme engrais et qui ne sont guère moins toxiques que celui de Ricin ; mais leur production est infiniment plus restreinte que celle du tourteau de Ricin. Le tourteau de Pignon d'Inde, cependant, se prépare en grande quantité dans la région marseillaise, où il est désigné sous le nom de tourteau de *Pulghère* ou *Purgère*. Nous indiquerons un peu plus loin les particularités qui caractérisent ce tourteau et permettent de le distinguer du tourteau de Ricin.

Valeur fertilisante. — 100 kilogrammes de tourteau de Ricin décortiqué représentent 1.855 kilogrammes de fumier type au point de vue de l'azote et 1.130 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique. Le tourteau brut est beaucoup moins apprécié, il ne représente que 917 kilogrammes de fumier au point de vue azoté et 810 kilogrammes au point de vue des phosphates.

CROTON (*Croton Tiglium* L.).

Les semences de Croton sont fournies par le *Croton Tiglium* L. (*Tiglium officinale* Klotz.) qui croît dans l'Inde et les régions voisines de l'Asie et de l'Océanie tropicales ; on le rencontre aussi à Java, à Bornéo et aux îles Philippines. Sa culture a été introduite aux îles Mascareignes et dans l'Amérique tropicale.

GRAINES

Caractères extérieurs. — Les semences de Croton mesurent 12 à 14 millimètres de longueur sur 7 à 9 millimètres de largeur et 6 à 8 millimètres d'épaisseur ; elles sont généralement ovoïdes ; mais la présence sur leurs côtés de quatre lignes longitudinales plus ou moins saillantes leur donne sur la section transversale un aspect sensiblement tétragone. Le sommet, légèrement tronqué, porte une petite caroncule ridée, qui a souvent disparu sur les échantillons du commerce et à la base de laquelle se trouve le hile. De cette caroncule part une crête mousse peu saillante qui divise en deux la face ventrale de la graine et gagne la chalaze au pôle inférieur : deux autres crêtes plus prononcées se montrent sur les côtés. La face dorsale, un peu plus bombée que l'autre, ne présente qu'une saillie longitudinale peu appréciable.

La coque est coriace, cassante et colorée en brun foncé, mais elle est entourée par une enveloppe mince et pulvérulente d'un brun beaucoup plus clair, qui se détache facilement et dont il ne reste souvent que des vestiges. La couche interne du tégument de la graine se sépare facilement de l'amande quand on brise la coque et reste la plupart du temps fixée à celle-ci. L'albumen est jaunâtre, huileux et renferme un embryon identique à celui du Ricin.

Structure histologique. — La semence de Croton présente dans son ensemble la plus grande analogie de structure avec la semence de Ricin ; néanmoins, quelques particularités permettent de les distinguer l'une de l'autre.

L'assise externe, au lieu d'être lisse, luisante et mouchetée comme celle du Ricin, est *opaque, dépourvue de marbrures*. Les cellules qui la constituent renferment une matière colorante rouge brun qui forme une masse homogène, remplissant parfois toute leur cavité, ou une masse granuleuse mélangée souvent de grains d'amidon ; quelques-unes de ces cellules même ne contiennent que de l'amidon, à l'exclusion de matière colorante, ou un noyau cellulosique bien apparent.

La couche sous-épidermique (A') est formée de plusieurs rangées de cellules polygonales, à parois ondulées qui se différencient peu à peu et forment un tissu lacuneux constitué par quatre à cinq rangées de

cellules, aplaties sur une section transversale, mais très lacuneuses quand on les observe de face (*A'*, fig. 16).

L'assise suivante (*B*) est formée d'une rangée de cellules disposées en palissade, dont les parois sont séparées par d'étroits méats, qui donnent à ces cellules, vues de face, un aspect caractéristique. Ces cellules sont en même temps pourvues sur leur paroi de stries très fines. Le raphé, qui sillonne la face ventrale de cette graine, est constitué par un gros faisceau fibro-vasculaire, *accompagné de chaque côté par des cellules scléreuses* qui sont parfois isolées, parfois groupées. Ces cellules, qui ne s'observent pas dans la graine de Ricin, sont très irrégulières dans leur forme et leurs dimensions : *leurs parois sont plus ou moins épaisses et toujours ponctuées.*

L'assise scléreuse (*C'*), qui constitue la quatrième zone différenciée du tégument, est formée d'une seule rangée de longues cellules, légèrement incurvées, disposées en forme de palissade et dont les parois présentent la même épaisseur et la même structure que chez les éléments comparables de la semence de Ricin.

La couche interne, qui est sillonnée par de nombreux faisceaux fibro-vasculaires, *ne présente pas les cristaux en rosette* qui sont si confluents dans la graine de Ricin ; les cellules qui la constituent renferment seulement une matière se présentant sous l'aspect de petites aiguilles cristallines souvent isolées, parfois enchevêtrées en petites masses (*D'*).

L'albumen (*alb*) est constitué par un tissu de cellules polygonales contenant de l'huile fixe et de l'aleurone qui se rapproche de celui qui existe dans le Ricin.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Croton ne constitue pas un article commercial courant. La proportion de graines importées est relativement peu élevée et celles-ci ne sont utilisées que pour l'extraction de l'huile, dont l'emploi exclusivement médicinal est, d'ailleurs lui-même fort restreint. Le tourteau qui constitue le résidu de l'expression de cette graine renferme encore assez d'huile fixe pour posséder des propriétés très irritantes, qui rendraient son emploi des plus dangereux comme substance alimentaire. Toutefois, la faible proportion d'azote (2,38 p. 100) et d'acide phosphorique (1,12 p. 100) qu'il contient permettraient à peine de l'utiliser comme engrais, et précisément à cause des propriétés très irritantes de son principe actif, il offrirait encore des inconvénients sérieux pour les agriculteurs qui le manipuleraient.

Ce tourteau n'a d'intérêt pour nous qu'à cause de ses propriétés toxiques et de l'analogie que ses graines présentent avec les graines de Ricin. *Comme il occupe la première place dans la série des tourteaux toxiques*, il est essentiel de connaître ses caractères, afin de

pouvoir s'assurer, en cas d'empoisonnement par les tourteaux, si sa présence accidentelle ne pourrait pas être suspectée.

Examen microscopique. — Le tourteau de Croton se reconnaît aux caractères suivants :

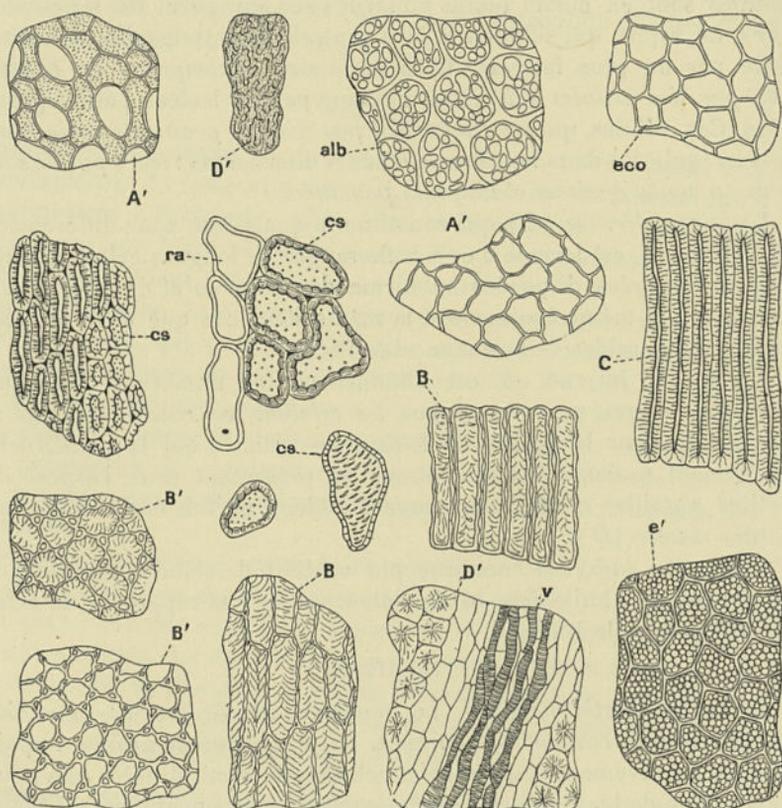


FIG. 16. — Éléments du tourteau de Croton.

A', couche lacuneuse sous-épidermique; alb, débris de l'albumen; B, B', cellules de l'assise palissadique *finement striées*; C, cellules de l'assise scléreuse; cs, cellules scléreuses localisées autour du raphé; D', couche interne du tégument; e', couche externe du tégument; eco, épiderme des cotylédons.

1° Par la couleur brune et le contenu granuleux des cellules de son assise externe (e') qui est dépourvue de marbrures;

2° Par l'apparence toute spéciale que présentent les cellules de l'assise en palissade, qui sont séparées dans leurs angles par d'étroits méats et qui sont pourvues de stries très fines (B', B');

3° Par la présence des cellules scléreuses canaliculées (cs) et ponctuées, qui existent en assez grande quantité de chaque côté du raphé;

4° Enfin par la présence de cellules scléreuses très longues, munies de parois extrêmement épaisses, fortement colorées, qui sont toujours disposées sur une seule rangée et juxtaposées en forme de palissade dans le sens radial.

Composition chimique. — D'après M. GIRARDIN, sa composition chimique serait la suivante :

Eau	6, »
Matière azotée	14,88
— grasse	17, »
— non azotée	56,62
Cendres	5,50
Azote	2,38
Acide phosphorique	1,12

Usages. — Nous répétons que ce tourteau est des plus *toxiques* et que, même mêlé aux tourteaux-engrais, il peut par conséquent constituer une fraude très dangereuse, étant donnée l'énergie des propriétés révulsives de son huile.

PIGNON D'INDE ou PURGÈRE (*Jatropha Curcas* L.)

Les graines de PIGNONS D'INDE, encore désignées sous les noms de PULGHÈRE ou PURGÈRE, sont fournies par le *Jatropha Curcas* L. (*Curcas purgans* ADANS.), arbrisseau qui croît dans les contrées chaudes de l'Amérique, de l'Asie, dans les îles du Cap-Vert et sur la côte occidentale d'Afrique.

GRAINES

Caractères extérieurs. — Les graines de Pignon d'Inde sont gris noirâtre, ovales, allongées et mesurent 2 centimètres de longueur environ sur 12 millimètres de largeur et 8 millimètres d'épaisseur. Leur surface extérieure n'est pas unie, mais parsemée de taches blanchâtres, qui apparaissent à la loupe comme autant de fentes, de craquelures microscopiques qu'on a attribuées à la dessiccation ou à un déchirement des tissus, mais qui ont en réalité une origine toute différente.

Dans leur ensemble, les téguments sont épais, très durs, se brisent difficilement et ont une consistance résineuse ; plusieurs d'entre ces graines possèdent intérieurement une teinte jaune ocreuse uniforme, due à la disparition de la première couche noirâtre des téguments ; quelques-unes sont enveloppées dans une pellicule grisâtre qui représente l'endocarpe du fruit.

Ces graines présentent sur leur face dorsale un raphé assez saillant. La face ventrale, opposée au raphé, est fortement bombée et montre en son milieu une crête assez proéminente. L'amande est constituée par un albumen blanc huileux sur lequel s'applique étroitement une pellicule argentée sillonnée de trachées. Au milieu de l'albumen

s'étalent les deux cotylédons minces, aplatis et appliqués l'un contre l'autre.

Structure histologique. — L'assise extérieure et noirâtre de l'enveloppe de la graine de Pignon d'Inde est constituée par une rangée de cellules prismatiques, huit à dix fois plus longues que larges, disposées en palissade (*e*, fig. 17) et fortement colorées en brun. Vues de face, ces cellules sont polygonales, munies de parois faiblement épaissies et finement ponctuées. Examiné sur une section tangentielle, ce tégument présente à des intervalles assez rapprochés des espaces vides, correspondant à des taches grises qui se distinguent à l'œil nu sur la surface extérieure de ces graines. Ces espaces, ovales ou arrondis, sont nettement limités par une ceinture régulière de cellules plus allongées que les voisines et, le plus souvent, tétragonales. Cette régularité des cellules de bordure exclut toute idée d'un déchirement produit par la dessiccation. La forme et la présence des cellules de cette assise externe constituent un caractère de première importance pour la diagnose du tourteau de Pignon d'Inde.

Sous cet épiderme, on distingue une deuxième couche, constituée par dix à douze rangées de cellules aplaties et allongées tangentiellement. Vues de face, ces cellules sont polygonales et laissent entre elles des méats assez larges (*A'* fig. 17). Cette couche parenchymateuse est sillonnée par la présence de vaisseaux laticifères colorés en brun. Le raphé qui la sillonne n'est pas, comme dans le Croton, accompagné de cellules scléreuses.

Vient ensuite, comme chez les graines précédentes de cette famille une rangée de cellules cubiques disposées en palissade. Vues de face, ces cellules présentent une forme arrondie et sont séparées l'une de l'autre par des méats plus ou moins larges (*B*, fig. 17), leurs parois sont moyennement épaisses et finement ponctuées. Ces cellules sont plus longues que dans les semences de Ricin et ne sont pas plissées comme dans le Croton.

La zone scléreuse noire est formée d'une assise de cellules sclérenchymateuses, présentant la même disposition et la même structure que celles qui existent dans le Ricin : elles sont seulement plus longues.

La zone interne du tégument de la graine, qui est généralement appliquée contre l'albumen, est constituée par plusieurs assises de cellules polygonales, munies de parois très minces, dans lesquelles on observe une notable proportion de cristaux octaédriques ou prismatiques (*cr*, *m*, fig. 17) et une plus grande quantité encore de cristaux en rosette. Cette membrane est parcourue par des faisceaux fibro-vasculaires accompagnés de vaisseaux laticifères (*lat*, fig. 17), qui leur donnent une coloration brune.

L'albumen et les cotylédons sont formés de cellules polygonales

contenant de l'huile fixe et des grains d'aleurone, plus petits que ceux du Ricin, mais présentant distinctement un cristalloïde et des globoides.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Pignon d'Inde varie notablement dans son apparence selon qu'il a été préparé avec des graines entières ou décortiquées. Celui que nous avons eu l'occasion d'examiner provenait de la Nouvelle-Calédonie. Il se présente en masses compactes et irrégulières, d'une teinte gris jaunâtre, d'apparence feuilletée, imprégnées d'une certaine quantité d'huile et graissant rapidement le papier. En examinant ce tourteau à la loupe, on y distingue au milieu de la gangue blanchâtre, qui représente l'albumen et constitue la plus grande partie du tourteau, un grand nombre de débris papyracés très ténus, provenant de l'enveloppe externe de la graine. Ces débris, outre leur ténuité et leur aspect papyracé, sont caractérisés par la présence de stries bien apparentes, qui sont la trace des faisceaux sillonnant cette enveloppe. Un certain nombre d'autres fragments aplatis plus épais représentent les débris de cotylédons qui souvent sont intacts ou peu dilacérés. Parmi ces fragments peu colorés, on distingue quelques débris noirâtres provenant du test crustacé de la graine. La faible proportion de ces éléments dans le tourteau de la Nouvelle-Calédonie indique qu'il a été préparé avec des graines décortiquées, parmi lesquelles, quelques-unes encore entières, ont pu se glisser.

Les tourteaux de Pignon d'Inde décortiqués, préparés à Marseille, ont généralement une teinte grise, nuancée de particules noirâtres provenant du spermoderme. Les *tourteaux bruts*, destinés à la fumure des vignobles et qui sont *préparés avec des graines non décortiquées*, ont une coloration brune presque noire ; ils offrent sous ce rapport une grande ressemblance avec les tourteaux bruts de Ricin. Ils sont très durs, ont une cassure très irrégulière, due à la présence de nombreux et volumineux débris de l'enveloppe crustacée de la graine. Ces tourteaux n'ont pas d'odeur appréciable.

Examen microscopique. — Les débris de l'albumen et des cotylédons qui constituent la majeure partie des tourteaux de Pignon d'Inde exotiques et décortiqués ne peuvent, à cause de l'analogie de leur structure, fournir de caractères précis et constants pour les distinguer des tourteaux de Ricin. Les éléments anatomiques sur lesquels l'attention et les observations des experts devront se fixer pour établir leurs conclusions, sont les débris de l'enveloppe interne de la graine, qui se reconnaîtra toujours par la présence simultanée de *mâcles mamelonnées ou en rosette* et de *cristaux prismatiques isolés* et l'*absence de houppes aiguillées* que présente constamment cette zone parenchymateuse dans la graine de Ricin.

Ce tourteau renfermant presque toujours, même quand il est pur, quelques menus fragments de la coque, l'expert devra les recueillir

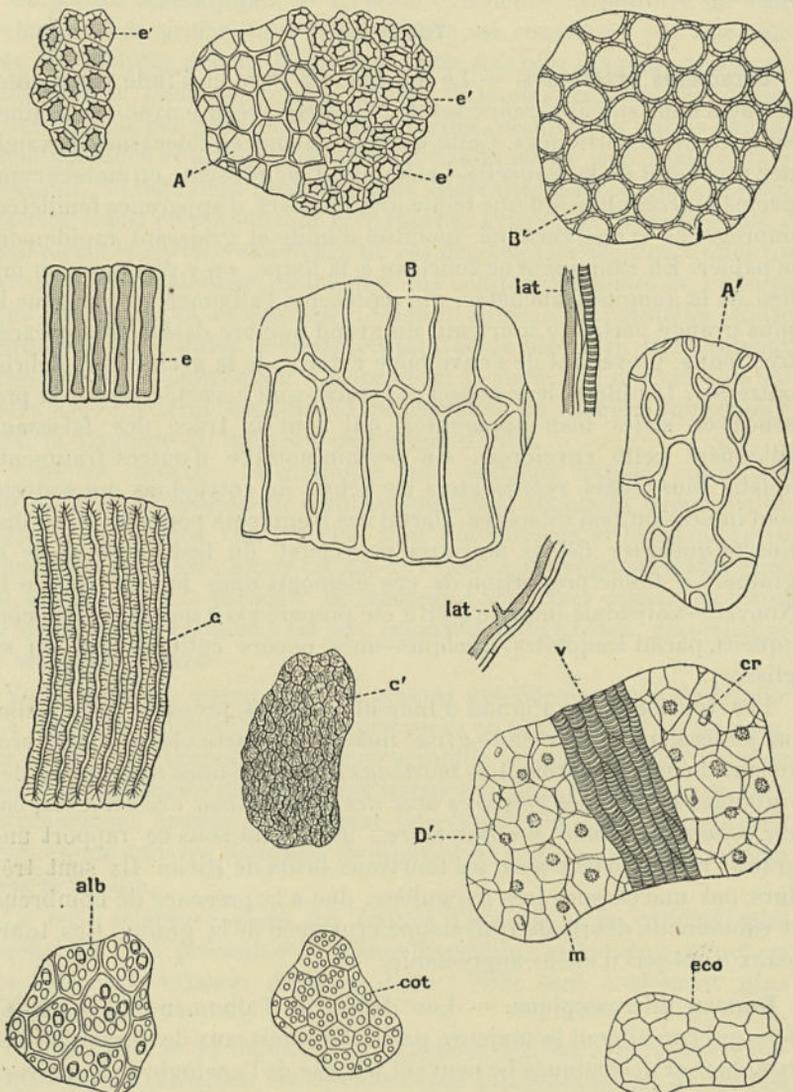


FIG. 17. — Éléments du tourteau de Pignon d'Inde, ou Pulgère.

e, *e'*, cellules épidermiques; *A'*, couche lacuneuse sous-épidermique avec nombreux laticifères; *c*, *c'*, assise scléreuse palissadique; *lat*, laticifères voisins des faisceaux vasculaires dans la couche interne *D'*, dont les cellules sont riches en mâcles cristallines ou cristaux isolés d'oxalate de calcium; *eco*, épiderme des cotylédons; *cot*, cotylédon; *alb*, albumen; *B*, cellules en palissade de la zone interne du légument externe.

avec soin, car ils constitueront toujours le moyen le plus pratique et le plus rapide pour déterminer l'identité de ce tourteau. C'est sur l'exa-

men de ces débris testacés qui abondent, dans les tourteaux bruts, que devra porter de préférence l'observation de l'expert.

Ces débris sont très faciles à caractériser :

1° Par la forme, la disposition des cellules qui constituent l'assise externe (e') de la graine, et qui sont allongées radialement, fortement colorées en brun et munies de parois épaisses ;

2° Par la présence particulière de vaisseaux laticifères dans la zone sous-épidermique de la graine (A') ;

3° Par la dimension assez considérable des cellules en palissade (B') qui séparent cette couche de l'assise scléreuse ;

4° Par la disposition et la longueur des cellules de cette dernière assise toujours formée, comme dans le Ricin et le Croton, d'une seule rangée de cellules parallèles.

Composition chimique. — Les analyses suivantes représentent la composition chimique des tourteaux de Pignon d'Inde.

	GIRARDIN ET SOUBEIRAN	BIDARD
Eau.....	9,29	12,57
Huile.....	17 »	} 77,60
Matières organiques...	71,50	
Azote de ces matières.	3,14	3,90
Sels.....	7,67	9,83
Acide phosphorique...	1,51	1,90

Usages. — En raison de ses propriétés toxiques qui sont presque aussi énergiques que celles du tourteau de Ricin, le tourteau de Pignon d'Inde ne saurait être conseillé comme aliment pour les bestiaux ; mais la proportion d'azote et d'acide phosphorique qu'il renferme lui communique des propriétés fertilisantes qui ont été largement utilisées, au moment de la reconstitution des vignes phylloxérées, à la dose de 1 kilogramme par pied.

Valeur fertilisante. — Dans la catégorie des tourteaux-engrais, il occupe néanmoins un rang inférieur : 100 kilogrammes de ce tourteau représentent 785 kilogrammes de fumier-type au point de vue de l'azote et 755 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique. Comme il peut être substitué à d'autres tourteaux plus riches que lui en principes azotés, il est nécessaire de connaître les particularités qui peuvent le faire reconnaître.

Son introduction frauduleuse dans le tourteau de Chênevis, qui a été signalée à plusieurs reprises, peut avoir les plus graves inconvénients, car ce dernier, malgré l'incertitude qui existe sur ses propriétés physiologiques, est parfois employé comme aliment, sinon pour les bestiaux de forte taille, tout au moins pour les poissons qui vivent dans les étangs et les propriétés réservées.

BANCOULIER (*Aleurites triloba* FORST.).

Le BANCOULIER (*Aleurites triloba* FORST.) est un grand arbre de la famille des Euphorbiacées qui est très répandu dans les pays tropicaux. Naturalisé aux Antilles et à la Réunion, il croît spontanément et à profusion dans les Moluques et dans les îles de l'Océanie, à Tahiti et à la Nouvelle-Calédonie.

GRAINE

Caractères extérieurs. — La graine du Bancoulier, désignée sous le nom de NOIX DE BANCOUL, a la grosseur d'une petite Noix; elle est élargie à sa partie inférieure, atténuée en pointe à son sommet; elle mesure environ 3 centimètres de largeur et autant de hauteur; elle est légèrement comprimée et n'a guère plus de 2 centimètres d'épaisseur. Sa surface extérieure est fortement ridée, marquée de sillons assez profonds; elle a une teinte gris cendré qui n'est pas uniforme. Elle est très dure et ne peut être brisée qu'au moyen d'un marteau. La coque, très résistante, mesure plus d'un millimètre d'épaisseur; elle est d'un brun noirâtre, striée radialement, recouverte intérieurement par un tégument blanchâtre, sillonné de marbrures brunes représentant les traces de faisceaux vasculaires. Ce tégument, qui correspond à l'enveloppe papyracée des graines de Croton, de Ricin et de Pignon d'Inde, représente la zone interne du tégument de la graine. Celle-ci a une forme qui correspond exactement à celle de la Noix et a une apparence mamelonnée. Elle est constituée par un albumen abondant, de teinte jaunâtre, dans le milieu duquel se trouvent deux cotylédons blancs foliacés et minces, d'une teinte plus pâle.

L'albumen de cette graine peut fournir 60 à 70 p. 100 d'une huile dépourvue de propriétés éméto-cathartiques et douée simplement de propriétés purgatives qui ne sont pas toujours très constantes; elle ne contient aucun des principes résineux âcres semblables à ceux des graines de Croton et de Pignon d'Inde. Cette huile est bien moins drastique que les graines qui l'ont fournie, et le tourteau qui constitue le résidu de sa préparation partage les propriétés drastiques de la graine.

Structure histologique. — La Noix de Bancoul, examinée au microscope présente la structure suivante :

Les couches extérieures, mortifiées par la coque scléreuse, qui dans cette graine a pris un développement très considérable, ne sont plus représentées que par quelques débris blanchâtres constitués par une assise de cellules en palissade, munies de *parois striées*.

La couche scléreuse, très épaisse, n'est plus, comme dans les trois graines précédentes, représentée par une seule assise de cellules: plusieurs rangées de ces cellules contribuent à lui donner l'épaisseur et la résistance qui la caractérisent; ces cellules sont très longues,

munies de parois épaisses, striées et colorées en brun, entourant une cavité linéaire; elles sont toutes allongées dans le même sens et perpendiculairement à la surface externe de la graine. Vues de face (C'), elles sont polygonales isodiamétriques. Le tégument interne de la graine, assez épais, reste généralement attaché fortement à l'enveloppe scléreuse; il est composé de plusieurs assises de cellules polygonales à parois très minces et il est sillonné par de nombreux faisceaux fibro-vasculaires qui sont bordés de larges cellules dont les parois, faiblement épaissies et ponctuées, sont *marquées de plissements ou de stries tout à fait caractéristiques*. Ces cellules, qui laissent entre elles des méats assez apparents, renferment souvent un gros cristal en rosette; elles constituent un élément caractéristique de cette membrane qui est tapissée intérieurement par une assise parenchymateuse (*ep'*) dont les cellules à parois très minces et très peu apparentes renferment *des cristaux mamelonnés (cr) très variables dans leur forme, leur grosseur et leur disposition* (fig. 19).

L'albumen (*alb*) est formé de larges cellules polygonales remplies de grains d'aleurone et d'huile fixe. Les grains d'aleurone, assez gros, présentent un cristalloïde et un globoïde très apparents comme ceux du Ricin (fig. 18).

Les cotylédons, recouverts par une assise de cellules polygonales n'ayant pas de direction bien déterminée, sauf en certains points correspondant aux nervures, sont formés par un tissu de cellules plus petites que celles de l'albumen, contenant aussi de l'huile fixe et de l'aleurone.

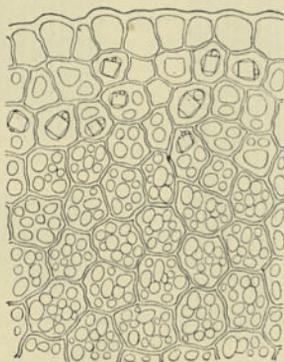


FIG. 18. — Section transversale de l'albumen de la graine de l'*Aleurites triloba*.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Bancoulier se présente parfois en pains circulaires de 30 centimètres de diamètre et de 4 à 5 centimètres d'épaisseur et du poids de 4 à 5 kilogrammes. Celui que nous avons eu entre les mains, et qui provenait de la Nouvelle-Calédonie, se présente en fragments amorphes plus ou moins volumineux détachés d'un de ces pains. Ce tourteau a une teinte blanc jaunâtre ou jaune sale et présente quelques piquetures brunes ou noirâtres provenant de l'enveloppe scléreuse de la noix: il a une structure grossière et se désagrège facilement sous la pression du doigt. Sa cassure est grenue. Quand on l'examine à la loupe, on voit qu'il est constitué par l'agglomération de fragments de l'albumen, qui présentent des grosseurs très variables et un aspect

différent, selon qu'ils proviennent de la couche externe ou des parties internes de cet albumen. On y remarque aussi quelques fragments, plus légers, foliacés, provenant des cotylédons. Les fragments bruns ou noirâtres ne sont habituellement que des débris pulvérulents de la coque scléreuse.

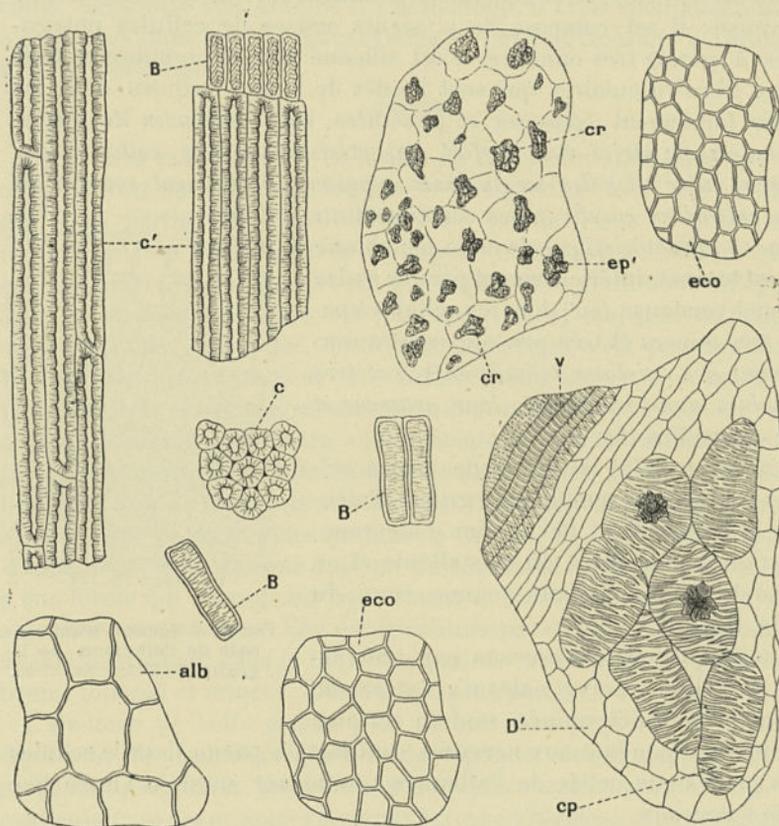


FIG. 19. — Éléments du tourteau de Bancoulier.

B, cellules de l'assise; *c*, *c'*, assises scléreuses; *ep'*, assise interne oxalifère du tégument; *D*, couche interne du tégument avec cellules à ornements spiralés ou réticulés *cp*, et rosettes oxalifères; *eco*, épiderme du cotylédon; *alb*, albumen.

Ce tourteau, préparé probablement à chaud par le procédé primitif et soumis à une pression modérée, renferme encore une notable proportion d'huile, qui lui communique la propriété de graisser le papier ou les sacs qui le renferment.

Examen microscopique. — Les éléments de l'albumen et des cotylédons ne pouvant fournir de caractères bien nets, c'est sur les débris colorés et sur les fragments foliacés que devra se porter l'attention de l'expert.

Les premiers seront absolument caractérisés par leur résistance, leur épaisseur et leur couleur ; ils sont généralement formés de plusieurs assises de *cellules scléreuses* (*c'*), *très longues, toutes allongées dans la même direction, fortement striées et incrustées de matière colorante.*

Les fragments foliacés de l'enveloppe interne de la graine (*D'*), se reconnaîtront grâce à *la présence et la forme des larges cellules plissées et ponctuées qui accompagnent les faisceaux fibro-vasculaires* (*cp*, fig. 19).

La présence, la grosseur et la forme des cristaux qui se trouvent dans ces cellules fourniront encore un bon élément de détermination ; il en est de même des *cristaux mamelonnés* (*cr*) *qui existent en très grande quantité dans les cellules de l'assise* (*ep'*) *qui tapisse intérieurement cette enveloppe.*

Composition chimique. — La composition du tourteau de Bancoulier est représentée par les chiffres suivants :

	CORNNWIADER	GRANDEAU
Eau.	10,25	8,40
Matières grasses	5,56	11,20
— azotées.	47,81	49 »
— non azotées.	24,04	18,70
Cellulose	»	4,10
Cendres.	12,40	8,60

Ce tourteau renferme 6 à 7 p. 100 d'azote, 3,5 p. 100 d'acide phosphorique et 1,5 p. 100 de potasse.

Usages. — La proportion de principes fertilisants qui y sont contenus, fait du tourteau de Bancoulier un excellent engrais ; mais son étroite parenté avec les tourteaux de Ricin et de Pignon d'Inde s'oppose à ce qu'il soit utilisé comme aliment, bien que le docteur CUZENT prétende l'avoir administré sans danger à des porcs et à des volailles à Tahiti.

PAPAVÉRACÉES

PAVOT-OEILLETTE (*Papaver somniferum* L. et variétés).

Le tourteau d'OEILLETTE ou d'OLLETTE est fourni par les semences de PAVOT (*Papaver somniferum* L.) dont il existe de nombreuses variétés. Celles qui contribuent le plus généralement à la production de l'huile et du tourteau sont : le PAVOT-OEILLETTE, PAVOT GRIS ou PAVOT NOIR, dont les capsules sont operculées, et le PAVOT BLANC ou PAVOT AVEUGLE, caractérisé par ses capsules plus grosses et complètement closes.

La culture du Pavot est répartie dans toute la partie centrale de l'Europe, aux Indes, en Perse, en Asie-Mineure; en Afrique, elle est localisée dans l'Algérie, la Tunisie et l'Égypte. Malgré le développement qu'a pris cette culture en France, l'étranger importe, chaque année, chez nous le tourteau d'OEillette pour une somme s'élevant à plus de un million de francs. De même, chaque année, nous importons pour plus de 6 millions de francs de graines de Pavot destinées à l'huilerie.

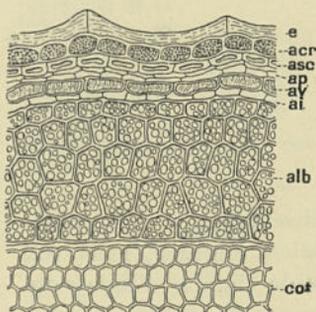


FIG. 20. — Section transversale de la semence de *Papaver somniferum*.

e, épiderme; *acr*, assise cristalligène sous-épidermique; *asc*, cellules aplaties fibreuses; *ap*, couche parenchymateuse; *av*, cellules à pigments colorés; *ai*, assise interne du tégument; *alb*, albumen; *cot*, cotylédon.

GRAINE

Caractères extérieurs. — La graine de Pavot présente une teinte variable, elle est tantôt blanchâtre ou jaunâtre, tantôt bleu grisâtre ou brun noirâtre. Elle est très petite, réniforme et présente sur le milieu de sa concavité une cicatrice correspondant au hile. Son spermoderme, relativement épais, est marqué d'un réseau proéminent assez régulier, qui lui donne un aspect chagriné; il recouvre un albumen volumineux dans lequel on observe un embryon recourbé en forme de gouttière. Cette graine a une saveur huileuse qui n'est pas désagréable et rappelle un peu celle de la noisette.

Les graines de Pavot que nous recevons de Bombay appartiennent aux variétés blanches et bleues; elles sont d'ordinaire assez propres et ne renferment guère comme impuretés que quelques débris organi-

sés, peu visibles dans les graines blanches, plus apparentes surtout dans les variétés colorées. Ces débris, généralement aplatis, proviennent de la capsule et des lames placentaires du Pavot : les uns se reconnaissent par l'aspect lisse qu'ils présentent sur une de leurs faces, les autres sont pointillés et hérissés de papilles sur les deux faces.

Caractères histologiques. — La structure anatomique des semences de Pavot est exactement la même dans les variétés blanches et les variétés colorées. La section transversale de ces graines présente de dehors en dedans :

1° Une assise externe *réticulée* (*e*), représentée par une membrane très épaisse composée d'une seule rangée de cellules aplaties, qui, vues de face, sont très grandes, *polygonales*, et forment les larges aréoles qui donnent à la surface extérieure de la graine son aspect chagriné. Dans les coupes transversales de graines *mûres*, la cavité cellulaire n'est plus apparente, et cette assise se présente simplement sous l'aspect d'une lame plus épaisse aux endroits correspondant aux angles des cellules ;

2° Une rangée de cellules *crystalligènes* (*acr*) cubiques, un peu allongées dans la direction tangentielle et nettement caractérisées par la présence du *sable cristallin* d'oxalate de calcium qui remplit leur cavité. Vues de face, ces cellules sont polygonales, isodiamétriques, munies de parois droites et lisses. Cette assise est toujours intimement soudée à l'épiderme (*e*) ;

3° Une rangée de cellules aplaties (*asc*), à cavité linéaire, qui, vues de face, sont toutes allongées dans la même direction et munies de parois faiblement sclérifiées ;

4° Une couche *parenchymateuse* (*ap*), formée de deux à trois assises de cellules fortement comprimées dont les parois sont à peine visibles ;

5° Une assise (*av*) de cellules allongées tangentiellement et qui sont munies de parois ponctuées et sillonnées de stries assez apparentes. Vues de face, ces cellules sont généralement toutes allongées dans la même direction et reconnaissables aux stries et ponctuations qui existent sur leurs parois. C'est dans ces cellules qu'est localisée la matière colorante qui donne aux variétés colorées leur teinte spéciale ;

6° L'assise interne (*ai*), dont les cellules aplaties, vues de face, sont munies de parois lisses, minces et faiblement ondulées.

Vient ensuite l'albumen formé de cinq à six rangées de cellules polygonales, à parois faiblement épaissies et contenant de l'aleurone et, de l'huile fixe.

Les éléments du tissu cotylédonaire sont plus petits, polygonaux et sur le bord interne de cet organe, sont régulièrement disposés en forme de palissade.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Les tourteaux d'Oeillette présentent une coloration ou des teintes très différentes selon les variétés de graines qui entrent dans leur composition.

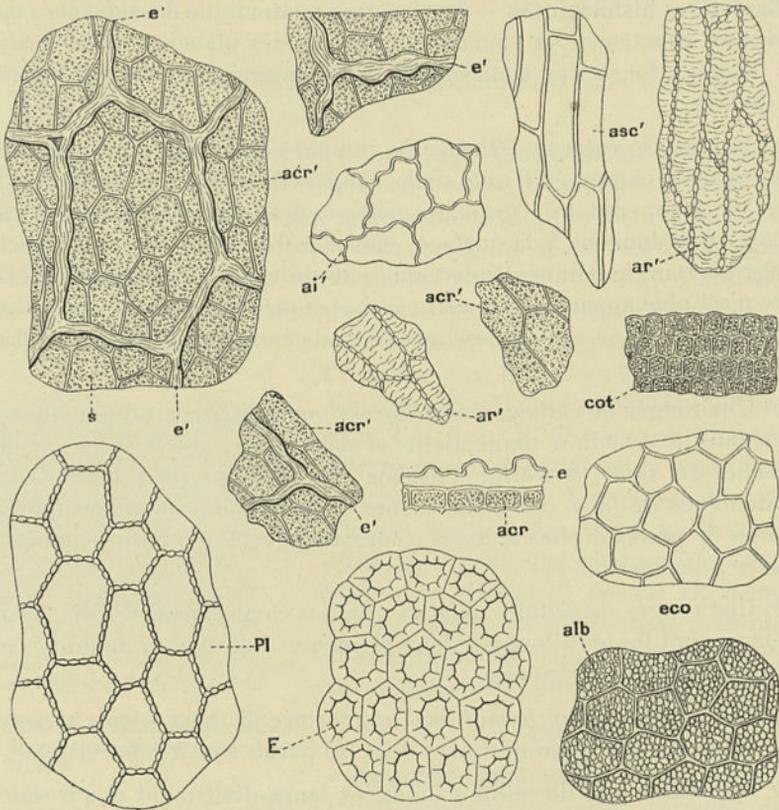


FIG. 21. — Éléments du tourteau d'Oeillette.

e, cellules épidermiques formant un réseau sur l'assise cristalline sous jacente *acr'* ; *ar'*, cellules ponctuées, striées ; *asc'*, assise fibreuse ; *eco*, épiderme du cotylédon ; *alb*, albumen ; *E*, épicarpe de la capsule du Pavot ; *Pl*, tissus des lames placentaires.

Les tourteaux préparés avec les graines blanches ont une teinte grisâtre pâle, semblable à celle des tourteaux de Sésame blancs ; quand ils sont frais, ils ont une couleur jaune pâle nuancée d'une légère teinte verdâtre. Assez consistants au début et faciles à dissocier, ils acquièrent avec le temps une très grande dureté et sont difficiles à briser. Leur cassure est finement grenue ; ils paraissent composés d'une substance homogène dans laquelle on ne distingue à l'œil nu ou à la loupe qu'un très petit nombre de fragments de spermoderme ou quelques graines

simplement écrasées ; çà et là on observe quelques rares fragments écailleux provenant des débris de la coque de Pavot. Ces tourteaux sont inodores et ont une saveur douce suivie d'un arrière-goût amer. Ils forment avec l'eau une bouillie jaunâtre et inodore, dans laquelle les fragments de spermoderme, généralement très ténus, ont l'*aspect de sciure fine*. Dans les tourteaux de Sésame blancs, on observe, au contraire de nombreux débris écailleux parcheminés, ayant l'apparence d'une *sciure grossière*, et qui sont constitués par les débris de l'albumen, généralement recouverts par le tégument séminal. ♀

Le tourteau d'OEillette fourni par les graines à spermoderme brun ou bleu ont une teinte ardoisée ou brune, et parfois même une nuance chocolatée : ceux que nous avons eu l'occasion d'examiner sont généralement moins épais et moins durs que les tourteaux de graines blanches. Ceux qui étaient préparés avec les graines colorées de Bombay étaient moins foncés en couleur que les tourteaux préparés avec les graines de France.

Ces tourteaux ont une apparence grenue, cependant leur texture est assez homogène ; mais il est utile de faire observer que l'aide d'une forte loupe permet de distinguer les éléments du spermoderme plus colorés que ceux qui proviennent de l'albumen et des cotylédons. La séparation de ces divers éléments est bien plus facile quand on délaie ces tourteaux dans l'eau alcalinisée.

Examen microscopique. — Les tourteaux de Pavot ou d'OEillette sont nettement caractérisés par l'apparence toute spéciale que présentent les diverses assises qui constituent leur tégument séminal. En dissociant les éléments avec une aiguille, on apercevra :

1° *Le réseau polygonal, à mailles très larges et très épaisses, qui est la projection de l'épiderme (e') de la graine sur l'assise cristalligène (acr') sous-jacente, à laquelle elle est ordinairement très adhérente ;*

2° *Des cellules allongées et ponctuées, à parois finement striées, qui sont incolores dans la variété à graines blanches et qui renferment le pigment bleu ou brun des graines colorées (ar' fig. 21) ;*

3° *De grandes cellules polygonales très allongées, à parois lisses et faiblement épaissies, qui constituent l'assise fibreuse (asc').*

L'albumen et les cotylédons sont représentés dans ces tourteaux par des cellules de forme variable, polygonales ou disposées en palissade, qui sont remplies de grains d'aleurone.

Les fragments plus volumineux, aplatis, qu'on rencontre généralement dans ce tourteau, sont constitués par des débris de la coque ou des placentas.

Les débris de la coque sont recouverts par un épicarpe (E), formé de cellules sclérifiées polygonales, dont les parois épaisses et ponctuées entourent une cavité à contour dentelé.

Les débris des lames placentaires (*Pl*) se présentent sous l'aspect de larges éléments irréguliers, et dont les parois plutôt minces sont traversées par de fines et nombreuses ponctuations.

Composition chimique. — Les analyses suivantes représentent la composition des tourteaux de Pavot ou d'Œillette :

	Pavot blanc de l'Inde.		Pavot noir.	
	DECUGIS	GAROLA	Artois.	Levant.
			BOUSSINGAULT	DECUGIS
Eau	11,15	10,90	11,70	9,70
Matières grasses	5,13	7,24	10,10	9,18
— azotées	34,50	38,12	37,80	35,38
— non azotées	33,09	19,46	23,30	24,61
Cellulose		11,08	11,10	8,20
Cendres	16,13	13,20	6 »	12,93

Les tourteaux de Pavot contiennent, en moyenne, 5,50 à 6 p. 100 d'azote, 2,75 à 3,50 p. 100 d'acide phosphorique.

Usages. — Par sa richesse en acide phosphorique, le tourteau de Pavot ou d'Œillette convient parfaitement aux jeunes animaux, chez lesquels il favorise le développement du squelette et la solidification des os. On lui attribue la propriété de déterminer chez les animaux qui l'absorbent une certaine somnolence due à une faible proportion de morphine ; *cette crainte n'est nullement fondée, car les graines de Pavot ne renferment pas de morphine*, et en tout cas, en supposant que ces graines renferment une très minime proportion des alcaloïdes contenus dans la capsule de Pavot, le tourteau ne pourrait avoir d'inconvénient que pour les animaux de travail. S'il communique un peu de fadeur au lait, il ne donne aucun mauvais goût à la chair des animaux qui l'absorbent. On le recommande spécialement pour l'alimentation des animaux qu'on veut engraisser, et l'on peut sans inconvénient en continuer l'emploi jusqu'à la fin de la période d'engraissement sans craindre de nuire à la qualité de la viande. 100 kilogrammes de foin normal peuvent être remplacés par 21 kilogrammes de tourteau de Pavot blanc ou 20 kilogrammes de tourteau de Pavot noir, auquel il faudra ajouter 93 kilogrammes de paille pour compléter l'équivalent azoté. On l'utilise fréquemment pour le gavage des animaux de basse-cour, préférablement au tourteau de Navette ou de Noix, qui ont le grave inconvénient de communiquer une saveur désagréable à la chair des volailles et surtout des dindons.

En raison de son prix assez élevé, on n'utilise guère le tourteau d'Œillette comme engrais, que lorsqu'il a été altéré par la présence de moisissures ou conservé dans des conditions défectueuses.

Valeur fertilisante. — Cent kilogrammes de ce tourteau représentent 1.470 kilogrammes de fumier type au point de vue de l'azote et 1.265 kilogrammes au point de vue de la teneur en acide phosphorique.

CRUCIFÈRES

Généralités. — La famille des Crucifères est celle qui fournit à l'agriculture le plus grand nombre de tourteaux destinés à l'alimentation des bestiaux ou à l'engraissement du sol. L'étude de ces tourteaux offre d'autant plus d'intérêt qu'ils sont l'objet de fraudes assez fréquentes, facilitées par l'analogie de structure des graines qui servent à les préparer. Si quelques-unes de ces graines présentent en effet des caractères très précis, qui en font des espèces bien distinctes et bien déterminées, il en est d'autres qu'il est assez difficile de caractériser bien sûrement. C'est qu'en effet pour celles-ci, le nombre des variétés cultivées est souvent très élevé et, de plus, on peut constater une analogie extrême, aussi bien sous le rapport de leurs caractères extérieurs que de leurs caractères anatomiques.

On comprend que, dans ce cas surtout, il soit absolument indispensable d'étudier à fond toutes les particularités anatomiques de chacun de ces types de graines dans des coupes pratiquées à divers points de leur surface et de relever les différences que peuvent offrir leurs divers téguments dissociés.

La difficulté et l'intérêt de cette étude expliquent le nombre considérable de travaux et de mémoires qui ont été publiés sur les tourteaux de graines de Crucifères, aussi bien en France qu'à l'étranger. Les longues et minutieuses recherches auxquelles nous nous sommes livrés sur cette question, auront, nous le pensons du moins, éclairé les points encore obscurs que présentait jusqu'alors cette étude.

Les graines de Crucifères présentent, comme nous venons de le dire, une structure histologique de tous points comparable dans la plupart des espèces qui nous intéressent. Cette similitude de structure, plus sensible peut-être avant leur maturité complète, s'atténue sensiblement à mesure que les graines se développent, et quand elles ont atteint leur développement complet et l'état sous lequel elles se présentent avant d'être réduites à l'état de tourteaux, on constate que certains de leurs éléments ont disparu, ou bien ont subi des modifications assez profondes, qui sont autant de caractères assez constants pour servir de base à une détermination suffisamment rigoureuse de ces graines.

Le développement des graines de Crucifères a été établi d'une façon indiscutable par M. GUIGNARD (1), et il importe de suivre ce développe-

(1) L. GUIGNARD, *Recherches sur le développement de la graine et en particulier du légument séminal* (Paris, 1893).

ment si l'on veut se rendre compte des particularités de structure des graines mûres et aussi quand on désire, comme nous l'avons fait dans l'ensemble de ces délicates recherches, trouver des caractères assez précis pour permettre la diagnose de ces mêmes graines, réduites à l'état de tourteaux.

La graine des Crucifères provient d'un ovule campulytrophe muni de deux téguments; quand cet ovule est adulte, c'est-à-dire apte à être fécondé, ses deux téguments présentent une structure qui varie non seulement d'un genre à l'autre, mais parfois aussi d'une espèce à l'autre dans un même genre.

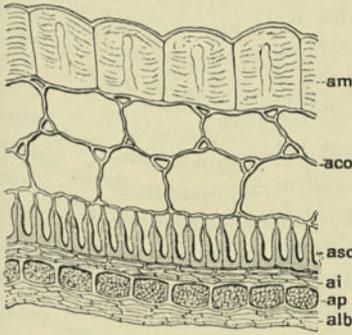
Le tégument externe peut offrir deux ou trois assises cellulaires, comprenant :

1° Une assise épidermique *mucilagineuse*, qui quelquefois épaissit simplement ses membranes, mais d'autres fois renferme un mucilage qui devient très diffus et très apparent au contact de l'eau, présentant des dispositions extrêmement variables qui ont été décrites avec soin par M. D'ARBAUMONT (1). Cette assise mucilagineuse, invisible dans les graines mûres de Colza et de Navette, est au contraire très apparente dans les diverses variétés de Moutarde. Cette couche mucilagineuse, dont on peut mettre les particularités en évidence quand on soumet les graines de Crucifères à un traitement spécial, peut fournir des caractères assez précis pour la différenciation des tourteaux de Crucifères (*am*, fig. 22, 23, 24, 25, 29 et 30);

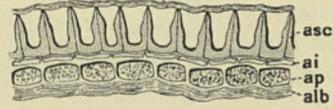
2° Une assise *sous-épidermique*, désignée par les auteurs allemands sous le nom de *subepidermale Grosszellenschicht*. Elle comprend une ou deux assises de cellules, qui ne se retrouvent pas non plus dans les Colzas et les Navettes, mais se distinguent déjà nettement dans la Moutarde noire et sont particulièrement caractéristiques dans la Moutarde blanche par leurs dimensions et leurs épaissements collenchymateux (*aco*, fig. 22);

3° Une assise *scléreuse*, qui conserve une disposition à peu près constante et uniforme dans les diverses graines de Crucifères. Le plus généralement cette assise est constituée par une seule rangée de cellules prismatiques, un peu allongées radialement, rangées en palissade et munies d'épaissements volumineux, qui embrassent toute la paroi interne et s'étendent sur toute la surface ou seulement sur une partie plus ou moins importante des parois latérales. Le plus généralement ces cellules, qui sont diversement colorées, conservent les mêmes dimensions sur toute la surface de la graine (*Sinapis alba*, *S. arvensis*, *S. glauca*); parfois elles s'allongent légèrement dans leur direction radiale et s'élargissent notablement dans le voisi-

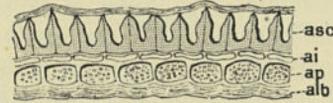
(1) D'ARBAUMONT, Nouvelles observations sur les cellules à mucilage des graines de Crucifères. (*Ann. des Soc. nat. Bot.*, 7^e série, t. XI, p. 125, 1890.



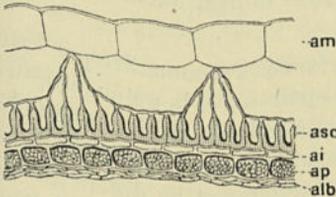
22



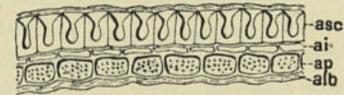
26



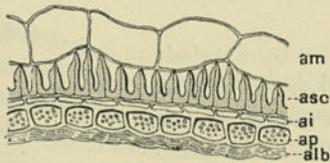
27



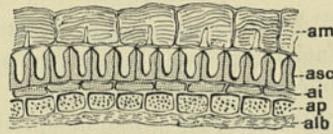
23



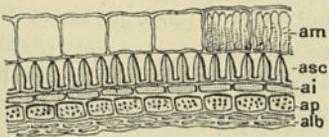
28



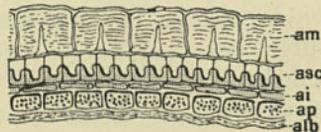
24



29



25



30

FIG. 22-30. — Téguments comparés de différentes graines de Crucifères.

22, *Sinapis alba* ; 23, *Brassica nigra* ; 24, *Br. juncea* ; 25, *Sinapis arvensis* ; 26, *Br. napus*, var. *oleifera* ; 27, *Br. oleracea*, var. *campestris* ; 28, *Br. glauca* ; 29, *Br. dichotoma* ; 30, *Eruca sativa*. — *asc*, assise scléreuse ; *ai*, assise interne du tégument ; *ap*, assise protéique ; *alb*, couche représentant les restes de l'albumen ; *am*, assise mucilagineuse ; *aco*, couche collenchymateuse.

nage du hile (Colzas) ; d'autres fois, comme dans la Moutarde noire, la partie non sclérifiée des parois latérales s'allonge fortement à des distances régulières, et ces parois amincies en se rapprochant *forment des piliers qui s'enfoncent entre les cellules de la couche sous-épidermique* et atteignent presque l'assise mucilagineuse ;

4° Le tégument interne, qui, au moment de la fécondation, comprend d'ordinaire trois assises cellulaires, se réduit à l'époque de la maturité à une *couche membraniforme*, d'aspect lamelleux, souvent coloré en jaune ou en brun, et dont les membranes peuvent être dissociées au moyen de la potasse ou de l'eau de javelle. Parfois, comme dans le *S. arvensis*, à l'intérieur de la couche membraniforme, on retrouve une assise cellulaire encore bien distincte, mais vide, qui n'est autre chose que la dernière assise du tégument ovulaire interne complètement écrasée. En raison même de sa rareté et de l'absence de toute particularité bien nette, cette assise ne peut fournir aucun caractère pour la diagnose des tourteaux.

5° Vient ensuite une rangée de cellules faciles à reconnaître par leur forme régulière, leurs parois faiblement épaissies et la nature granuleuse de leur contenu azoté. Cette rangée de cellules, désignée sous le nom d'*assise protéique*, représente l'assise intérieure de l'albumen. Elle se retrouve dans toutes les graines de Crucifères et ne diffère guère avec les espèces que par les dimensions de ses cellules ; elle renferme de l'huile fixe, une matière albuminoïde soluble dans l'eau et un principe protéique très résistant.

6° Sous cette assise protéique on observe les cotylédons à structure bifaciale, qui renferment de l'huile fixe et de l'aleurone, et sont enveloppés par une membrane très mince, formée de cellules polygonales irrégulières, au milieu desquelles on observe constamment et çà et là des cellules plus petites que les autres, groupées au nombre de trois et qui représentent des stomates en voie de formation.

Outre ces particularités anatomiques, les graines de Crucifères possèdent la propriété de développer au contact de l'eau tiède des essences sulfurées (*sénévols*), qui ne préexistent pas dans la plante, mais résultent de la réaction réciproque d'un ferment sur un glucoside. Si le ferment paraît être de même nature dans la plupart des graines de Crucifères et constitué par de la *myrosine*, il n'en est pas de même du glucoside, dont la nature varie selon les espèces de Crucifères. L'action du ferment peut être naturellement détruite par l'eau bouillante, comme cela se passe pour toutes les enzymes.

En agitant pendant quelques instants dans un flacon la poudre ou le tourteau d'une graine de Crucifère avec un peu d'eau froide ou tiède et laissant le flacon bien bouché, on peut au bout de très peu de temps, en le débouchant, percevoir sans hésitation possible l'odeur piquante des essences sulfurées, caractéristiques de ce groupe de végétaux. Au

bout de quelques jours, cette odeur est remplacée par celle d'hydrogène sulfuré.

Les principaux tourteaux de Crucifères que nous aurons à décrire dans ce travail sont les tourteaux de *Moutarde blanche*, de *Moutarde noire*, de *Moutarde des champs* ou de *Ravison*, de *Colzas*, de *Navette*, de *Roquette* et de *Cameline*. Si ces divers tourteaux n'ont pas tous, à beaucoup près, la même importance commerciale, ils offrent pour nous le même intérêt scientifique, car les graines qui en font la base, présentant autant d'analogie dans leurs caractères extérieurs que dans leur structure anatomique, peuvent être confondues et sont souvent mélangées les unes avec les autres. Comme elles possèdent des propriétés physiologiques qui varient notablement avec leur nature et la proportion de leur essence sulfurée, et comme, d'autre part, elles ont une valeur commerciale très différente, l'introduction frauduleuse ou accidentelle de quelques-unes d'entre elles dans les tourteaux peut amener des accidents ou des contestations de diverse nature. Pour se prononcer en toute connaissance de cause dans ces circonstances délicates, il est ici plus que jamais nécessaire pour l'expert de bien connaître exactement les particularités anatomiques qui permettent de distinguer ces graines l'une de l'autre et, par conséquent, de constater leur présence dans un échantillon soumis à son examen.

CAMELINE (*Camelina sativa* L.)

Le TOURTEAU DE CAMELINE est fourni par les graines du *Camelina sativa* L. Cette plante, encore désignée sous les noms de CAMOMILLE, CAMOMÈNE, SÉSAME D'ALLEMAGNE, SÉSAME BATARD, est cultivée dans le nord de l'Europe, en Belgique, en Hollande, en Allemagne et en Russie. Sa culture en France est localisée dans quelques départements du nord et du nord-est, tels que le Pas-de-Calais, le Nord, la Somme, la Meuse, les Vosges et la Haute-Marne.

GRAINE

Caractères extérieurs. — La graine de Cameline est une graine ovoïde, comprimée, mesurant 1 mm. 5 de longueur sur 0 mm. 7 à 0 mm. 8 de largeur. Elle présente à l'une de ses extrémités une sorte d'entaille correspondant au hile et sur une de ses faces latérales une saillie assez sensible correspondant à l'embryon ; elle est de teinte jaune orangé assez caractéristique. Plongée dans l'eau chaude, elle ne tarde pas à se recouvrir d'un mucilage assez diffus contenu dans son assise externe. Elle donne par l'expression 28 à 30 p. 100 d'huile.

Structure histologique. — *L'assise externe (am) est mucilagineuse ; elle est formée d'une rangée de cellules aplaties, présentant vers le milieu de la paroi inférieure un bourrelet apparent. Si l'on fait arriver*

de l'eau sur la préparation, la plus grande partie du contenu cellulaire se gonfle, ce qui provoque la rupture avec dissolution partielle de la paroi externe et la diffuence du mucilage dans l'eau ambiante. Seules les columelles de cellulose réfringente, qui s'étaient un peu rétractées pendant la période de dessiccation, échappent à l'action de l'eau ; elles se redressent avec élasticité en reprenant leur forme et leur dimension première, et on les voit dessiner une série de crénelures assez régulièrement espacées sur tout le pourtour de la coupe. Vue de face, cette assise mucilagineuse est formée de cellules polygonales, isodiamétriques, munies de parois minces, et présentant dans leur partie centrale une cicatrice arrondie, très réfringente, correspondant à la projection de la columelle. La ressemblance que cette cicatrice présente avec un ombilic a fait désigner les cellules sous le nom de *cellules ombiliquées* (*am'*, fig. 32). En dissociant cette assise, on peut saisir les aspects divers que peut prendre la columelle, qui a généralement une forme conique plus ou moins effilée ; la paroi inférieure à laquelle elle reste attachée a souvent ses bords relevés en forme de sou-

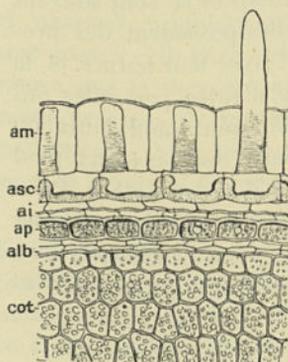


FIG. 31. — Section transversale du tégument de la graine de *Camelina sativa* L. *am*, assise externe à mucilage montrant à droite une columelle dressée après action de l'eau ; *asc*, assise scléreuse ; *ai*, assise interne du tégument ou couche membraniforme ; *ap*, assise protéique ; *alb*, restes de l'albumen ; *cot*, cotylédon.

coupe.

La couche sous-épidermique de grandes cellules n'existe pas, ou n'est plus différenciée dans le tégument de la graine mûre.

L'assise scléreuse (*asc*) est formée de cellules trois fois environ plus larges que hautes, et dont les parois latérales et interne sont notablement épaissies et colorées en jaune. Vues de face, ces cellules

sont polygonales, irrégulières, munies de parois uniformément épaissies et ondulées.

La couche membraniforme (*ai*) est représentée par deux rangées de petites cellules aplaties.

L'assise protéique est formée d'une rangée de cellules à parois ondulées. L'aleurone qui remplit les éléments du tissu cotylédonaire se présente en petits grains ovales ou piriformes.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Cameline se présente en plaques dures, pouvant atteindre 2 centimètres d'épaisseur. Il a une teinte rouge orangé qui s'atténue avec le temps. Assez friable, sa cassure est finement grenue ou feuilletée. A l'état frais, il possède une odeur allia-

cée caractéristique, qui se développe au contact de l'eau, mais qui est inappréciable dans le tourteau bien sec. Quand on le plonge dans l'eau, ce tourteau se gonfle par suite de l'expansion du mucilage diffusible qu'il renferme.

Examen microscopique. — Le tourteau de Cameline peut être caractérisé :

1° Par l'apparence toute particulière des cellules mucilagineuses (*am'*), au milieu desquelles on observe constamment une cicatrice ombilicale formée par la projection de la columelle, ou la columelle elle-même disposée en forme de fuseau ou de bonnet de coton (*c*, fig. 32) ;

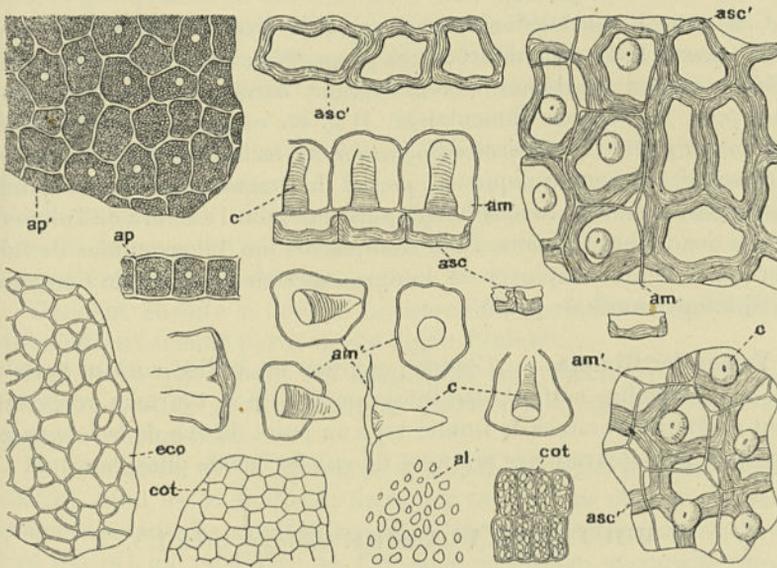


FIG. 32. — Éléments du tourteau de Cameline.

am, *am'* cellules mucilagineuses externes avec leur columelle *c* ; *asc*, *asc'*, assise scléreuse ; *ap*, *ap'*, assise protéique ; *al*, aleurone ; *eco*, épiderme des cotylédons *cot*.

2° Par les dimensions, la forme irrégulière et la coloration jaune des cellules de l'assise scléreuse qui sont munies de parois épaisses et ondulées. Les fragments de cette couche scléreuse *asc'* sont généralement accompagnés de l'assise mucilagineuse ;

3° Par les débris de l'assise protéique (*ap'*), formée de cellules assez larges, à parois ondulées et à contenu granuleux ;

4° Par l'épiderme des cotylédons, sur lequel on distingue des stomates en voie de formation.

Composition chimique. — La composition de ce tourteau est représentée par les analyses suivantes :

	MOERCKER	NOBBE	D'HOUT	BOUSSINGAULT
Eau	11,77	9,60	12,40	6,50
Matières azotées	33,10	23,30	31,25	34,50
— grasses	9,21	9,20	7,80	7 »
— non azotées	27,63	41,80	28,63	34 »
Cellulose	11,59	9,10	12,50	9,50
Cendres	6,68	7 »	7,42	8,60

Il contient 5,50 p. 100 d'azote et 1,90 p. 100 d'acide phosphorique.

Usages. — Le tourteau de Cameline, dont la production est assez restreinte d'ailleurs, est employé parfois comme aliment, mais le plus souvent comme engrais.

C'est un aliment médiocre, peu apprécié par les bestiaux à cause de sa saveur fortement alliagée. Les propriétés abortives que quelques vétérinaires lui attribuent doivent le faire admettre avec circonspection pour les usages alimentaires. Il a, en outre, l'inconvénient de donner un goût extrêmement désagréable au lait et au beurre et même à la viande ; il communique de plus à la graisse une couleur jaune bien prononcée. Ces inconvénients suffisent pour l'exclusion de l'alimentation des vaches laitières. Pour remplacer 100 kilogrammes de foin normal, il faudra employer 23 kilogrammes de tourteau de Cameline et 84 kilogrammes de paille.

Valeur fertilisante. — Comme engrais on utilise surtout le tourteau de Cameline sulfuré : 100 kilogrammes de ce tourteau représentent 1.232 kilogrammes de fumier type au point de vue de la teneur en azote et 935 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique.

MOUTARDE BLANCHE (*Sinapis alba* L.).

La MOUTARDE BLANCHE (*Sinapis alba* L.) est cultivée en France comme plante oléagineuse, seulement dans quelques départements du nord et de l'est. L'Italie, l'Allemagne, l'Angleterre, l'Inde en produisent des quantités assez considérables, qui sont absorbées par l'industrie pour la préparation d'un condiment d'usage journalier. Une très faible proportion est utilisée pour les besoins de la thérapeutique à cause du mucilage produit par l'assise externe de son tégument.

GRAINE

Caractères extérieurs. — La graine de Moutarde blanche est globuleuse et mesure de 1 mm. 5 à 2 millimètres de diamètre ; elle a une couleur jaune rougeâtre ; elle est recouverte par un spermoderme qui est si finement chagriné qu'il paraît lisse. Ce spermoderme cassant

et presque transparent recouvre une amande jaune, formée par un embryon qui affecte la même disposition que dans la Moutarde noire. Plongée dans l'eau froide, cette graine se gonfle et se recouvre d'un mucilage assez abondant. Triturée avec ce liquide, elle donne une émulsion jaunâtre, ayant une saveur âcre très prononcée, mais qui est dépourvue de l'odeur piquante si connue de la Moutarde noire traitée dans les mêmes conditions. Elle donne par la pression 30 à 33 p. 100 d'une huile non comestible.

Structure histologique. — L'assise mucilagineuse comprend une rangée de cellules qui, vues de face et sous l'eau, sont polygonales et présentent une columelle peu apparente, autour de laquelle on distingue quelques stries concentriques (*am*, fig. 22).

La couche sous-épidermique est formée de deux rangées de cellules allongées tangentiellement. Vues de face, ces cellules sont polygonales et présentent des épaisissements collenchymateux dans leurs angles (*aco*, fig. 22).

La couche scléreuse est formée d'une rangée de cellules uniformes dans leur largeur et leur longueur et colorées en jaune pâle. Vues de face, ces cellules sont polygonales et munies d'un lumen dont la largeur et l'apparence varient avec les mouvements de la vis micrométrique du microscope.

Viennent ensuite la couche membraniforme et l'assise protéique, qui n'offrent aucune particularité digne d'intérêt.

L'aleurone qui remplit les cotylédons se présente en grains bien distincts, mais le plus souvent de forme très irrégulière et déchiquetés sur leurs bords.

Le commerce de la Moutarde blanche ne s'est pas transformé comme celui de la Moutarde noire que nous allons étudier. La seule graine avec laquelle on puisse la confondre est le Colza de Guzerat (*Brassica juncea*), qui en diffère par l'absence de cellules mucilagineuses et de la couche sous-épidermique de grandes cellules collenchymateuses.

TOURTEAU

Le tourteau de Moutarde blanche a une coloration jaune ou jaune verdâtre ; il est assez friable et a une cassure granuleuse sur laquelle on peut observer à la loupe quelques débris écailleux jaunes provenant du tégument séminal. Il a une saveur d'abord amère, qui devient ensuite âcre et brûlante. A l'état frais, son odeur peu prononcée devient très pénétrante au contact de l'eau froide et s'exalte encore dans l'eau tiède.

Examen microscopique. — Les caractères saillants de ce tourteau sont fournis (fig. 33) :

1° Par les débris de l'assise scléreuse (*asc*, *asc'*), formée de petites

cellules polygonales munies de parois épaisses et jaunâtres. Cette enveloppe *n'est jamais recouverte d'un réseau à mailles polygonales* ;

2° Par les *débris de l'assise sous-épidermique (ac')* formée de grandes cellules polygonales, d'apparence collenchymateuse ;

3° Par les débris de l'assise mucilagineuse (*am'*) formée de cellules polygonales, au cœur desquelles on observe un ombilic peu apparent, autour duquel on distingue quelques stries concentriques.

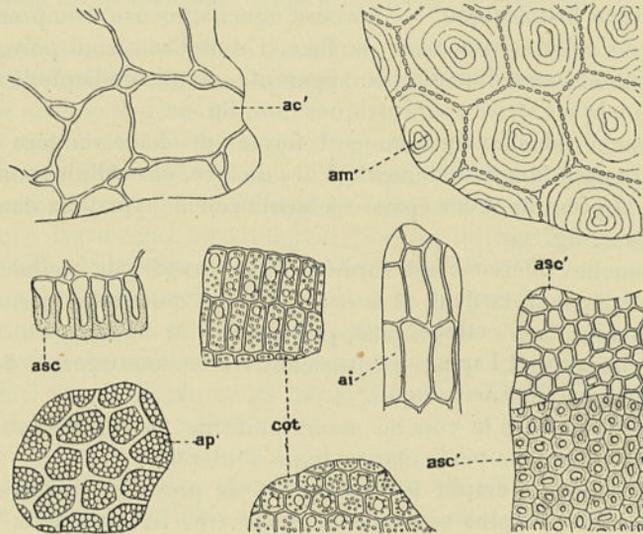


FIG. 33. — Éléments du tourteau de Moutarde blanche.

asc, asc', assise scléreuse ne présentant pas de réseau polygonal vue de face ; *ac'*, assise sous-épidermique collenchymateuse ; *am'*, assise mucilagineuse ; *ai'*, assise interne du tégument ; *ap'*, assise protéique ; *cot*, fragments de tissu des cotylédons.

Composition chimique. — Le tourteau de Moutarde blanche présente la composition suivante :

	DECUGIS
Eau	10,55
Matières azotées	36,31
— grasses	11,87
— non azotées	35,01
Cellulose	
Cendres	6,26

Il contient 5,40 à 5,80 p. 100 d'azote et 2 p. 100 d'acide phosphorique.

Usages. — Bien que le tourteau de Moutarde blanche soit plus pauvre en essence sulfurée que celui de Colza, il est rendu impropre aux usages alimentaires à cause de son extrême âcreté.

Sa richesse en acide phosphorique lui donne des propriétés fertilisantes qui méritent de le préconiser comme engrais.

MOUTARDE NOIRE (*Brassica nigra* Koch).

La MOUTARDE NOIRE est fournie par le *Brassica nigra* KOCH, qui est cultivé dans toute l'Europe tempérée et surtout dans le sud de la Russie, en Italie, en Alsace, en Flandre, en Hollande, dans la Charente-Inférieure, en Angleterre et dans l'Inde.

GRAINE

Pendant longtemps le commerce de la Moutarde noire est resté stationnaire, et limité en France à l'emploi de quelques variétés bien connues qui étaient utilisées en pharmacie, comme agent révulsif. On se bornait pour les usages pharmaceutiques à pulvériser cette graine et à l'employer en pédiluves.

Les variétés les plus appréciées dans ce cas étaient les Moutardes d'Alsace et de La Rochelle, que l'on achetait en nature et que l'on pulvérisait seulement par faibles quantités ou bien au moment du besoin. Ces graines possédaient des caractères extérieurs qui permettaient facilement de les distinguer. Elles avaient sensiblement les mêmes dimensions ; mais la Moutarde d'Alsace différait franchement de celle de La Rochelle par la présence sur son spermodermis d'un enduit grisâtre, qui lui donnait son apparence particulière. Ce commerce s'est complètement transformé depuis la découverte des sinapismes. La préparation de cette forme médicamenteuse, dans laquelle les graines de Moutarde sont présentées dans un état de dissociation qui les rend méconnaissables, permet d'utiliser un certain nombre de Moutardes qui possèdent des caractères extérieurs tout à fait différents de ceux qui caractérisent les espèces officinales. C'est ainsi que l'on voit actuellement sur le marché des graines de Moutarde noire de provenance indienne qui sont fréquemment ovales et toujours plus grosses et bien plus pâles que la Moutarde d'Alsace, ou bien encore des Moutardes de Grèce et du Levant, qui se distinguent par leurs faibles dimensions et leur couleur pâle.

Tant que des essais de culture de ces graines n'auront pas été multipliés et opérés avec des semences d'une authenticité incontestable, il sera impossible de se prononcer sur leur origine botanique ; nous devons toutefois dire qu'elles présentent dans leur structure anatomique une analogie tellement frappante, que si elles ne sont pas toutes fournies par le *Brassica nigra* type, elles proviennent, sans aucun doute, de quelqu'une de ses variétés.

Caractères extérieurs. — La graine de *Brassica nigra* est globuleuse ou un peu oblongue, ombiliquée. Sa grosseur varie entre 0 mm. 4 et 0 mm. 9. Sa couleur varie aussi du brun rouge au brun noirâtre. Sa

surface extérieure est chagrinée et marquée d'un fin réseau qui se distingue bien à la loupe; elle est parfois recouverte d'un enduit blanc créacé. Quand on la plonge dans l'eau, son enveloppe extérieure se gonfle légèrement et toute la graine se recouvre d'un mucilage transparent qui égalise toutes les saillies de la surface. Le spermoderme mince, cassant et translucide recouvre un embryon jaunâtre, composé de deux cotylédons appliqués l'un contre l'autre, pliés longitudinalement et dont les bords se relèvent de chaque côté, en formant une gouttière dans laquelle est logée la radicule. Quand on la mâche, cette graine laisse dans la bouche une saveur amère, qui

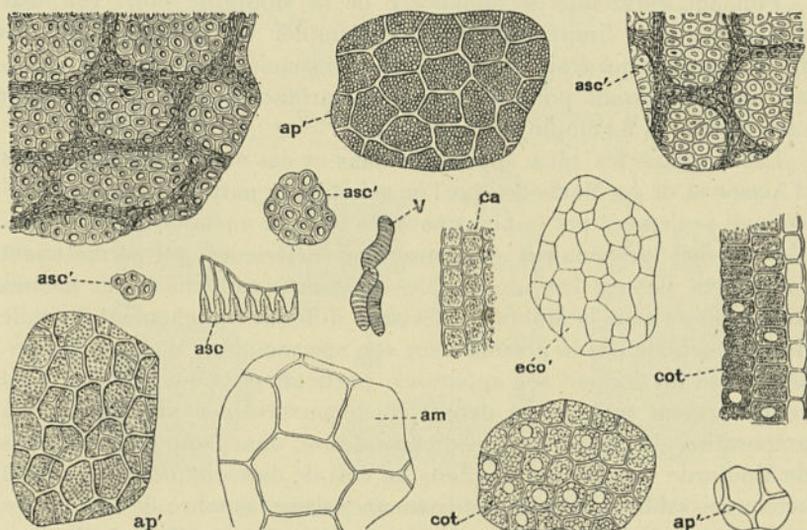


FIG. 34. — Éléments du tourteau de Moutarde noire.

am, assise mucilagineuse; *ap'*, assise protéique; *asc*, *asc'*, assise scléreuse brune toujours recouverte d'un réseau polygonal; *ca*, tissu de la radicule; *cot*, cotylédons; *eco'*, épiderme des cotylédons; *V*, trachées.

est bientôt suivie d'une sensation âcre et brûlante. Triturée avec de l'eau tiède, elle donne une émulsion jaunâtre qui dégage une odeur très piquante, excitant le larmoiement.

Structure histologique. — L'assise externe du tégument est remplie d'un mucilage moins diffusible que celui de la Moutarde blanche. Vue de face, elle se présente sous forme de cellules polygonales, au centre desquelles on n'observe pas de trace de l'ombilic (*am'*, fig. 33) qu'on distingue dans la Moutarde blanche.

L'assise sous-épidermique est formée d'une rangée unique de grandes cellules, munies de *parois minces*, délimitées par des piliers d'apparence toute spéciale formés par des cellules de l'assise scléreuse sous-

jacente. Celle-ci est constituée, en effet, par une rangée de cellules qui de distance en distance se modifient sensiblement. A des intervalles assez réguliers, la portion de parois non sclérifiée des cellules scléreuses s'allonge considérablement; ces parois se rapprochent et forment des piliers qui pénètrent entre les parois des grandes cellules et atteignent presque l'assise mucilagineuse.

Vue de face, l'assise scléreuse est formée de petites cellules polygonales, fortement colorées en brun, ayant sensiblement les mêmes dimensions que dans la Moutarde blanche; seulement on observe constamment sur ces débris du tégument un réseau polygonal très foncé, à mailles isodiamétriques, qui est produit par la projection des cellules de ces piliers.

Les autres parties de la graine de Moutarde noire offrent exactement les mêmes caractères anatomiques que dans la Moutarde blanche, mais la disposition si spéciale des cellules scléreuses vues transversalement, et la présence du réseau polygonal sur les plages de la couche scléreuse vue de face, fournissent un caractère de premier ordre pour différencier ces deux graines.

Composition chimique. — Le tourteau de Moutarde noire présente la composition suivante :

	DÉGUGIS	WAY ET ANDERSON
Eau	9,80	11,90
Matières azotées	32,19	23,48
— grasses	12,10	6,69
— non azotées	39,61	52,14
Cendres	6,30	5,79

Il contient 5,15 p. 100 d'azote et 1,67 p. 100 d'acide phosphorique. Sa richesse en essence de moutarde est dix fois aussi considérable que celle du Colza, d'après VAN DEN BERGHE.

Usages. — La quantité considérable d'essence sulfurée que ce tourteau produit au contact de l'eau par la réaction réciproque de la myrosine et de la sinigrine qu'il contient, le rend impropre aux usages alimentaires. Absorbé à la dose de 500 grammes par des animaux de forte taille, il peut provoquer des irritations intestinales assez violentes pour déterminer leur mort. D'ailleurs, les animaux refusent de le manger.

D'après CORNEVIN, son usage modéré pourrait cependant être adopté dans certaines circonstances pour exciter les muqueuses buccales et pharyngiennes, stimuler l'appétit et régulariser les fonctions digestives. Son administration à la dose de 50 à 100 grammes paraît indiquée pour les bœufs qui sont sujets aux indigestions ou qui montrent de l'inappétence.

Ce tourteau peut être naturellement employé comme engrais sans le moindre inconvénient.

RAVISON ou MOUTARDE SAUVAGE (*Sinapis arvensis* L.).

L'origine botanique de cette graine, longtemps controversée, est aujourd'hui bien établie. Considéré d'abord comme un Colza ou une Navette sauvage, le RAVISON n'est autre que la graine de MOUTARDE SAUVAGE ou MOUTARDE DES CHAMPS (*Sinapis arvensis* L.), qui croît communément dans les moissons de l'Europe méridionale et centrale. Cette plante, qui est bien connue des cultivateurs sous les noms de *Sauve*, *Séné*, *Sénevé*, *Jotte*, et considérée le plus souvent chez nous comme une mauvaise herbe, est dans quelques contrées, et surtout dans la Russie méridionale, l'objet d'une culture importante. Sa graine, qui existe à l'état d'impureté dans un grand nombre de graines oléagineuses et dans nos céréales, fait dans les environs d'Odessa, de Novorossisk, de Vurstendje l'objet d'un commerce très important.

La graine de Ravison, que l'on rencontre sur le marché, est souillée d'une grande quantité d'impuretés et de graines étrangères, dont la présence doit plutôt être attribuée au peu de soin apporté dans la récolte des graines du *S. arvensis* qu'à une intention frauduleuse. Dans un échantillon qui accompagnait le tourteau que nous avons reçu de Marseille, nous avons retrouvé plusieurs des graines signalées par MM. FRON et BUSSARD, et notamment des graines de Lin, de Millet, de Sétaria, de Méliot, de Caille-lait, de Plantain, de Coronille bigarrée et de Liseron. Ces graines étrangères étaient accompagnées de débris de tiges, de siliques et d'une notable proportion de terre.

GRAINE

Caractères extérieurs. — La graine de Ravison est très régulière dans sa forme qui est franchement arrondie; elle est lisse et dépourvue de l'aspect chagriné qui caractérise les Moutardes noires. Elle mesure environ 1 mm. 2 à 1 mm. 8 de diamètre. Le spermodermis, qui varie du brun rougeâtre au brun noir, recouvre un embryon qui offre la même disposition que dans les deux autres Moutardes que nous avons décrites. Quand on la mâche, on perçoit une saveur âcre et brûlante; quand on l'immerge dans l'eau tiède, elle se recouvre lentement d'un mucilage, moins diffusé toutefois que celui de la Moutarde blanche.

Structure histologique. — L'assise externe de cette graine, qui est mucilagineuse, se distingue de celle qui lui correspond dans les Moutardes blanche et noire par une particularité spéciale. Vue de face, cette assise est formée de cellules polygonales (*am'*, fig. 35) dans chacune desquelles on distingue un réticulum assez apparent, au centre duquel apparaît une cicatrice (*c*, fig. 35) formée par la calotte de cellulose qu'entourait le mucilage. D'après M. D'ARBAUMONT, ce réticulum résulte

de la transformation directe en cellulose du résidu de substance protéique granulo-visqueuse qui, avant la maturité de la graine, tenait les grains d'amidon agglutinés entre eux.

L'assise sous-épidermique de grandes cellules, qui s'observe constamment dans les Moutardes blanche et noire, *fait défaut dans la Moutarde des champs.*

L'assise scléreuse est formée de cellules, cubiques (*asc*), qui ont la même hauteur et dont les parois latérales sont épaissies dans presque toute leur étendue. Vue de face, cette membrane est très colorée, elle est formée de cellules qui ont à peu près les mêmes dimensions que dans la Moutarde noire, mais dont la forme et la direction sont assez variables. *Leur cavité, au lieu d'être arrondie, est très irrégulière et reproduit généralement celle du contour des cellules.* Dans le voisinage du hile, les cellules de l'enveloppe colorée affectent une certaine régularité dans leur disposition. Ces cellules ayant toute la même hauteur, il en résulte que le spermoderme de la graine de Ravison vu de face *est dépourvu du réseau polygonal* qui s'observe constamment sur le tégument séminal de la Moutarde noire.

Les autres parties de la graine n'offrent pas de particularités intéressantes.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Ravison est le plus souvent d'une couleur brun verdâtre, piquetée de points noirâtres ou rougeâtres représentant les débris du spermoderme; parfois la teinte est plus ou moins grisâtre et sa structure assez homogène; il est dur et se brise avec facilité. Sa cassure est granuleuse, son odeur est assez faible même quand il est vieux. Sa saveur est amère et âcre.

Quand on délaie ce tourteau dans l'eau, on y observe à peu près constamment un certain nombre de débris colorés d'une nuance toute différente de celle qui distingue le testa du Ravison. Ces éléments proviennent des nombreuses semences qui accompagnent généralement ce tourteau et dont on a omis de monder la graine avant de la soumettre à la pression. Parmi ces graines étrangères, les plus communes sont celles de Lin, de Cameline, de Plantain, de *Polygonum lapathifolium*, de différents Rumex et de Mélilot.

Examen microscopique. — Le tourteau de Ravison ne peut guère être confondu qu'avec le tourteau de Moutarde noire. Il se distingue toujours *par l'absence d'un réseau à mailles hexagonales sur son spermoderme*; — *par la forme irrégulière du contour et de la cavité des cellules qui constituent l'enveloppe colorée (ai')*; — *par l'apparence toute spéciale des cellules mucilagineuses (am')* qui présentent un réticulum bien net fixé contre leur paroi inférieure. Pour bien constater la présence de ce réticulum, il convient de faire bouillir le tourteau pendant quelques instants dans une solution alcaline (*am'*, fig. 35).

Composition chimique. — Le tourteau de Ravison présente la composition suivante.

	DÉGUGIS	IS-PIERRE
Eau	10,92	11,06
Matières protéiques	31,19	28,86
— grasses	6,22	2,08
Extraits non azotés.	34,25	32,82
Cellulose		
Cendres	17,42	18,18

Il renferme 4,99 p. 100 d'azote et 1,02 p. 100 d'acide phosphorique.

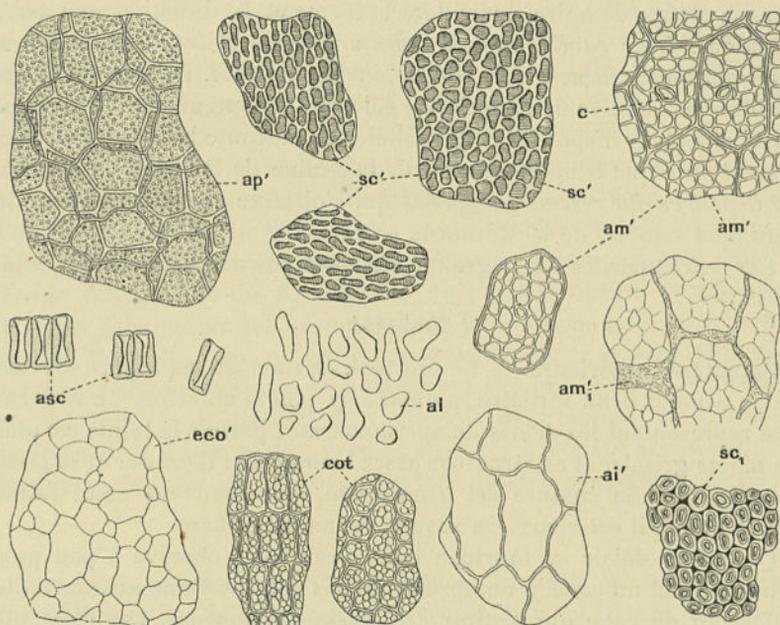


FIG. 35. — Éléments du tourteau de Ravison.

am', cellules de l'assise externe mucilagineuse vues de face avec leur réseau et la columelle *c*; *am'*₁, même assise vue après action de la potasse; *asc*, *sc'*, *sc'*, assise scléreuse; *sc*₁, la même assise après action de la potasse; *ai'*, couche membraniforme; *al*, grain d'aleurone à un fort grossissement; *ap'*, assise protéique recouverte d'un réseau formé par les cellules de la couche membraniforme.

Usages. — Bien que le tourteau de Ravison renferme, d'après VAN DEN BERGHE une proportion d'huile essentielle inférieure à celle qui existe dans le tourteau de Colza, il n'est généralement pas employé pour l'alimentation des bestiaux. La Moutarde des champs passe en effet pour être une des plus irritantes parmi les graines désignées sous le nom de Moutarde. Si les divers auteurs qui se sont occupés de la question des tourteaux, ne sont pas unanimes pour proscrire l'usage alimentaire de ce tourteau, si les uns se contentent de le ranger parmi les tourteaux douteux, cela tient évidemment à l'ambiguïté et à l'in-

certaines qui existent dans certains ouvrages au sujet de la nature et de l'origine du Ravison. C'est à cette incertitude que l'on doit attribuer la confusion que l'on constate dans l'arrêté royal pris en Belgique en 1897, sur la réglementation de la vente des produits destinés aux animaux, et dans lequel l'addition à ces aliments des tourteaux de Moutarde blanche, noire ou sauvage n'est tolérée que dans la proportion de 2 p. 100, tandis que l'on pourrait employer à son gré le *Ravison vrai*. Il est bon de retenir que le Ravison, la Moutarde des champs et la Moutarde sauvage ne sont qu'une seule et même graine, qui est celle du *S. arvensis*. Il serait intéressant de reprendre la question au point de vue chimique ; la difficulté n'est pas très grande, car rien n'est plus facile que de se procurer une certaine quantité de ces graines qui infestent souvent la plupart de nos moissons. On en déterminerait ainsi la teneur en divers principes alimentaires ou fertilisants et aussi principalement la nature chimique de l'essence. Jusqu'au jour où ces recherches auront été définitivement entreprises, il sera impossible d'être fixé nettement sur les qualités du tourteau de Ravison.

NAVETTE (*Brassica asperifolia* var. *oleifera* DC.).

La NAVETTE (*Brassica asperifolia* var. *oleifera* DC. — *B. napus* var. *oleifera* VAN TIEGH. — *B. rapa* KOCH) est une plante cultivée dans un grand nombre de pays froids : la Russie méridionale, la Valachie, la Roumanie, l'Allemagne, la Hollande et le Danemark. En France, sa culture est localisée principalement dans les départements de l'est, le Jura, la Saône-et-Loire, le Doubs, la Haute-Marne, l'Yonne et la Meuse.

Il en existe deux variétés principales, qui sont désignées sous les noms de Navette d'été ou de printemps ou de quarantaine et la Navette d'hiver. KOCH attribue la première de ces variétés au *B. rapa* var. *campestris* et la seconde au *B. rapa* var. *oleifera*.

GRAINE

Caractères extérieurs. — La graine de Navette est plus ou moins régulièrement arrondie ; elle présente au-dessus de la radicule un double sillon qui est plus ou moins apparent. Son diamètre varie entre 0 mm. 7 et 1 mm. 5 ; elle est en général de la grosseur de la Moutarde noire d'Alsace ou de la Moutarde sauvage et moins grosse que celle de Colza. Son spermodermis varie du brun au noir, il est très finement chagriné. Quand on la mâche, elle laisse dans la bouche une saveur âcre et amère.

Structure histologique. — L'assise externe ne renferme pas de mucilage diffusible : elle est représentée par une rangée de cellules fortement aplaties, qui se distinguent seulement dans la graine mûre, sous

forme d'une sorte de couche membraneuse épaisse. L'assise sous-épidermique se confond avec la couche externe et ne peut être différenciée (fig. 26). L'assise scléreuse est formée de cellules qui sont assez fortement colorées et épaissies sur leur paroi inférieure et sur toute la longueur de leurs parois latérales. Ces cellules ont sensiblement les mêmes dimensions. Cependant, à des distances assez régulières, elles s'allongent un peu, sans jamais cependant former les piliers caractéristiques de la Moutarde noire. Vues de face, ces cellules sont polygonales, un peu plus larges que celles de la Moutarde noire, moins larges que celles du Colza ; leur cavité, généralement plus grande, est aussi bien plus irrégulière que dans cette dernière graine ; sa forme, souvent anguleuse, est parfois très irrégulière et tourmentée.

Le faible allongement que les cellules scléreuses présentent à des distances assez régulières détermine sur le tégument vu de face un réseau polygonal, de même forme que celui de la Moutarde noire, mais *toujours bien moins apparent et parfois simplement esquissé*. Cette particularité permet de distinguer la Navette des autres graines de Crucifères qui ont la même apparence extérieure. Comme dans le Colza, les cellules scléreuses qui avoisinent le hile ont des dimensions plus considérables que les autres et sont assez régulièrement disposées en massifs délimités (*asc*₁, fig. 36). Les autres parties de la graine ne présentent pas de particularités qui méritent d'attirer l'attention.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Navette, quand il est de fabrication récente, présente une teinte jaune verdâtre, qui passe au brun rougeâtre ou brun noirâtre avec le temps. Examiné à la loupe, on y remarque un grand nombre de ponctuations brunes ou noirâtres qui se détachent sur son fond gris brun et qui représentent des débris du tégument de la graine. Malgré sa texture serrée et assez uniforme, ce tourteau est assez friable, sa cassure est grenue. Il se délaie assez facilement dans l'eau et donne, après lavage, un magma grisâtre dans lequel on sépare aisément les débris colorés du spermoderme des fragments provenant de l'embryon.

Quand il est récent, le tourteau de Navette exhale une odeur qui rappelle celle de l'huile qu'il renferme encore, mais en se desséchant il perd en partie cette odeur. Quand on le délaie dans de l'eau tiède, il exhale une *odeur cruciférée* très appréciable.

Examen microscopique. — Cet examen devra surtout porter sur les débris du spermoderme. Vu de face, ce tégument assez fortement coloré en brun, est formé de cellules dont les dimensions sont intermédiaires entre celles de la Moutarde noire et celles du Colza. Ces cellules ont une cavité généralement irrégulière, souvent anguleuse.

Sur la plupart des fragments, on observe un réseau polygonal

qui est simplement esquissé ou très peu apparent (*am'*). La présence de ce réseau, complétée par l'absence de mucilage diffusant, suffit pour distinguer la Navette de la Moutarde sauvage, qui a avec elle une assez grande ressemblance extérieure.

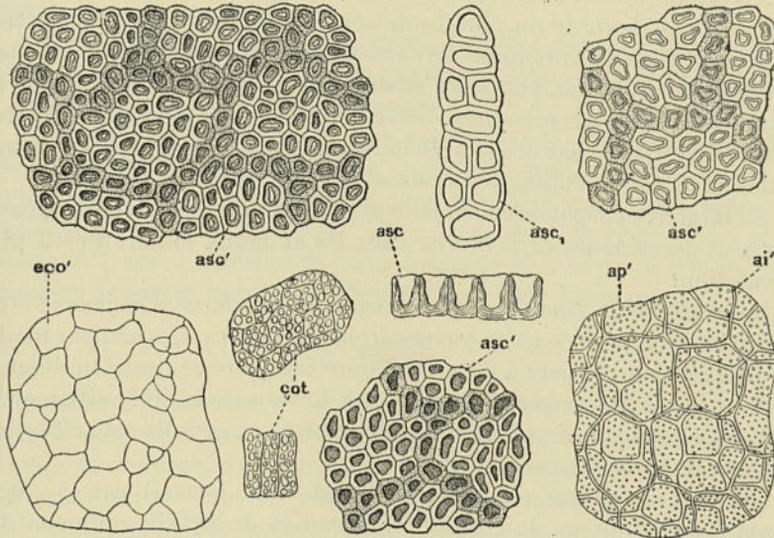


FIG. 36. — Éléments du tourteau de Navette.

asc', couche scléreuse laissant apparaître, de face, un réseau très faiblement marqué produit par les rangées de hauteur inégale de cellules sclérifiées; *ap'*, assise protéique avec le réseau des cellules internes du tégument superposées; *asc*, cellules scléreuses du voisinage du hile *cot*, cotylédon.

Composition chimique. — Les analyses suivantes représentent la composition du tourteau de Navette :

	DÉCUGIS	GRANDEAU	CORNEVIN
Eau	10,06	10,70	12,43
Matières grasses	11,25	10 »	10,95
— azotées	28,88	32,70	28,31
— non azotées.	31,13	31,10	24,35
Cellulose	10,64	7,80	16,79
Cendres	8,04	7,70	7,27

Il contient 4,63 p. 100 d'azote et 1,65 p. 100 d'acide phosphorique.

Usages. — Comme le tourteau de Colza, dont il se rapproche beaucoup par ses caractères extérieurs, sa structure anatomique et sa composition chimique, le tourteau de Navette est généralement utilisé pour la nourriture des vaches, des brebis laitières et des chèvres, et passe pour favoriser la sécrétion du lait. On lui a reproché de communiquer au lait l'odeur particulière des Crucifères, mais cet inconvénient ne se manifeste que quand on le donne à des doses trop considérables et qui dépassent 1 kg. 500 par vache et par jour; il peut être en-

core atténué si l'on interrompt de temps en temps ce régime alimentaire, ou si l'on associe des touraillons à la ration des tourteaux.

Comme le tourteau de Colza, il peut aussi être employé pour les animaux soumis à l'engraissement. Quand la dose quotidienne est un peu élevée, on voit souvent survenir, chez les animaux soumis à ce régime, une boiterie ou plutôt une sorte de fourbure, que l'on attribue aux déjections rendues irritantes par l'essence sulfurée qu'elles contiendraient et qui, piétinées, amèneraient une inflammation de la partie inférieure des membres. Cette boiterie, qui n'a aucune gravité, peut être enrayée par la suppression temporaire de l'usage des tourteaux et l'administration de boissons rafraîchissantes.

Si l'on arrive à dépasser sensiblement les doses normales de ce tourteau, on peut occasionner de l'entérite chez les animaux soumis à cette alimentation.

Le tourteau de Navette, comme celui de Colza, ne doit jamais être administré en poudre ni en buvées froides ou tièdes. Le meilleur mode de préparation consiste à délayer le tourteau dans de l'eau bouillante, qui, en coagulant le ferment, s'oppose à la formation de l'huile essentielle. La buvée ainsi préparée, et administrée quand elle est refroidie, est tout à fait inoffensive.

On peut remplacer 100 kilogrammes de foin normal par 25 kilogrammes de tourteau de Navette additionnés de 84 kilogrammes de paille.

Valeur fertilisante. — Les tourteaux de Navette sont utilisés aussi comme engrais.

100 kilogrammes de ce tourteau représentent 1.157 kilogrammes de fumier type au point de vue de l'azote et 825 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique.

COLZA D'EUROPE (*Brassica campestris* var. *oleifera*).

Les graines de Colza du commerce peuvent être divisées en deux sections bien distinctes que nous désignerons d'après leur provenance sous les noms de COLZAS D'EUROPE et COLZAS DE L'INDE.

Le COLZA VÉRITABLE, COLZA VERT, COLZA INDIGÈNE ou COLZA D'EUROPE, est fourni par le *Brassica campestris* L. var. *oleifera*. Quand on passe en revue la série des ouvrages qui se sont occupés de l'étude des tourteaux, on constate que cette graine a une synonymie des plus variées. C'est le *Brassica oleracea* VAN DEN BERGHE, D'HONT.

B. oleracea var. *campestris*, DÉCUGIS.

B. napus BENECKE, BURCHIARD.

B. napus var. *oleifera* DC., CLAES ET TTHYES.

B. napus var. *oleifera biennis* KOCH.

On en distingue deux variétés : l'une d'hiver, dite COLZA FROID (*B. campestris oleifera*); l'autre de printemps ou COLZA CHAUD (*B. oleracea verna*). Cette dernière est moins abondante que la première et ne se cultive guère que pour remplacer celle-là, quand elle a été détruite par les intempéries de l'hiver.

La transformation qui s'est opérée dans les moyens d'éclairage en réduisant l'emploi de l'huile a modifié complètement l'exploitation, la culture et le commerce de cette graine.

La culture du Colza occupe une assez grande surface en Hongrie, en Angleterre, en Allemagne, en Russie, en Italie et en France. Les départements qui fournissent le plus de Colza en France sont : la Seine-Inférieure, le Calvados, l'Eure, la Vendée, la Loire, l'Ain et la Saône-et-Loire. La graine de Colza donne de 35 à 40 p. 100 d'huile fixe, jaune ou brunâtre, que l'on emploie surtout pour l'éclairage.

GRAINE

Caractères extérieurs. — La graine de Colza est régulièrement arrondie; sa couleur brune ou rougeâtre dans les graines originaires de Russie ou des provinces danubiennes qui sont incomplètement mûres, est d'un brun très foncé et noirâtre dans les graines qui sont récoltées en France, après leur maturité complète. Son diamètre, qui varie entre 1 et 2 millimètres, est sensiblement plus grand que celui des graines de Navette. Le spermodermes est lisse ou très finement chagriné; il présente un double sillon plus ou moins apparent qui longe la saillie formée par la radicule. Quand on la mâche, cette graine a une saveur *sui generis*, qui est en même temps amère et légèrement caustique.

Structure histologique. — L'assise externe, *dépourvue de mucilage*, et la couche sous-épidermique se présentent, dans la graine arrivée à maturité complète, sous l'apparence d'une membrane hyaline qui ne peut guère se distinguer qu'après traitement des sections par l'acide lactique. L'enveloppe scléreuse est formée d'une seule rangée de cellules cubiques, toutes de même hauteur. Les parois latérales sont épaissies sur toute leur longueur, mais l'épaississement s'atténue progressivement de l'intérieur vers l'extérieur.

Vue de face, cette assise est formée de cellules polygonales présentant une cavité d'ordinaire arrondie, mais qui varie singulièrement avec les mouvements qu'on imprime à la vis micrométrique du microscope. Ces cellules sont plus larges que dans la Navette et que dans les Moutardes. Dans les graines de Colza tout à fait lisses et dont les cellules scléreuses sont uniformes dans leur longueur, le spermodermes ne présente pas de réseau hexagonal, quand on l'observe de face; mais *ce caractère*, il convient de le dire ici, *n'est pas absolu*, et, dans beaucoup de graines de Colza, de provenances les plus diverses, nous avons constaté, comme dans la Navette, l'existence d'un réseau polygonal

qui est simplement *esquissé*, et toujours bien moins accusé que dans les Moutardes noires. Dans le voisinage du hile, les cellules de l'assise scléreuse, en même temps qu'elles s'élargissent sensiblement, se groupent et se superposent d'une façon assez régulière (*asc'*, fig. 37); leur cavité, qui s'est notablement agrandie, reproduit leur contour extérieur. Les autres parties de la graine n'offrent pas de particularité distincte.

Comme on peut le voir par cet exposé, les graines de Navette et de Colza véritable présentent dans leur structure anatomique une analogie qui complique singulièrement la détermination de l'identité de leurs tourteaux (voir fig. 26 et 27).

La diagnose de ces tourteaux, qui serait relativement facile pour les Colzas de France, à épiderme lisse, devient presque impossible si l'on se trouve en présence de certaines variétés de Colza à épiderme chagriné, comme l'est généralement celui de la Navette. Le groupement assez régulier des cellules scléreuses qui entourent le hile s'observant dans la Navette comme dans le Colza, il ne reste plus guère comme éléments de différenciation que les dimensions relatives des autres cellules scléreuses et l'apparence de leur cavité, qui est généralement plus irrégulière dans la Navette que dans le Colza.

TOURTEAU

Le tourteau de Colza indigène se présente sous la forme de gâteau, dont les caractères extérieurs varient un peu selon son origine et son mode de préparation. Ceux qui proviennent des huileries modernes ont généralement 15 millimètres d'épaisseur; ils sont durs, résistants, difficiles à dissocier, assez homogènes dans leur structure, qui est grenue; ceux qui sont préparés dans les petites huileries de campagne, à l'aide de procédés rudimentaires, sont en pains beaucoup plus volumineux, et très irréguliers dans leur épaisseur, qui peut atteindre de 4 à 5 centimètres; ils sont formés d'éléments mal agglomérés par une compression insuffisante; ils sont bien plus friables et se laissent facilement désagréger entre les doigts.

Le tourteau de Colza a une teinte jaune brunâtre ou brun verdâtre, qui est généralement plus foncée que celle du tourteau de Navette. Quand on l'examine à la loupe, on constate qu'il est formé d'une masse fondamentale ou gangue de couleur jaunâtre, incrustée d'une quantité considérable de piquetures brunes ou noirâtres, plus ou moins ténues, représentant les débris du tégument séminal.

Quand il est frais, ce tourteau exhale une odeur forte et caractéristique d'huile de Colza, qui s'atténue peu à peu avec le temps et est inappréciable dans les tourteaux conservés pendant quelque temps dans un endroit bien sec. Sa saveur est amère et non piquante.

Au contact de l'eau froide ou tiède, le tourteau de Colza se désa-

grège assez fortement et dégage assez rapidement, quand on agite le mélange, une odeur piquante sulfurée, si le tourteau a été préparé à froid. D'après MM. FRON et BUSSARD, et M. CORNEVIN, les tourteaux qui proviennent de traitements à chaud et les tourteaux anciens qui ont été conservés dans de bonnes conditions ne dégagent point cette odeur.

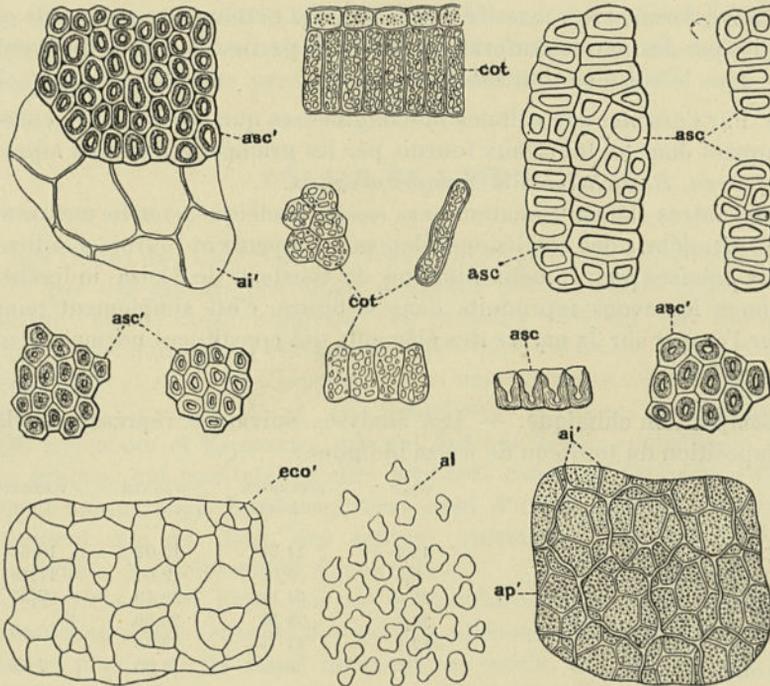


FIG. 37. — Éléments du tourteau de Colza indigène.

asc, couche scléreuse; *asc'*, groupes de cellules scléreuses du voisinage du hile; *ai'*, assise protéique avec réseau de cellules de la couche membraniforme; *cot*, débris de cotylédon; *al*, aleurone fortement grossi.

Examen microscopique. — A l'examen microscopique, les caractères saillants du tourteau de Colza sont fournis :

1° Par les débris colorés du tégument séminal. Sur presque toute la surface de la graine, ce tégument se présente sous la forme de cellules polygonales, fortement colorées en brun, munies de parois dont l'épaisseur varie avec les mouvements qu'on imprime à la vis micrométrique du microscope.

Ces cellules sont un peu plus larges que dans la Navelle et beaucoup plus larges que dans la Moutarde; leur cavité est généralement plus régulière que dans la Navelle. Le réseau hexagonal, qui est simplement esquissé dans le tourteau de Navelle et très nettement accusé dans

les Moutardes noires (*B. nigra*, *B. juncea*) ne se montre qu'exceptionnellement sur le tégument séminal du Colza (fig. 37).

A côté de ces débris formés de cellules de forme et de dimensions sensiblement régulières, on en voit d'autres qui sont constitués par des cellules beaucoup plus irrégulières, munies de parois moins épaisses et d'une cavité bien plus large; elles sont généralement disposées assez régulièrement, superposées, et groupées en nombre variable, formant des massifs larges et assez nettement circonscrits et limités par des parois renforcées. Ces amas particuliers ne se trouvent que dans le voisinage du hile (*asc*, fig. 37).

2° Par l'absence des cellules mucilagineuses que l'on retrouve constamment dans les tourteaux fournis par les graines de *Brassica nigra*, *B. juncea*, *B. dichotoma* et *Sinapis arvensis*.

Les autres éléments anatomiques (assise protéique, couche membriforme, débris des cotylédons, aleurone) ne peuvent fournir d'indications précises pour la détermination du tourteau de Colza indigène. Si nous les avons reproduits dans la figure, c'est simplement pour fixer l'expert sur la nature des éléments qui constituent normalement ce tourteau.

Composition chimique. — Les analyses suivantes représentent la composition du tourteau de Colza indigène:

	WOLF	DIETERICH et KONIG	WAGNER	VOELKER
Eau	12,7	11,34	12,09	10,68
Matières grasses	9,5	9,66	9,60	11,10
— azotées	29 »	31,59	29,40	29,53
— non azotées	28,5	29,36	28,36	} 40,90
Cellulose	12,6	11 »	13,65	
Cendres	7,5	7,05	6,90	7,79

Le tourteau de Colza renferme de 4,5 à 5,5 p. 100 d'azote, 2 à 4 p. 100 d'acide phosphorique et 1 à 2 p. 100 de potasse.

D'après M. VAN DEN BERGHE, directeur du laboratoire agricole de Roulers (Belgique), la quantité d'essence sulfurée susceptible d'être retirée du tourteau de Colza indigène est supérieure à celle que peut produire le tourteau de Navette.

Usages. — Les usages du tourteau de Colza indigène sont les mêmes que ceux du tourteau de Navette et ce que nous avons dit de ce dernier peut s'appliquer au premier; s'ils ont les mêmes avantages, ils ont aussi les mêmes inconvénients. Selon MATHIEU DE DOMBASLE, les éleveurs ne font pas de différence entre ces deux espèces de résidus industriels.

Valeur fertilisante. — Si on compare la composition chimique de ces deux produits, on constate que la proportion moyenne de

leurs principes fertilisants et alimentaires est sensiblement la même; l'écart le plus grand paraît résider dans la proportion d'huile essentielle que ces deux tourteaux peuvent produire; mais comme les corps dont cette essence dérive ont la même composition chimique, et que leur proportion n'est jamais énorme, il en résulte que la substitution partielle ou totale des deux tourteaux ne peut offrir d'inconvénient sérieux; il n'en est plus de même, comme nous allons le voir, dans le cas de substitution des tourteaux de Colza exotiques au tourteau de Colza indigène, qui, en raison des propriétés toutes différentes de leurs éléments constituants, peut entraîner la nullité des marchés.

COLZAS DE L'INDE

Les Colzas de l'Inde et les tourteaux qui en proviennent sont constitués par des graines provenant d'espèces différentes de celles que produit notre Colza indigène. Ces produits arrivent en Europe sous des dénominations différentes, telles que : COLZA DE FÉROZÉPORE, COLZA BRUN et JAUNE DE CALCUTTA, COLZA BRUN et JAUNE DE CAWNPORE, COLZA DE GUZERAT, COLZA DE SOUMÉANÉE et COLZA DE BOMBAY. MM. BURCHARD et KJOERSKON, qui ont fait une étude approfondie de ces graines, ont constaté qu'elles sont très rarement formées d'une espèce unique, mais le plus généralement d'un mélange dans lequel domine une ou deux des espèces suivantes : *Sinapis glauca*, *Br. juncea*, *S. dichotoma* et *Eruca sativa*.

MM. BUSSARD et FRON, qui ont été conduits à reprendre l'étude de ces mélanges par l'examen des graines elles-mêmes et la comparaison des plantes qu'ils en ont obtenues par semis, ont pu déterminer parfaitement leur nature et leur composition. Ils ont reconnu :

1° Que le COLZA DE GUZERAT, les COLZAS DE CAWNPORE JAUNE et de CALCUTTA BLANC sont formés de deux variétés du *S. glauca*, l'une à graines jaunes, l'autre à graines brunâtres ;

2° Que les COLZAS DE CAWNPORE BRUN, BRUN DE CALCUTTA, DE FEROZÉPORE, de PONDICHÉRY ont une composition sensiblement identique et sont formés de deux espèces principales, le *Sinapis* ou *Brassica juncea* et le *S. dichotoma*, additionnées d'une faible quantité de graine de ROQUETTE (*Eruca sativa*) ;

3° Que le COLZA BIGARRÉ DE BOMBAY est un mélange de toutes les espèces précédentes.

La diversité de composition des Colzas de l'Inde entraîne naturellement dans l'apparence extérieure et dans la structure anatomique de leurs tourteaux, des différences assez sensibles, que l'expert ne peut se dispenser de connaître.

I

COLZAS DE GUZERAT, DE CAWNPORE JAUNE, OU DE CALCUTTA BLANC**GRAINES**

Le *S. glauca*, dont les graines constituent presque uniquement la majeure partie de ces produits, comporte deux variétés, l'une *jaunâtre*, l'autre *brune*.

La *variété jaune*, qui prédomine de beaucoup sur l'autre, se rapproche tout à fait par sa couleur et ses dimensions de la graine de Moutarde blanche; elle s'en distingue par l'irrégularité de sa forme, qui est tantôt arrondie, tantôt légèrement comprimée, tantôt ovoïde ou tronquée à l'une de ses extrémités. La surface extérieure est *lisse*, d'une teinte *jaune paille*. Chaque graine présente au voisinage de la radicule un double sillon qui est très apparent et qui se prolonge sur un tiers environ de sa circonférence.

La *variété brune* a sensiblement les mêmes dimensions et la même forme; elle est d'une teinte brun clair mate qui est uniforme dans chaque graine; quelques-unes assez rares, d'ailleurs, ont cependant une teinte verte plus ou moins foncée. Quand on les mâche, ces graines accusent une âcreté moins sensible que celle de la Moutarde blanche. Immergées dans l'eau froide ou tiède, les deux variétés de *S. glauca* ne se recouvrent pas d'un mucilage diffusible comme les graines de *S. alba*.

Les échantillons de ces Colzas que nous avons eu l'occasion d'examiner étaient généralement assez propres. Les seules impuretés que nous y avons constatées consistaient dans la présence de quelques graines de Lin, de Blé, et diverses semences de Convolvulacées.

Structure histologique. — Examinées au microscope, les variétés *jaune, blonde* de *S. glauca* présentent exactement la même structure; elles ne diffèrent que par la teinte des couches scléreuse et membraniforme.

L'assise externe, qui, dans les graines encore vertes, est formée de deux rangées de cellules contenant de l'amidon, se résorbe presque entièrement à mesure que la maturité avance, et dans les graines tout à fait mûres, elle constitue une membrane très mince, à peu près imperceptible quand on examine la graine de face ou en section transversale.

La couche sous-épidermique n'existe plus.

La gaine scléreuse est formée d'une seule rangée de cellules allongées radialement et ayant toutes la même hauteur. Ces cellules sont épaissies sur leurs parois internes et latérales. L'épaississement des

parois latérales s'étend sur toute leur surface, et augmente progressivement depuis la partie supérieure externe jusqu'au fond de la cellule (*asc*, fig. 38). Vue de face, l'assise scléreuse est formée de cellules polygonales très régulières, isodiamétriques, dont la cavité assez régulièrement arrondie varie dans sa dimension avec les mouvements qu'on imprime à la vis micrométrique. Dans le voisinage du hile, ces cellules s'allongent tangentiellement, s'élargissent, se superposent assez régulièrement et se réunissent en groupes limités par un contour plus sombre.

Les cellules de l'assise scléreuse étant de hauteur sensiblement égale, cette uniformité se traduit sur le spermoderme, vu de face, par l'absence complète de réseau polygonal.

Les cellules qui constituent la couche membraniforme sont plus petites que dans les autres graines de *Brassica* précédemment décrites.

Les autres parties de la graine n'offrent aucun caractère important.

Assez souvent quand on dissocie les téguments de leurs graines, l'assise protéique reste intimement soudée à l'enveloppe scléreuse, qui est transparente. *L'adhérence de ces téguments donne au spermoderme, vu de face, une apparence chagrinée et mouchetée tout à fait caractéristique.* L'aspect chagriné est produit par la matière azotée qui remplit les cellules de l'assise protéique; les mouchetures sont produites par le lumen des cellules scléreuses.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Guzerat présente une teinte jaune sur laquelle se détachent quelques fines mouchetures blondes produites par la présence de débris de spermoderme provenant de graines appartenant à la variété brune. La texture de ce tourteau est grenue. Il est moins dur et moins résistant que le tourteau de Colza ordinaire. Quand on le délaie dans l'eau, il forme un magma jaunâtre, dont on peut après lavage et décantation séparer les éléments du spermoderme de ceux de l'embryon; les premiers se reconnaissent aisément à leur aspect papyracé et à leur teinte jaune paille.

Pressé entre les doigts, il se laisse facilement désagréger. Il a une saveur amère assez prononcée.

Examen microscopique. — Les tourteaux de Guzerat et de Cawn-pore jaune se distinguent facilement :

1° *Par l'absence complète de réseau polygonal et de cellules mucilagineuses sur leurs débris de tégument vus de face;*

2° *Par l'aspect incolore des cellules scléreuses du spermoderme, qui sont très nettement délimitées, très régulières dans leur forme, et munies d'une cavité assez étroite, de dimension variable avec la hauteur de la cellule et donnant l'aspect d'une sorte d'auréole (asc', fig. 38);*

3° Par l'aspect chagriné et moucheté que prend l'assise protéique quand elle est encore adhérente à l'assise scléreuse *ap'*.

Les particules blondes provenant des léguments de la variété blonde ou brune du *S. glauca* présentent exactement les mêmes particularités et ne se distinguent que par leur teinte plus ou moins foncée.

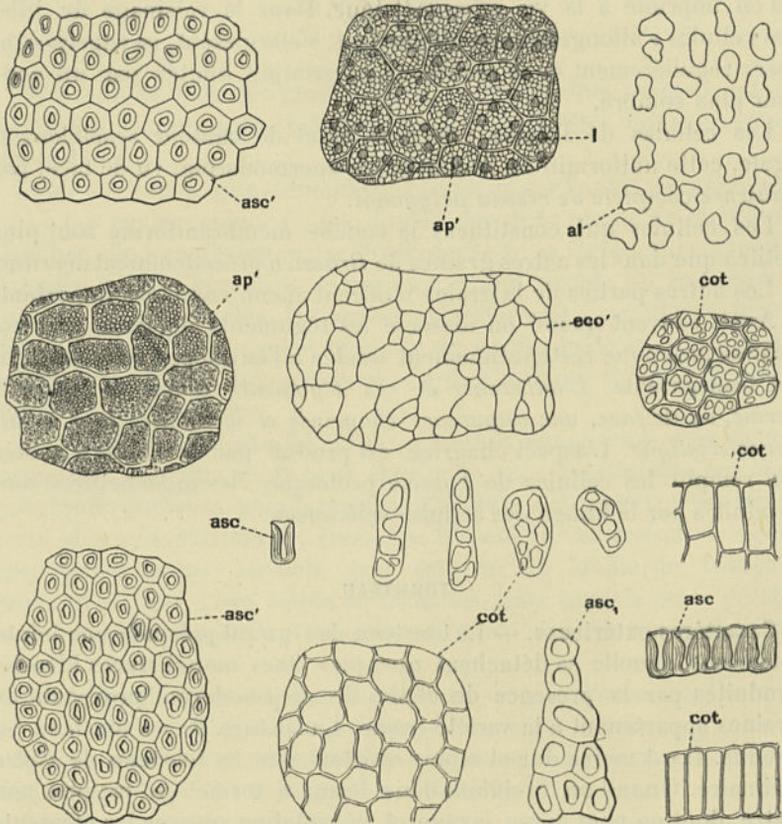


FIG. 38. — Éléments du *Sinapis glauca*, dont les graines constituent pour la presque totalité les tourteaux dits de Cawnpore jaune, ou de Calcutta, ou de Guzerat.

asc, *asc'*, couche scléreuse, sans réseau superficiel; *ap'*, assise protéique (dans le dessin supérieur de la figure, on remarque les impressions *l*, provenant du lumen des cellules scléreuses adhérentes en dessous); *asc*, cellules scléreuses de la région du hile; *al*, aleurone; *eco'*, épiderme du cotylédon, *cot*.

L'absence de la couche mucilagineuse et des grandes cellules sous-épidermiques collenchymateuses, la dimension plus grande des cellules qui constituent l'enveloppe scléreuse distinguent nettement le tourteau de graines de *S. glauca* de celui que fournissent les graines du *S. alba*.

II

COLZA DE CAWNPORE BRUN

Ce produit, comme nous l'avons dit plus haut, est constitué par le mélange des semences de *Sinapis dichotoma*, *Brassica juncea* et *Eruca sativa*.

GRAINES

1° *Sinapis dichotoma*. — Le *Sinapis dichotoma* ROXB. (*Brassica napus* L. var. *dichotoma* PRAIN) est cultivé principalement dans l'Inde, où il est désigné sous les noms de TORI, LUTNI, MAGHI, INDIAN RAPE. Cette plante est cultivée aussi en Europe et surtout en Russie, d'où ses graines sont versées dans le commerce sous le nom de COLZA DE LA MER NOIRE.

Ses graines ont une couleur rouge brun, parfois gris bleuâtre ; elles sont globuleuses ou ovoïdes et mesurent de 1 millimètre à 1 millimètre et demi de diamètre ; leur surface est lisse ou très faiblement réticulée. Quand on les plonge dans l'eau, ces graines se recouvrent d'un mucilage diffusant.

Examinées au microscope, elles présentent les particularités suivantes (fig. 29) :

L'assise externe est *mucilagineuse* et formée d'une seule rangée de cellules aplaties, qui, au contact de l'eau chaude, se gonflent et laissent voir une petite columelle insérée sur le milieu de la paroi inférieure des cellules. Vues de face, ces cellules sont polygonales, mais de dimensions irrégulières ; leurs parois sont encore imprégnées de mucilage, qui leur donne une apparence caractéristique.

La couche sous-épidermique de grandes cellules n'existe pas.

La gaine scléreuse comprend une seule rangée de cellules prismatiques, allongées radialement et de *longueur égale*. Vue de face, cette enveloppe est formée de cellules polygonales, plus larges que celles de la Moutarde noire, à cavité régulière, mais variable avec les mouvements de la vis micrométrique ; elle *ne présente pas de réseau polygonal*, elle est seulement accompagnée souvent de larges cellules, à parois faiblement épaissies, qui représentent l'assise mucilagineuse.

Les autres parties de la graine n'offrent aucun intérêt histologique spécial.

2° *Brassica juncea*. — Le *Brassica juncea* HOOK F. et THOMS (*Sinapis juncea* L. ; *S. ramosa* ROXB.) est très abondamment cultivé dans l'Inde, où il est désigné sous les noms d'ASL-RAI, INDIAN MUSTARD. C'est la même espèce qui fournit la Moutarde européenne connue sous le nom de MOUTARDE RUSSE ou de SAREPTA.

Les graines de *B. juncea* sont plus petites que les précédentes et ne mesurent guère plus de 1 millimètre de diamètre ; la plupart d'entre elles ont une forme arrondie. Leur surface extérieure varie du brun rougeâtre au brun noirâtre ; elle est à peu près lisse ou finement réticulée. Plongées dans l'eau, ces graines se recouvrent d'un mucilage diffusant.

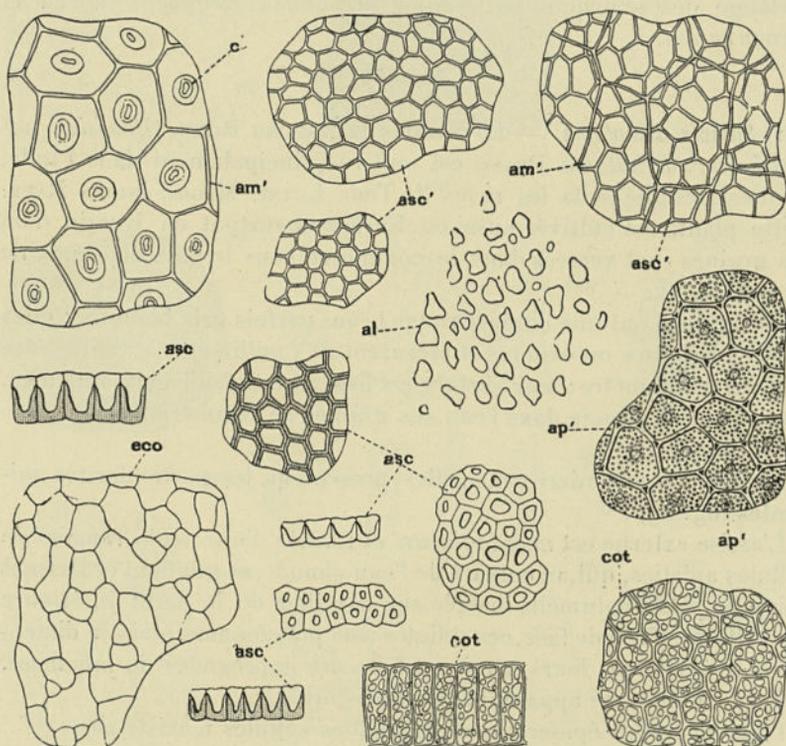


FIG. 39. — Éléments de la graine de l'*Eruca sativa*, entrant dans la composition du tourteau de Cawnpore brun.

am', épiderme mucilagineux avec un ombilic *c* très apparent ; *asc'*, cellules avec différents aspects de l'assise scléreuse, recouvertes dans le fragment de droite par l'assise mucilagineuse externe *am'* ; *al*, grain d'aleurone grossi ; *cot*, cotylédon.

L'assise externe est formée d'une rangée de cellules aplaties contenant un mucilage qui se gonfle au contact de l'eau chaude ou tiède.

La couche sous-épidermique de grandes cellules, dont M. TICHOMIROFF affirme l'existence, n'existerait pas d'après MM. TSCHIRCH et VON VOGL. Dans une semblable discussion, des échantillons de même origine et de source absolument sûre s'imposent. Ces auteurs ne se sont vraisemblablement pas trouvés en face de graines provenant de la même espèce ou variété. Ce point de détail reste à fixer.

La gaine scléreuse est formée d'une assise de cellules prismatiques,

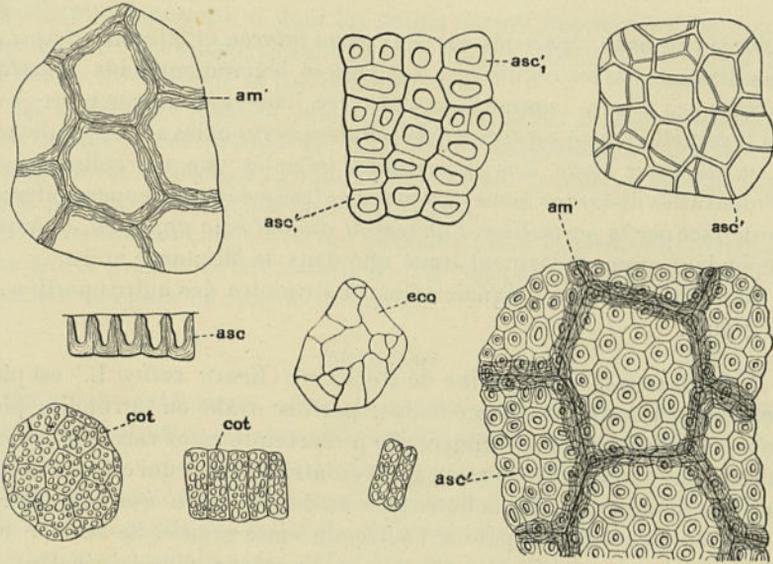


FIG. 40. — Éléments de la graine de *Sinapis dichotoma*, entrant dans la composition du tourteau de Cawnpore brun.

am', assise mucilagineuse, visible aussi sur l'assise scléreuse asc' (ne pas confondre cette impression avec le réseau si caractéristique de la figure suivante).

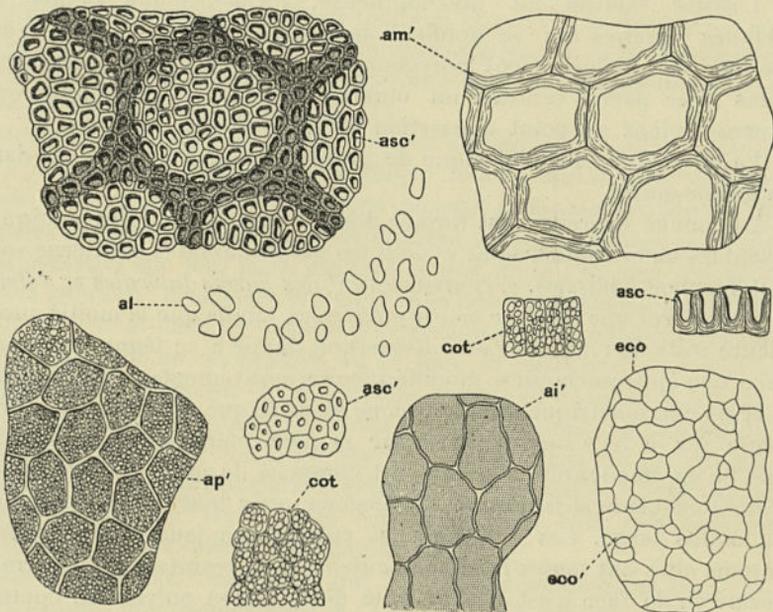


FIG. 41. — *Brassica juncea*. Éléments de la graine.

Mêmes lettres que dans la fig. 40. Le réseau produit par l'inégalité des cellules de l'assise scléreuse est très apparent.

colorées en brun, épaissies sur leur paroi interne et latérale, et qui, à des distances assez régulières, s'allongent légèrement, sans toutefois former des piliers, comme cela s'observe dans la Moutarde noire. Vue de face, cette assise est formée de cellules polygonales assez régulières, à cavité assez large. Les dimensions inégales que ces cellules présentent à des distances assez régulières se traduisent sur le spermoderme vu de face par la *projection d'un réseau qui est bien apparent*, quoique cependant moins nettement tracé que dans la Moutarde noire.

Rien d'intéressant à signaler dans la structure des autres parties de la graine.

3° *Eruca sativa*. — La graine de ROQUETTE (*Eruca sativa* L.) est plus petite que les graines précédentes, parfois ovale ou arrondie, plus souvent légèrement comprimée; elle a une teinte assez variable : tantôt jaune brun, tantôt gris brun ou gris verdâtre. Du hile qui est représenté par une petite pointe blanchâtre part un double sillon qui longe la radicule et s'étend d'un pôle à l'autre de cette graine. Sa surface est mate, mais non réticulée. Quand on la mâche, elle laisse dans la bouche une saveur de Crucifère.

Elle arrive quelquefois de Kurrachee dans le commerce, à l'état très impur, sous le nom de COLZA JAMBA.

L'assise externe est mucilagineuse, formée d'une rangée de cellules aplaties qui se gonflent au contact de l'eau tiède. Vues de face, ces cellules sont polygonales (*am'*, fig. 3g) et présentent dans leur partie centrale un ombilic arrondi (*c*) très apparent, correspondant au point d'insertion de la columelle cellulosique.

La couche sous-épidermique de grandes cellules n'existe pas dans la graine mûre.

La couche scléreuse est formée d'une assise de cellules cubiques ayant les mêmes dimensions et dont les parois latérales et interne sont notablement épaissies. *L'épaississement des parois latérales ne s'étend généralement que sur leur moitié inférieure*, tandis que la moitié supérieure reste très mince. Cette disposition donne à ce tégument, vu de face, une apparence qui se modifie avec les mouvements qu'on imprime à la vis micrométrique du microscope et selon que ce tégument se présente sur sa face supérieure ou sur sa face inférieure. Dans tous les cas, ce spermoderme vu de face est composé de cellules polygonales ayant sensiblement les mêmes dimensions, mais dont la cavité est plus ou moins large. Ces cellules sont colorées en jaune ou en brun; comme elles ont toutes la même hauteur, il en résulte que le spermoderme vu de face n'est pas marqué d'un réseau polygonal, comme celui de quelques Moutardes; mais par suite de l'adhérence de la couche mucilagineuse avec la gaine scléreuse, on observe communément sur le spermoderme de larges cellules polygonales représentant

l'assise mucilagineuse et dont les parois encore imprégnées de mucilage ne laissent aucun doute sur leur nature (voir, dans la figure 39, le dessin de droite de la partie supérieure).

En dessous de l'assise scléreuse, la graine de Roquette présente, comme les autres graines de Crucifères précédemment décrites, une couche membraniforme jaunâtre et une assise protéique *ap'* qui n'offre pas de particularités dignes d'intérêt.

L'épiderme des cotylédons *eco'* présente aussi le caractère, commun aux autres graines de Crucifères, d'offrir des petites cellules représentant des stomates en voie de formation.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le TOURTEAU DE CAWNPORE BRUN a une teinte brun noirâtre ou rougeâtre; il a une texture serrée. Sa cassure est grenue. Quand on l'examine à la loupe, on y distingue assez facilement une infinité de petites mouchetures brunes ou blondes représentant les téguments des graines qui entrent dans leur constitution. La séparation de ces éléments se fait très facilement quand on délaie le tourteau dans l'eau. Ce tourteau a une saveur faiblement amère; comme tous les tourteaux de Crucifères, il dégage, au contact de l'eau tiède, une odeur *sulfurée* spéciale.

Examen microscopique. — Quand on observe au microscope les divers éléments constituant de ce tourteau et surtout les fragments colorés qui représentent les débris du spermoderme, on peut y distinguer assez facilement la nature et la proportion des trois graines qui entrent dans sa composition (fig. 39, 40, 41).

Deux de ces graines, celles du *Sinapis dichotoma* et celles du *Brassica juncea*, ont sensiblement la même teinte; toutes deux ont une assise externe *mucilagineuse*; leur couche scléreuse est formée de cellules polygonales qui ont sensiblement la même dimension, et qui sont épaissies sur leur paroi externe et sur toute l'étendue de leurs parois latérales; seulement par suite de la hauteur inégale que ces cellules présentent dans les graines de *Brassica juncea*, on distingue sur le spermoderme de ces graines, vu de face, la projection d'un réseau polygonal qui ne s'observe pas dans les graines de *Sinapis dichotoma*. Le large réticulum que nous avons figuré sur l'assise scléreuse des graines de *S. dichotoma* n'est que la projection des cellules mucilagineuses qui restent attachées à cette assise. Celles-ci se reconnaissent encore parce que leur gaine scléreuse reste très fréquemment recouverte par les cellules mucilagineuses.

Les graines d'*Eruca sativa* qui accompagnent communément les deux graines précédentes dans le Colza brun de Cawnpore se reconnaîtront principalement à la teinte différente et à la structure de leur enveloppe scléreuse, qui est formée de cellules polygonales à lumen

généralement assez large, et qui n'est jamais recouvert par un réseau polygonal. En outre, les cellules mucilagineuses de cette graine présentent dans leur partie centrale un ombilic assez apparent.

Composition chimique. — Les analyses suivantes représentent la composition chimique moyenne des tourteaux de Colza exotiques.

	Colza de Guzerat. DÉCUGIS.	Colza bigarré de Bombay. MEUREIN.
Eau	10 »	6,7
Matières grasses	7,25	10,5
— azotées	33,56	} 73,8
— non azotées	31,61	
Cellulose	7,60	} 9
Cendres	9,98	

Ces tourteaux renferment en moyenne 5,40 p. 100 d'azote, 1,90 p. 100 d'acide phosphorique et 1,25 p. 100 de potasse.

Usages. — La nature variable des Colzas exotiques, la présence parmi leurs éléments constituants des graines de *Brassica juncea* et *S. dichotoma* qui renferment des essences âcres et très irritantes, suffisent pour expliquer les accidents occasionnés à plusieurs reprises par l'usage alimentaire de ces tourteaux, et qui, signalés d'abord par le docteur VÖELKER, ont été confirmés par d'autres observateurs. C'est ainsi que M. CRIEM, vétérinaire à Ypres (Belgique), a eu l'occasion de constater les effets désastreux produits par des tourteaux de Colzas exotiques sur toute une étable, dans laquelle sept bêtes sont mortes, à la suite de leur emploi prolongé. En présence de faits aussi probants, ces produits doivent être rangés dans la catégorie des tourteaux dangereux et réservés exclusivement pour la fumure du sol.

Valeur fertilisante. — La proportion des principes fertilisants qu'ils renferment permet de les utiliser avantageusement comme engrais; 100 kilogrammes de ces tourteaux représentent 1.382 kilogrammes de fumier type au point de vue de l'azote et 990 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique.

TABLEAU PERMETTANT A L'AIDE DE CERTAINS CARACTÈRES HISTOLOGIQUES
DE RECONNAITRE L'ORIGINE BOTANIQUE
DES GRAINES DE CRUCIFÈRES COMPOSANT UN TOURTEAU

Débris colorés du tégument, vus de face, présentant un réseau polygonal bien apparent.	Assise externe mucilagineuse.	Assise scléreuse avec piliers caractéristiques	<i>Brassica nigra.</i> (Moutarde noire)
		Assise scléreuse sans piliers mais à éléments inégaux. Pas de couche cellulaire sous-épidermique.	<i>Br. juncea.</i>
	Assise externe non mucilagineuse, tégument rouge brun		<i>B. Rapa.</i>

Réseau polygonal simplement esquissé; assise externe non mucilagineuse, réduite à une membrane *B. asperifolia*
var. *oleifera.*
(Navette)

Pas de réseau polygonal, tégument d'apparence plus ou moins unie.	Assise externe mucilagineuse.	Pas de cellules sous-épidermiques apparentes.	Couche sous-épidermique très nette, à grands éléments collenchymateux; cellules mucilagineuses ombiliquées.	<i>Sinapis alba.</i> (Moutarde blanche)	
			Cellules mucilagineuses ombiliquées, tég. jaune d'or.	Columelle très longue, caractéristique	<i>Camelina sativa</i> (Cameline)
				Columelle courte à l'intérieur des éléments cellulaires	<i>Eruca sativa.</i> (Roquette)
			Cellules mucilagineuses simplement striées concentriquement; cellules scléreuses, rouge brun, parfois gris bleuâtre.	<i>S. dichotoma.</i>	
			Cellules mucilagineuses, présentant une sorte de réseau très spécial; cellules scléreuses noires.	<i>S. arvensis.</i> (Ravison)	
Assise externe non mucilagineuse.	Assise externe non mucilagineuse.	Assise scléreuse incolore ou blonde.	<i>S. glauca.</i>		
		Assise scléreuse très brune	<i>B. camp. var. oleifera.</i> (Colza d'Europe)		

MALVACÉES

Parmi les résidus industriels que la famille des Malvacées fournit à l'agriculture, il faut citer les TOURTEAUX DE COTON et ceux de KAPOK DE JAVA.

COTONNIERS

Les COTONNIERS (*Gossypium*) sont des plantes herbacées ou suffrutescentes de la famille des Malvacées. Ils ont un bois mou, des feuilles alternes, entières ou lobées, accompagnées de stipules, des fleurs pédonculées, terminales ou axillaires, jaunes ou plus rarement pourprées. Ces plantes, qui atteignent en général 1 m. 25 à 1 m. 50 et parfois 3 mètres de hauteur, n'arrivent à maturité complète que dans les contrées chaudes et humides. Elles croissent abondamment dans l'Amérique, aux États-Unis, dans l'Asie, aux Indes et dans l'Afrique, en Égypte. Toutes les grandes puissances coloniales multiplient leurs efforts pour propager leur culture dans leurs possessions lointaines.

Les espèces de *Gossypium* les plus intéressantes sont :

1° Le *G. BARBADENSE* L. (*G. vitifolium* LAMK ; *G. punctatum* SCHUM. et THÖNN ; *G. peruvianum* DC.), espèce ligneuse ou herbacée qui est le plus fréquemment cultivée dans l'Afrique tropicale et l'Asie et concourt à la production des principales sortes de Coton d'Afrique ;

2° Le *G. HERBACEUM* L. ; (*G. hirsutum* L. ; *G. punctatum* GUILL. et PERROTT. ; *G. prostratum* SCHUM. et THÖNN.), qui a passé longtemps pour être la principale source des Cotons commerciaux, et qui est cultivé en Asie depuis plus de 2.000 ans, en Afrique et dans le midi de l'Europe. Il a été introduit dans l'Amérique du Nord vers 1774 ;

3° Le *G. ARBOREUM* L., dont la culture, très répandue autrefois en Amérique, en Asie et dans l'Afrique tropicale, semble avoir diminué au profit de celle du *G. herbaceum*.

Le fruit du Cotonnier est une capsule loculicide à 3, 4 ou 5 loges s'ouvrant à la maturité en autant de valves munies de cloisons. Ces loges renferment chacune de 7 à 10 graines, recouvertes d'une enveloppe spongieuse sur laquelle s'insèrent une multitude de fibres duveteuses qui constituent le Coton.

Certaines espèces de Cotonniers, telles que le *G. barbadense*, donnent des graines qui sont recouvertes de poils ayant tous la même longueur et que l'égrenage enlève complètement ; ces graines sont dites *nues* ; dans d'autres espèces, telles que les *G. herbaceum* et *G. arboreum*, les graines, dites *vêlues*, sont garnies de deux sortes de poils : les uns

longs qui constituent le Coton, les autres courts et duveteux, qui persistent après l'égrenage.

Les produits utiles des Cotonniers sont : le COTON, qui existe à la surface de leurs graines ; l'HUILE fixe, qui est contenue dans l'amande de ces graines et qui est désignée dans le commerce sous le nom d'HUILE DE COTON, et enfin les TOURTEAUX, qui constituent le résidu de l'extraction de cette huile.

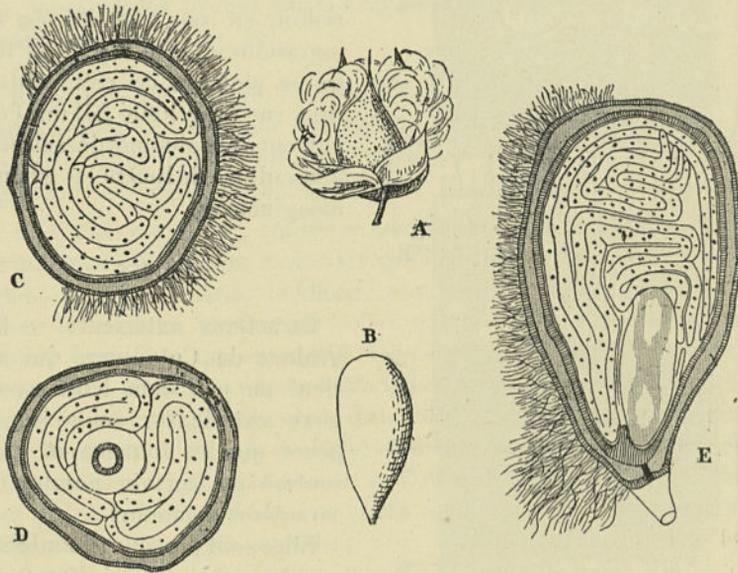


Fig. 42. — Aspects divers de la graine de Cotonnier.

A, graine de Coton entourée de sa bourre; B, graine nue; C, D, E, coupes montrant la disposition des cotylédons.

D'après M. BRYDE, les graines de Coton renferment en moyenne :

Matières amylacées.	34,22 p. 100
Huile	20, » —
Coques	35,78 —
Duvet.	10, » —

En France, l'extraction de l'huile de Coton est centralisée à Dunkerque, à Rouen et à Marseille. Les chiffres qui suivent, et qui représentent les quantités de graines importées dans ces deux ports pendant ces trois dernières années, permettent de se faire une idée de l'importance de cette industrie dans notre pays.

	1901	1900	1899
	Kilos	Kilos	Kilos
Provenance d'Égypte.	34.116.000	46.702.900	42.973.600
— des Etats-Unis.	977.000	2.257.700	2.287.600
d'autres pays.	9.959.400	1.311.600	204.700
	<u>45.052.400</u>	<u>50.272.200</u>	<u>45.465.900</u>

Indépendamment des graines de Cotonnier destinées à être traitées

dans nos huileries, la France reçoit des États-Unis une quantité très considérable d'huile de Coton. Cette quantité, qui en 1898 avait atteint le chiffre de 70.891.636 kilogrammes, s'est réduite en 1901 à 48.226.000 kilogrammes; et il n'y a pas lieu de se plaindre de cette réduction, car cette huile fait une concurrence absolument désastreuse à la culture de toutes les graines oléagineuses.

GRAINES

Caractères extérieurs. — Les graines de Cotonnier, qui varient un peu dans leurs caractères extérieurs, selon les espèces qui les fournissent, présentent un certain nombre de caractères communs.

Elles sont presque globuleuses ou plus ou moins réniformes et anguleuses; elles mesurent 7 à 9 millimètres de longueur, 3 à 5 millimètres de diamètre; elles présentent à leur extrémité supérieure une petite pointe brillante. Leur surface extérieure, revêtue, à l'état brut, de filaments enchevêtrés, présente après la disparition complète de ceux-ci un aspect finement chagriné et une teinte brun foncé ou noirâtre; dans certaines espèces commerciales, comme les graines de Cotonniers de Bombay, le tégument séminal est encore recouvert d'un duvet très fin et très court, qui lui donne une teinte blanc grisâtre. La face ventrale présente généralement un sillon médian qui est plus ou moins profond

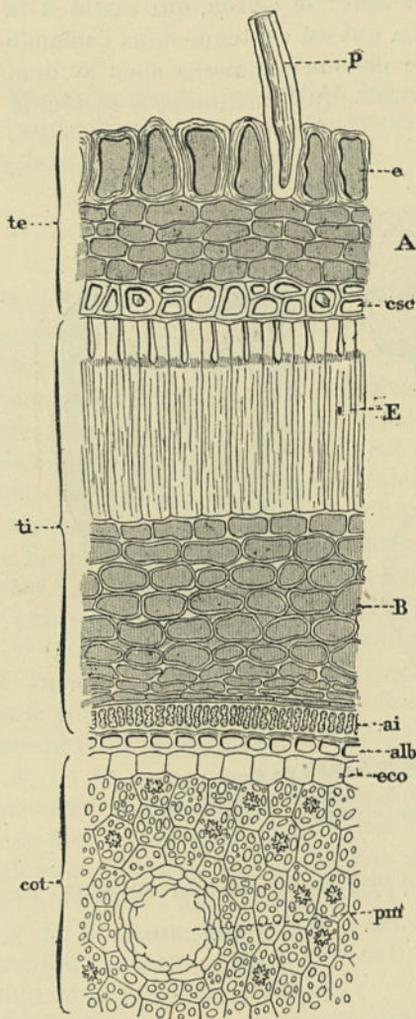


FIG. 43. — Coupe transversale de la graine de Cotonnier.

te, couches appartenant au tégument externe de l'ovule; *ti*, tégument interne; *alb*, assise de cellules représentant l'albumen; *cot*, cotylédons; *e*, épiderme du tégument avec poil de coton *P*; *A*, couche parenchymateuse colorée, *esc*, couche scléreuse cristalligène; *E*, assise sclérifiée palissadique; *B*, parenchyme interne; *ai*, assise à cellules frangées; *eco*, épiderme du cotylédon; *pm*, poche à mucilage.

L'enveloppe tégumentaire de la semence (spermoderme), assez épaisse et résistante, recouvre un gros embryon dont les cotylédons sont entourés par un albumen réduit à de très faibles dimensions. Ces cotylédons, plissés sur eux-mêmes, sont larges, foliacés et fortement remplis d'huile fixe et d'aleurone : ils renferment en outre, une très grande proportion de poches sécrétrices remplies d'une matière gommeuse brune, et qui apparaissent très nettement à la loupe sous forme de ponctuations brunes sur la section transversale de l'amande de ces graines (*C, D, E*, fig. 42).

Structure anatomique. — Sous le microscope, la section transversale de la graine de Cotonnier présente la structure suivante :

L'enveloppe de la graine se compose de cinq couches bien distinctes qui sont, de dehors en dedans :

1° Un *épiderme* (*e*), constitué par une rangée de cellules allongées radialement et plus ou moins irrégulières. Ces cellules, souvent étranglées dans leur partie médiane, sont tantôt élargies, tantôt coniques dans leur partie supérieure ; elles ont des parois épaisses, plus ou moins bosselées, qui entourent une cavité imprégnée de matière colorante brun très foncé ; vues de face, ces cellules sont aussi irrégulières dans leur forme que dans leur direction ; elles ont des parois sinueuses ou ondulées. C'est sur ce tégument que s'insèrent les poils longs et filamenteux (*P*) qui constituent le Coton ; quand on l'observe de face, les points d'insertion de ces poils apparaissent distinctement sous forme d'une cicatrice arrondie ;

2° Une *couche colorée* (*A*), constituée par quatre ou cinq assises de cellules aplaties tangentiellement, parenchymateuses. Vues de face, ces cellules, très fortement colorées en brun, sont polygonales, isodiamétriques ;

3° Une *assise cristalligène* (*csc*) composée généralement d'une, mais souvent aussi de deux rangées de cellules incolores ou très faiblement colorées en jaune, polygonales, munies de parois assez épaisses. Vues de face, ces cellules sont polygonales, isodiamétriques ; quelques-unes d'entre elles renferment un cristal isolé, octaédrique ou clinorhombique ;

4° Une *assise scléreuse* (*E*) très caractéristique et constituée par des cellules cubiques très longues, disposées en forme de palissade. Ces cellules sont caractérisées surtout par la disposition et la forme de leur cavité, qui est très étroite, linéaire et ne s'étend pas au delà du tiers supérieur des cellules. Les deux tiers inférieurs sont pleins, fortement sclérifiés, striés radialement. Cette disposition contribue à donner au tégument de la graine de Cotonnier une très grande résistance. Vues de faces, ces cellules présentent un aspect un peu différent selon qu'on observe leur paroi supérieure ou leur paroi inférieure : sous le

premier aspect, elles sont très régulièrement polygonales et présentent une cavité étroite entourée de nombreuses stries radiales ; elles sont souvent recouvertes partiellement par le tégument cristalligène qui adhère assez fortement avec elles. Vues de l'autre côté, elles ne présentent pas de stries apparentes ;

5° Une *nouvelle couche parenchymateuse (B)* formée de plusieurs assises de cellules arrondies, inégales, de couleur brunâtre.

Celles qui avoisinent le tégument scléreux sont petites, parfois faiblement sclérifiées ; dans la partie médiane, au contraire, les cellules sont arrondies ou polygonales, munies de parois assez épaisses, qui laissent entre elles des méats assez larges ; dans sa partie interne, le parenchyme est formé de cellules très fortement comprimées qui, vues de face, ont une forme polygonale et une disposition tabulaire exactement semblable à celles que l'on observe dans les cellules subéreuses.

Ces cinq couches adhèrent fortement entre elles et constituent l'enveloppe ou *testa* de la graine, qui se sépare nettement de l'amande dans les semences bien mûres.

En faisant tremper celle-ci dans une dissolution alcaline, on en isole très nettement deux enveloppes d'apparence bien distincte.

La couche interne est tout à fait caractéristique.

Sur une section transversale, les parois radiales de celle-ci (*ai*, fig. 43) sont assez difficiles à observer : elles présentent un aspect tout à fait spécial, qui leur donne quelque ressemblance avec les hyphes des champignons. Quand on les voit de face, au contraire, on distingue très nettement leur structure ; elles sont polygonales, isodiamétriques et présentent des parois très finement dentelées qui leur donnent une apparence *plissée* ou *frangée*. Cette enveloppe est la dernière assise du tégument interne de la graine.

La deuxième enveloppe (*alb*) est formée par une rangée de cellules aplaties, avec un contenu finement granuleux. Ces cellules, vues de face, sont polygonales, munies de parois peu épaisses et ondulées. Cette enveloppe représente vraisemblablement les derniers vestiges de l'albumen.

Les cotylédons (*col*) sont fortement plissés. Ils sont constitués par un tissu parenchymateux entouré d'une rangée de cellules épidermiques nettement différenciées. Ils renferment de l'aleurone et de l'huile fixe. Les caractères les plus saillants de ces organes sont :

1° La présence sur leur enveloppe externe de poils tecteurs, pluricellulaires, exactement pareils à ceux qui existent sur les cotylédons du Cacao et qui ont été désignés pendant longtemps sous le nom de corps de Mitscherlich (*pt*, fig. 44) ;

2° La présence dans leur épaisseur d'un grand nombre de grosses poches sécrétrices d'origine schizogène, contenant une gomme colorée en brun et soluble dans l'eau (*pm*, fig. 43) ;

3° *L'existence de mâcles (m) ou cristaux étoilés d'oxalate de chaux* mêlés aux grains d'aleurone.

Nous verrons plus loin l'utilité que l'on peut tirer de la connaissance de toutes ces particularités anatomiques pour constater l'identité ou les falsifications du tourteau de Cotonnier.

TOURTEAUX

Les TOURTEAUX DE COTONNIER, qui sont les résidus de l'extraction de l'huile de Coton, ont pris actuellement un développement très considérable en agriculture pour l'alimentation du bétail et pour l'engraisement des terres. Si leur emploi comme engrais peut être adopté sans réserve, il n'en est pas de même de leur emploi alimentaire ; les accidents qui ont été signalés dans ces dernières années et les expériences physiologiques entreprises à la suite de ces accidents, établissent nettement que, si l'usage alimentaire de ces tourteaux ne doit pas être proscrit, il doit être ménagé et surveillé.

On distingue dans le commerce français diverses qualités de tourteaux de Cotonnier, qui sont :

1° Les tourteaux dits COTONNEUX parce qu'ils renferment beaucoup de débris de Coton ;

2° Les tourteaux de Cotonnier BRUTS dits du LEVANT ou d'ALEXANDRIE, parce qu'ils sont obtenus avec les graines d'Égypte et qu'ils ne renferment qu'une faible proportion de débris de Coton ;

3° Les tourteaux de Cotonnier ÉPURÉS ou AMÉLIORÉS, fabriqués surtout à Marseille et à Dunkerque, et qui ne sont que des tourteaux bruts débarrassés d'une partie de leur coque ;

4° Les tourteaux de Cotonnier DÉCORTIQUÉS, préparés en Angleterre et en Amérique avec des graines privées de leur spermodermes. Ces tourteaux, qui pendant longtemps étaient consommés et préparés presque exclusivement en Angleterre, sont maintenant utilisés en France ; ils constituent un article courant sur les marchés de Dunkerque et de Marseille et sont cotés sur les prix courants.

Les *tourteaux cotonneux* qui arrivent d'Italie, du Levant ou de Constantinople par la voie d'Angleterre, se reconnaissent facilement à leur teinte brun noirâtre et à leur cassure fortement granuleuse, qui permet de distinguer à l'œil nu beaucoup de filaments de Coton. Ces tourteaux, qui proviennent de graines avariées ou mal égrénées, ont l'inconvénient de moisir rapidement et ne sont généralement pas employés pour l'alimentation du bétail. M. RENOARD prétend que le Coton qu'ils renferment parfois en assez grande quantité peut s'accumuler dans l'intestin des bestiaux et y produire des obstructions intestinales. Ce fait est contredit par M. CORNEVIN et ne paraît pas

justifié par l'usage exclusif que l'on fait de ces tourteaux dans la Thessalie. Néanmoins, en France, on les réserve habituellement pour la fumure des terres.

Les *tourteaux de Cotonnier bruts*, appelés encore *tourteaux d'Alexandrie*, parce qu'ils sont préparés avec des graines de provenance égyptienne, ne renferment qu'une quantité relativement faible de filaments de Coton. Ils présentent une apparence qui varie un peu selon la région qui les a produits et le degré de broyage auquel les graines ont été soumises. Quand ils sont récents, ces tourteaux ont une couleur *verdâtre*, mais en vieillissant ils prennent une teinte brune. Quand les graines ont été soumises à un broyage assez prolongé, le tourteau présente une cassure grenue. A l'œil nu ou à la loupe on distingue facilement de petites mouchetures d'un brun foncé ou noirâtre, qui représentent des débris du tégument : ces débris n'ont généralement pas plus de 1 millimètre à 1 millimètre et demi de largeur. Quand le broyage a été modéré, les tourteaux ont une apparence toute différente : ils ont une structure *feuillelée*. Ils sont très nettement caractérisés par la présence de nombreuses plaques (débris de tégument) atteignant parfois de 3 à 4 millimètres de largeur, qui se distinguent de suite à leur teinte noirâtre qui tranche avec la gangue brune ou brun rougeâtre que représente la partie essentielle du tourteau ou les débris de l'amande.

Les *tourteaux épurés*, et désignés encore dans les prix courants sous le nom de *tourteaux améliorés*, ne diffèrent des précédents qu'en ce que les graines, après avoir passé sous le concasseur, ont été débarrassées d'une certaine quantité de coques et de matières inertes. On conçoit aisément que l'apparence de ces tourteaux varie notablement avec le degré d'épuration adopté. C'est d'ailleurs ce qui s'observe dans les tourteaux désignés sous cette dénomination. *La couleur de ces tourteaux est d'autant moins foncée que la proportion de débris du spermodermes est plus restreinte* ; ceux-ci, étant plus rares que dans les tourteaux bruts, se distinguent plus aisément dans la gangue qui a une teinte brun pâle ou brun rougeâtre. En même temps que leur couleur, la cassure ou la texture de ces tourteaux améliorés varie encore notablement ; elle varie depuis l'état granuleux jusqu'à l'état pulvérulent : sous l'action des cylindres cannelés qui la divisent, l'amande se dissocie en fragments d'autant plus ténus que les coques sont moins abondantes ; aussi les plus beaux tourteaux améliorés, les moins riches en débris de testa noirâtres, ont-ils une cassure finement grenue, presque pulvérulente ; ils se désagrègent très facilement sous la pression du doigt et au contact de l'eau.

Ces caractères se retrouvent à un degré plus accentué encore dans les *tourteaux de Cotonnier décortiqués*, qui sont complètement *jaunes* ou *jaune brun* et caractérisés par la rareté des débris noirs de spermodermes. Ces tourteaux ne se préparent guère qu'en Angleterre et

aux États-Unis où leur mode de fabrication est assez perfectionné. Les coques et les amandes brisées par les décortiqueurs sont dirigées, à la sortie de ces appareils, sur une machine soufflante qui les sépare les unes des autres. Les amandes sont alors recueillies à froid et portées au moulin à broyer ; elles passent de là à travers des cylindres lamineurs qui les réduisent en farine, puis elles vont au chauffeoir et sont ensuite placées dans des étreindelles métalliques qu'on porte sous la presse. Ainsi préparés, les tourteaux de Cotonnier se présentent en galettes de teinte ocracée ou jaune brun très propres, de poids variable et mesurant 15 millimètres d'épaisseur ; on y distingue à la loupe des débris plus foncés, mais très ténus, de fragments du testa noirâtre ; ils sont plus pulvérulents que granuleux ; c'est à peine si en les mâchant on distingue sous la dent quelque grumeau résistant. Ils se laissent, désagréger avec la plus grande facilité sous la pression du doigt et au contact de l'eau. Quand on les fait bouillir dans l'eau alcalinisée et en séparant par décantation les fragments les moins colorés, qui représentent les débris de l'amande et la presque totalité de ces tourteaux, on retrouve au fond de la capsule les rares débris de testa qu'ils renferment et qui sont très colorés et très denses.

Examen microscopique des tourteaux. — En laissant se désagréger dans l'eau 5 à 6 grammes d'un tourteau de Coton, et en décantant l'eau qui surnage le dépôt, on pourra séparer, dans ce dépôt, les éléments qui représentent le spermoderme de ceux qui constituent l'amande. Ces divers éléments possèdent des caractères anatomiques très nets, qui permettront toujours aisément de les distinguer et de constater la présence accidentelle ou volontaire de matières étrangères. Les fragments du spermoderme se distinguent à l'œil nu par leur teinte brun foncé ou noirâtre. Ces fragments, qui sont assez épais, coriaces, se prêtent difficilement à une observation microscopique ; on facilite leur dissociation en les faisant bouillir pendant quelques instants dans une solution alcaline. En les dissociant avec une aiguille à dissection, on sépare facilement les couches qui les constituent ; on distingue alors très nettement (voir fig. 44):

a) Des *cellules à parois épaisses, ondulées ou sinueuses et très fortement colorées en brun (e)*, de forme et de dimensions très variables, et qui représentent l'épiderme externe, sur lequel s'insèrent les filaments de coton ;

b) Des *cellules incolores ou très peu colorées, dont quelques-unes renferment un cristal clinorhombique* ; ces cellules (*csc*), qui constituent une membrane assez résistante, représentent l'enveloppe cristalligène ;

c) Des *cellules scléreuses très allongées (E)*, et franchement caractérisées par leur forme prismatique et un lumen linéaire qui ne s'étend pas au delà du tiers supérieur de leur longueur. Ces cellules représentent

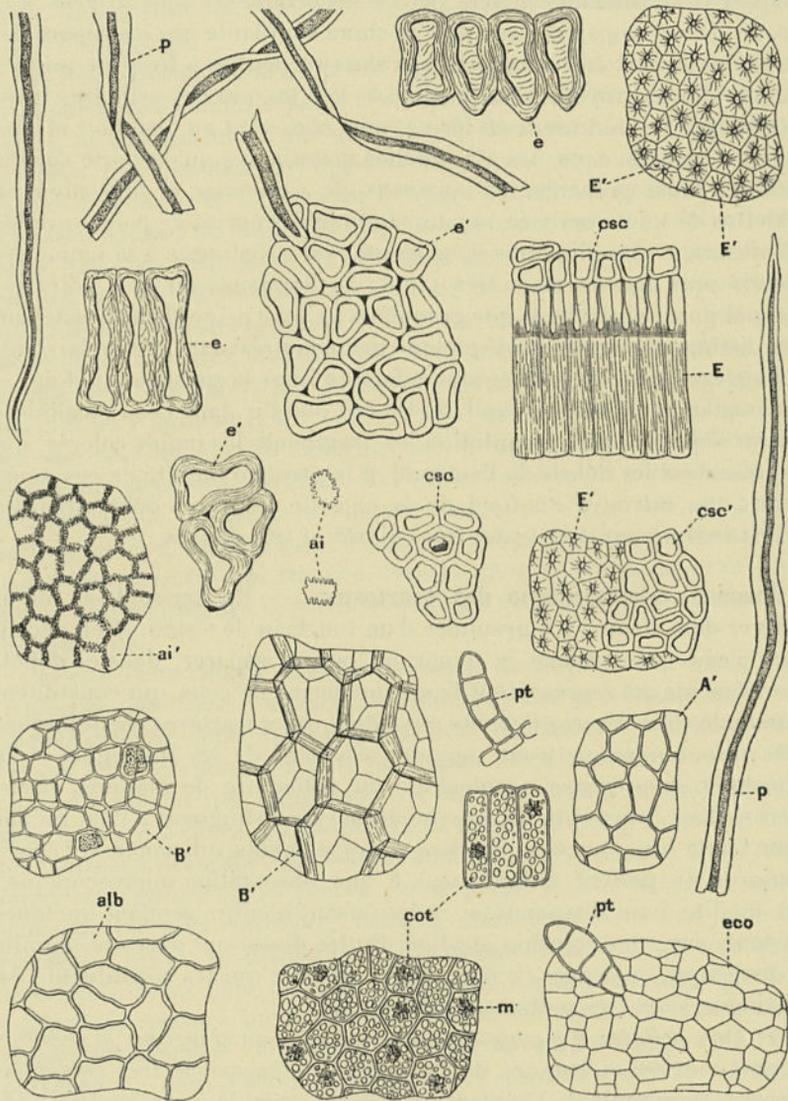


Fig. 44. — Éléments du tourteau de Coton.

p, poils filamenteux de coton; *e, e'*, cellules épidermiques; *A'*, cellules parenchymateuses du tégument externe; *csc, csc'*, cellules scléreuses avec cristaux; *csc'*, les mêmes vues de face; *E, E'*, longues cellules sclérisées palissadiques; *E'*, les mêmes vues de face; *B, B'*, cellules de la zone parenchymateuse interne; *ai, ai'*, cellules frangées vues de face et de profil; *eco*, épiderme du cotylédon vu de face avec poils pluricellulaires *pt*; *alb*, cellules à parois épaissies de l'albumen; *cot*, tissu des cotylédons avec macles d'oxalate de calcium *m*.

le tégument scléreux de la graine. Elles sont très souvent recouvertes par des débris de l'enveloppe cristalligène (*csc*);

d) Des *cellules très fortement colorées, polygonales, arrondies ou ressemblant à des cellules subéreuses vues de face (B')*. Ces cellules représentent le parenchyme du tégument interne de la graine.

En faisant plusieurs prises d'essai sur la masse grisâtre qui constitue la gangue du tourteau et en prélevant surtout les fragments les plus colorés et les plus volumineux, on observera comme éléments de détermination :

1° Des débris de l'assise la plus interne du tégument séminal, formés de cellules polygonales tout à fait caractéristiques et qui se distinguent par l'apparence frangée de leurs parois qui sont très finement dentelées et colorées en jaune pâle (*ai, ai'*);

2° Des fragments de l'albumen (*alb*) formés de cellules polygonales, irrégulières, munies de parois ondulées et faiblement épaissies, renfermant une matière granuleuse ;

3° Des fragments de l'enveloppe des cotylédons (*eco*), formés de cellules polygonales, à parois minces, entre lesquelles on distingue très nettement des stomates en voie de formation et quelques poils pluricellulaires (*pt*) assez communs dans les graines de Malvacées ;

4° Des fragments de cotylédons qui sont formés de cellules polygonales et de cellules disposées en palissade, contenant de l'aleurone et des cristaux étoilés d'oxalate de chaux.

Dans la plupart des prises d'échantillon, on aura l'occasion d'observer de longs poils pluricellulaires (*p*) coniques, rarement entiers, qui représentent des débris de Coton.

Composition chimique. — La composition du tourteau de Coton est représentée par les chiffres suivants :

	TOURTEAU décortiqué.		TOURTEAU brut.	
	GAROLA.	VOLKER.	GAROLA.	DÉCUGIS.
Eau	7,78	9,28	12,44	9,30
Matières grasses	12,87	11,05	5,86	6,10
— azotées	47,81	41,12	28 »	24,10
— non azotées	20,84	22,50	40,64	54,50
Cellulose	3,80		8,14	
Cendres	6,90	8,05	4,92	5,96

D'après RENOARD la proportion d'azote et d'acide phosphorique varie notablement dans les divers tourteaux de Cotonnier, comme le prouvent les chiffres suivants :

	TOURTEAUX bruts.	TOURTEAUX épurés.	TOURTEAUX décortiqués.
Azote	4,03	4,63	7,64
Acide phosphorique	2,07	1,96	2,85

Usages. — Le tourteau de Cotonnier s'emploie pour l'alimentation des bestiaux et pour l'engraissement des terres.

Quand il est destiné au premier de ces usages, on le réduit en petits morceaux au moyen du concasseur et on le donne aux bêtes à corne par rations de 500 grammes à 2 kilogrammes par jour, mélangé avec des pulpes de pommes de terre, de betteraves, des drèches ou des résidus de distillerie. Parfois encore on le mélange avec du foin et de la paille hachés, *mais en ayant soin de faire macérer le tout peu de temps avant la distribution*. L'expérience a appris, en effet, que par l'ébullition dans l'eau, ce tourteau acquiert une saveur désagréable qui le rend moins appétissant pour les animaux. Il est recommandé aussi de ne le donner aux pores qu'à dose modérée.

Les agriculteurs anglais qui font de l'élevage et de l'engraissement, ont les premiers apprécié les avantages qu'on pouvait retirer de ces tourteaux pour l'alimentation des bestiaux. En 1870, alors que l'agriculture française n'utilisait pas encore ce résidu industriel, l'Angleterre en importait déjà 19.708.255 kilogrammes sur lesquels elle en tirait 4.501.525 kilogrammes, de France. Ce n'est qu'en 1877, et sur les conseils réitérés de M. GRANDEAU (1), que l'on s'est décidé chez nous à employer ce produit pour la nourriture du bétail.

Très utile pour les animaux à l'engrais, qui l'acceptent sans difficulté et sans l'apprentissage nécessaire pour d'autres résidus industriels, le tourteau de Cotonnier est surtout recommandable pour les vaches laitières. Les expériences entreprises dans ce but ont même établi que, sous ce rapport, le tourteau de Cotonnier occupe le premier rang.

Un kilogramme de foin normal peut être remplacé par 0 kgr. 180 de tourteau de Coton décortiqué et 0 kg. 930 de paille.

Si les auteurs sont généralement unanimes pour reconnaître à ce tourteau une richesse en principes nutritifs qui serait égale à celle du tourteau de Lin qui est un des plus appréciés sous ce rapport, ils varient d'opinion sur ses propriétés physiologiques : les uns le considérant comme inoffensif quand il est bien préparé, les autres le déclarant dangereux ou tout au moins suspect et ne devant être employé qu'à dose modérée. Plusieurs phénomènes d'intoxication observés à la suite de l'ingestion de ce tourteau en France, en Allemagne, en Suisse et en Angleterre justifient l'opinion de ces derniers auteurs. La cause de ces phénomènes a été diversement expliquée. Les uns, comme M. RENOARD, les ont attribués à la présence d'une notable proportion de filaments de Coton, qui auraient produit des obstructions intestinales ; d'autres, comme MM. WALTIER et TRIETRE, les ont attribués à la dureté des tourteaux employés et à la forte proportion

(1) L. GRANDEAU, Les Tourteaux de Coton. *Journ. d'agriculture pratique*, 1877, p. 42 et 521.

des éléments protéiques par rapport à celle des éléments ternaires. En présence d'opinions si divergentes et à la suite de nouveaux accidents qu'il a pu constater, M. CORNEVIN a été amené à étudier l'action physiologique des graines de Cotonnier de provenance égyptienne. Opérant comparativement sur la coque séparable et l'amande de ces graines, il a constaté qu'elles renferment un principe toxique, *qui est localisé principalement dans l'amande, existe en faible proportion dans le spermoderme et qui est insoluble dans l'huile*. C'est ce qui explique les propriétés inoffensives de l'huile de Coton administrées à des jeunes porcelets de trois mois, à des doses croissantes de 50, 100, 150 et 200 grammes par jour; les graines de Coton, au contraire, ont déterminé la mort de ces animaux au bout de vingt-deux jours.

L'amande, débarrassée de sa coque, administrée à d'autres porcelets de même taille, à la dose de 50 grammes par jour, a déterminé leur mort au bout de dix-neuf jours.

L'action du spermoderme (partie du tégument détachable) a été bien plus lente, sans être inoffensive, puisque des doses quotidiennes et croissantes de 50, 100, 175 et 200 grammes n'ont amené la mort qu'après dix-neuf jours.

Le principe toxique des semences de Cotonnier est soluble dans l'eau froide; il exerce principalement son action sur le tube digestif et y provoque une vive irritation. L'opinion de M. CORNEVIN sur la présence de ce principe a été confirmée par les chimistes allemands qui ont constaté sa nature alcaloïde: son appréciation sur les dangers de ce tourteau a été justifiée tout récemment par des accidents mortels, que M. JYMKER a pu constater sur dix génisses qui avaient été alimentées avec du tourteau de Coton.

Loin d'être proscrit, l'usage alimentaire de ce tourteau est des plus recommandables; mais il est prudent de ne l'administrer qu'à des animaux qui ont atteint leur développement complet et que l'on veut engraisser, et ne le leur donner qu'en proportion modérée, que l'on peut augmenter progressivement.

Valeur fertilisante. — Comme engrais, 100 kilogrammes de tourteau de Coton brut représentent 972 kilogrammes de fumier type au point de vue de l'azote et 620 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique.

KAPOK (*Eriodendron fructuosum* DC.).

Sous les noms de TOURTEAUX DE KAPOK (*Kapokkuchen*), on désigne dans le commerce deux sortes de tourteaux, dont les uns, connus sous le nom de TOURTEAUX DE KAPOK DE JAVA (*Javanischen Kappokkuchen*), sont fournis par les semences d'*Eriodendron anfractuosum* DC. (*Bombax pentandrum* L.; *Ceiba pentandra* GÖERTN.), plante répandue

assez abondamment au Mexique, aux Antilles, dans la Guyane, en Afrique, dans les Indes anglaises et dans l'Archipel malais ; les autres, désignés sous le nom de **TOURTEAUX DE KAPOK DES INDES OCCIDENTALES**, sont fournis par une plante voisine : le *Bombax Ceiba* L. (*B. malabaricum* DC ; *Salmalia malabarica* SHC. et ENDL.), qui croît dans les Indes occidentales et dans l'est de l'Australie.

GRAINES

Caractères extérieurs. — Les graines d'*Eriodendron anfractuosum* sont ovoïdes, élargies à leur sommet, légèrement déprimées à leur base, qui porte une caroncule conique, à l'extrémité de laquelle on distingue très nettement le hile. Elles mesurent environ 2 centimètres et demi à 3 centimètres de diamètre. Elles sont recouvertes par un tégument brun noirâtre, très résistant, lisse ou légèrement chagriné ; la caroncule a une teinte brune bien moins foncée. Comme celles de **Cotonnier**, les graines de **Kapok** sont, dans le fruit, entourées d'un duvet très abondant ; mais ce duvet n'est pas, comme dans les graines de *Gossypium*, inséré sur le tégument séminal ; il est produit par l'endocarpe. En coupant transversalement ou longitudinalement une de ces graines, on distingue nettement les cotylédons plissés sur eux-mêmes. Ces cotylédons ont une teinte blanche homogène et ne sont pas, comme ceux de la graine de **Cotonnier**, maculés de ponctuations brunes représentant des poches sécrétrices de gomme.

Structure histologique. — Dans leur ensemble, les graines de ces deux plantes présentent la même structure anatomique, qui se rapproche d'ailleurs beaucoup de celle qui caractérise les semences de *Gossypium*. Celle qui nous a servi de type, celle de l'*Eriodendron anfractuosum*, présente de dehors en dedans (fig. 45) :

1° Un épiderme (*e*) formé d'une rangée de cellules rectangulaires recouvertes par une cuticule assez épaisse, lisse et glabre. Vues de face, ces cellules sont polygonales, munies de parois rectilignes et lisses, moyennement épaisses et fortement colorées en brun ; de distance en distance, on observe sur cet épiderme de larges stomates arrondis, entourés par quatre ou cinq cellules irrégulièrement disposées ;

2° Un parenchyme (*A*) formé de plusieurs assises de cellules polygonales allongées tangentiellement, dont quelques-unes renferment des cristaux étoilés, ou macles d'oxalate de chaux. Vues de face, ces cellules sont polygonales et séparées fréquemment par de nombreux méats intercellulaires ;

3° Une assise de petites cellules cubiques (*csc*) incolores, correspondant à l'assise scléreuse cristalligène des graines de **Cotonnier**. Vues de face, ces cellules sont facilement reconnaissables à leurs parois ponctuées et munies d'épaississements collenchymateux (*csc'*, fig. 46) ;

4° Une gaine scléreuse (*E.*), formée d'une seule assise de cellules

scéléreuses très longues, dont la forme et la disposition rappellent exactement celles qui caractérisent cette même assise dans les graines de Cotonnier ;

5° Un parenchyme lacuneux (*B'*) épais, dont les cellules allongées tangentiellement ont leurs parois minces, laissant entre elles des méats très apparents ;

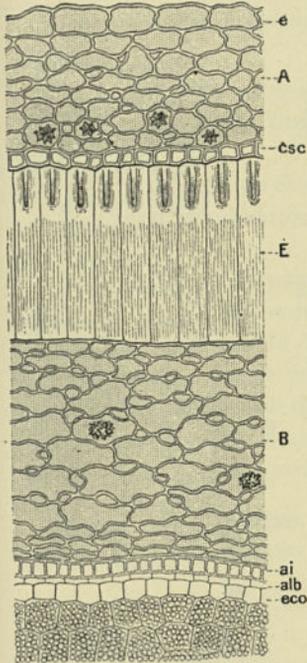


FIG. 45. — Coupe transversale de la graine de l'*Eriodendron anfractuosum*.

e, épiderme; A, couche parenchymateuse avec méats intercellulaires et cristaux maclés, limitée vers l'intérieur par l'assise collenchymateuse *csc*; E, assise scléreuse caractéristique des graines de Malvacées; B, couche parenchymateuse et lacuneuse interne, limitée par l'assise interne du tégument *ai*; *alb*, assise représentant les restes de l'albumen; *eco*, épiderme des cotylédons.

6° Une rangée de cellules cubiques dont les parois latérales paraissent translucides. Quand on les examine de face, ces cellules présentent exactement la disposition que nous avons observée dans la même région des graines de Cotonnier ; elles sont polygonales et munies sur leurs parois de franges ou dents très fines qui leur donnent un aspect tout à fait caractéristique ;

7° Une assise de très petites cellules aplaties représentant les restes de l'albumen et qui, vues de face, sont polygonales et isodiamétriques ;

8° Les cotylédons très sinueux à structure bifaciale ; leur épiderme est dépourvu de poils tecteurs (*corpuscules de Mitscherlich*) ; on ne constate pas non plus dans leur tissu l'existence de poches sécrétrices. Ces deux caractères, complétés par la forme des cellules épidermiques, différencient cette graine de celle des Cotonniers.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Kapok, que nous avons eu l'occasion d'examiner et qui était d'origine étrangère, se présente en fragments irréguliers formés d'une gangue grisâtre, incrustée d'une quantité considérable de piquettes brunes plus ou moins larges, représentant

les débris du tégument séminal. Ce tourteau, soumis à une pression modérée, renfermait une notable proportion d'huile, qui lui donnait la propriété de tacher le papier ou le sac qui le contenait ; il offrait peu de résistance et se laissait facilement désagréger entre les doigts. En le faisant bouillir quelques instants dans l'eau alcalinisée, celle-ci prend une teinte brune. En décantant l'eau qui surnage le marc

et en lavant celui-ci à plusieurs reprises, on obtient une masse blanc grisâtre représentant les débris du cotylédon, et au fond de laquelle on distingue les éléments colorés qui représentent le tégument séminal : ceux-ci sont donc résistants et ne se laissent pas pénétrer par une aiguille ou la pointe d'un canif.

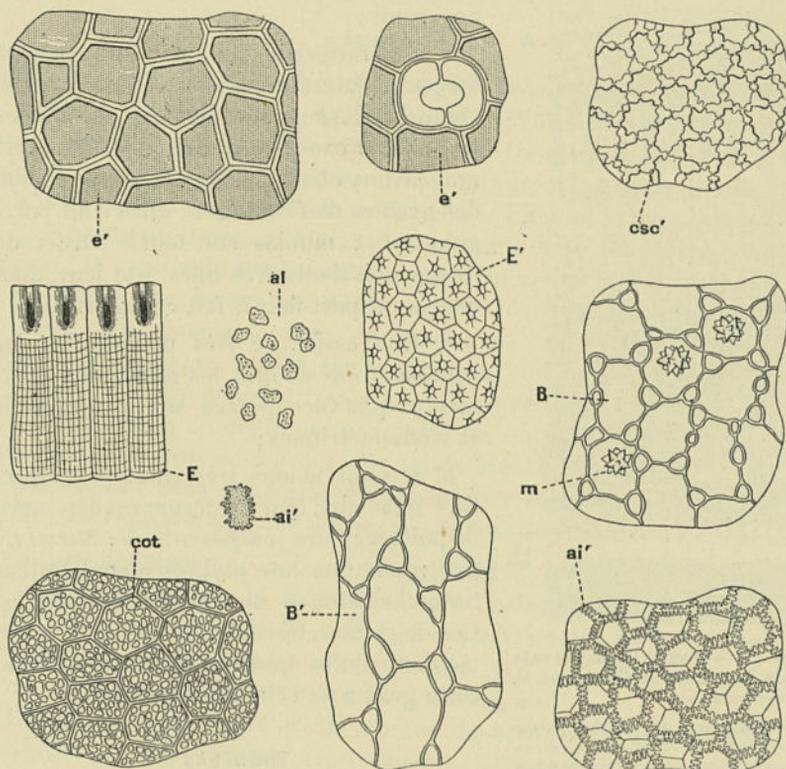


FIG. 46. — Éléments du tourteau de Kapok de Java.

e', épiderme; *csc'*, assise sclérifiée ponctuée; *E, E'*, cellules de l'assise scléreuse palissadique; *B, B'*, parenchyme lacuneux interne; *ai'*, cellules frangées de l'assise interne du tégument; *cot*, débris du cotylédon; *al*, aleurone.

Examen microscopique. — Les éléments caractéristiques du tourteau de Kapok sont (fig. 46) :

1° Des débris de l'épiderme (*e'*) formés de larges cellules polygonales isodiamétriques, fortement colorées en brun, munies de parois lisses, droites et assez épaisses. Cet épiderme ne présente pas, comme chez les *Cotonniers*, de cicatrices arrondies, correspondant à l'insertion des poils cotonneux;

2° Des fragments des assises parenchymateuses (*BB'*), caractérisées par de larges méats intercellulaires;

3° *Des cellules scléreuses très longues (E, E')* dont la cavité linéaire ne dépasse pas le tiers supérieur des cellules et qui sont d'ailleurs exactement semblables à celles que nous avons observées dans les graines de Cotonniers;

4° *Des cellules collenchymateuses (csc')* provenant de la couche cristalligène;

5° *Des cellules à parois frangées (ai')* semblables à celles qui existent dans les graines de Cotonniers et qui représentent les vestiges de l'albumen.

A côté de ces divers éléments tout à fait caractéristiques, on retrouve les débris des cotylédons, formés de cellules polygonales contenant de l'aleurone.

Le tourteau de Kapok présente, comme on le voit, plusieurs des éléments qui caractérisent le tourteau de Coton, mais il s'en distingue essentiellement : *par la forme toute différente des cellules épidermiques qui sont dépourvues de poils cotonneux ; par la forme et les épaissements collenchymateux des cellules qui constituent l'assise cristalligène (csc) ; par l'absence de poils pluricellulaires sur l'enveloppe des cotylédons et l'absence de poches sécrétrices dans le tissu des cotylédons.*

Composition chimique. — Les analyses suivantes représentent la composition du tourteau de Kapok :

	REINDERS	CORENWINDER
Eau	13,28	10,25
Matières grasses	5,82	5,50
— azotées	26,34	24,02
— non azotées	28,12	} 47,83
Cellulose	19,82	
Cendres	6,52	12,40

Usages. — Le tourteau de Kapok peut être utilisé pour les mêmes usages et dans les mêmes conditions que le tourteau de Coton.

CACAO (*Theobroma Cacao* L.)

On utilise parfois pour la nourriture du bétail les COQUES DE CACAO qui, malgré leur apparence, sont assez pauvres en cellulose, mais sont, au contraire, assez riches en matières quaternaires et en extraits non azotés, et contiennent, en outre, une notable proportion d'oxyde de fer. L'analyse chimique y a révélé aussi la présence d'une petite quantité de *théobromine*, qui peut agir à la façon des condiments excitants. Dans certaines usines, au lieu de livrer ces coques d'emblée à l'agriculture, on les presse avec certaines parties de la graine ayant servi à l'extraction du beurre de cacao. On obtient ainsi un résidu désigné sous le nom de tourteau de Cacao, coloré en brun roux,

doué d'une odeur et d'une saveur agréables, qui est accepté très volontiers par le bétail.

L'usage alimentaire de ce tourteau a été expérimenté dans le sud-est de la France sur des brebis et des vaches laitières, en complétant la ration par des betteraves, du maïs, de la luzerne, et les essais qui ont été faits ont donné des résultats très satisfaisants.

LINACÉES

LIN (*Linum usitatissimum* L.).

Si cette famille ne fournit à l'agriculture qu'un résidu industriel, celui-ci occupe une place des plus importantes parmi les tourteaux alimentaires : c'est le TOURTEAU DE LIN, qui est produit par les graines du *Linum usitatissimum* L. Cette plante, originaire des provinces du Caucase et du Pont, est aujourd'hui cultivée dans toutes les parties du monde et dans les régions les plus diverses. Cette culture, qui en 1893 occupait encore chez nous une étendue de 29.550 hectares, a diminué comme toutes les cultures oléagineuses ; aussi, indépendamment de la graine de Lin que nous récoltons, sommes-nous obligés d'importer une quantité considérable de graines étrangères, qui nous arrivent surtout de l'Inde, de Roumanie, de l'Italie, d'Espagne, d'Anatolie, de la Plata et des bords de la Mer Noire. En 1901, cette quantité a atteint le chiffre de 109.110.740 kilogrammes représentant une valeur de 38.188.759 francs.

GRAINE

Caractères extérieurs. — La graine de Lin se reconnaît aisément à sa teinte brune luisante ; elle est ovale, comprimée latéralement, allongée, terminée à l'une de ses extrémités par une large pointe mousse arrondie ou légèrement oblique, au-dessous de laquelle on observe une petite cavité correspondant au hile. Ses dimensions varient avec son pays d'origine : celle qui est récoltée dans les pays chauds est un peu plus grande que celle qui est recueillie dans les régions froides. En moyenne, elle mesure 4 millimètres de longueur sur 2 à 3 millimètres de largeur et un demi-millimètre d'épaisseur. Les téguments peu résistants recouvrent un albumen huileux assez mince sur les bords et qui entoure deux cotylédons fixés par leur extrémité rétrécie à une radicule droite.

Plongée dans l'eau froide et surtout dans l'eau tiède, la graine de Lin se recouvre d'un mucilage abondant qui lui fait perdre son aspect brillant. Réduite en poudre, elle a une odeur huileuse et une saveur à la fois douce, mucilagineuse et huileuse.

Structure histologique. — Le tégument de la graine de Lin est com-

posé de cinq couches bien distinctes qui dérivent des deux téguments ovulaires et qui sont de dehors en dedans :

1° Un *épiderme mucilagineux* (*cm*), formé d'une rangée de cellules cubiques transparentes. La paroi interne de ces cellules est mince, tandis que la paroi externe est renforcée par un dépôt de mucilage qui est disposé en couches stratifiées. A l'aide des réactions indiquées

par M. MANGIN on peut encore mettre en évidence, à l'intérieur de la cellule, les couches mucilagineuses qui la remplissent à peu près entièrement;

2° Une couche parenchymateuse (*A*), formée de deux assises de cellules polygonales et provenant du dédoublement de la seconde assise du tégument externe de l'ovule; vues de face, ces cellules sont arrondies ou polygonales, munies de parois assez épaisses;

3° Une assise scléreuse (*asc*) formée d'une rangée de cellules un peu allongées radialement et dont la cavité linéaire est limitée par des parois assez épaisses et canaliculées. Vues de face, ces cellules sont fusiformes et fortement allongées parallèlement au grand axe de la graine, et présentent par conséquent l'aspect de fibres;

4° Une couche hyaline (*B*) formée de plusieurs assises de cellules fortement aplaties. Vues de face, ces cellules sont de forme et de dimensions très régulières, quatre à cinq

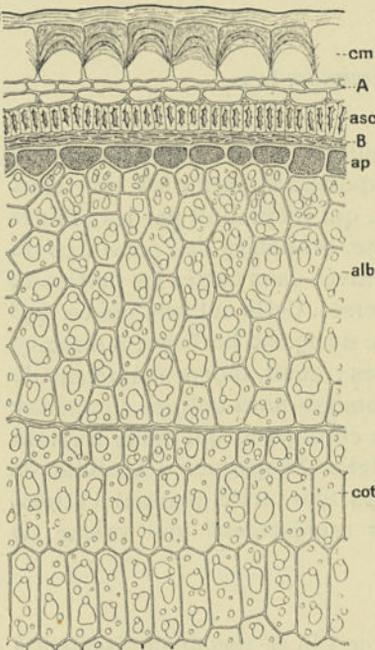


FIG. 47. — Section transversale de la graine du *Linum usitatissimum* L.

cm, couche mucilagineuse épidermique; *A*, couche parenchymateuse sous-épidermique; *asc*, assise sclérotisée fibreuse; *B*, couche hyaline; *ap*, assise pigmentaire; *alb*, albumen; *cot*, cotylédon.

fois aussi longues que larges; elles sont toujours allongées perpendiculairement à la direction des cellules scléreuses;

5° Une assise pigmentaire (*ap*), formée d'une rangée de cellules rectangulaires, munies de parois peu épaisses et remplies d'un pigment brun qui donne à la graine de Lin sa couleur spéciale. Vues de face, ces cellules sont carrées ou polygonales; leurs parois un peu épaisses sont très nettement ponctuées. Ces trois dernières assises représentent le tégument interne de l'ovule.

L'albumen (*alb*) est formé par un tissu d'éléments polygonaux assez larges, renfermant de l'huile fixe et de l'aleurone. Les grains d'aleu-

rone sont assez gros, ovales, piriformes, parfois disposés en forme de massue; ils portent à leur extrémité la plus mince un petit globoïde très apparent.

Les cotylédons, dont le mésophylle est bifacial, sont formés vers la face externe de cellules plus petites, polygonales, qui sont aussi remplies d'huile et d'aleurone.

Altérations. — La graine de Lin du commerce renferme communément une certaine quantité de graines étrangères provenant de plantes qui ont végété dans les plantations de Lin; tant que cette proportion ne dépasse pas $\frac{1}{4}$ p. 100, la graine de Lin est réputée comme pure et de bonne qualité, mais ce cas est à peu près exceptionnel.

VOELKER a déterminé non seulement la proportion, mais encore la nature des graines étrangères qu'on peut rencontrer dans les graines de Lin importées de différents pays; c'est ainsi qu'il a trouvé :

Dans les graines de Lin de Bombay ordinaire	4,5	p. 100 de graines étrangères
—	—	1 ^{re} qualité 1,75
—	de la Mer Noire, n° 1.	20, »
—	—	n° 2. 12, »
—	de St-Petersbourg.	41, »
—	de St-Petersbourg, 2 ^e qual.	43,50
—	de Riga	42, »

Parmi ces graines étrangères il a rencontré : les *Polygonum aviculare* et *P. Lapathifolium*, *Sinapis arvensis*, *Camelina sativa*, *Cuscuta epithymum*, *Lychnis Githago*, *Viola tricolor arvensis*, *Brassica nigra*, *Spergula arvensis*, *Chenopodium album*, *Setaria glauca*, *Lolium linicola*, *Centaurea cyanus*.

Quelques-unes de ces espèces abondent dans certaines graines de Lin et pourraient révéler du premier coup leur origine : c'est ainsi que dans les Lins de Russie prédominent presque toujours les graines de *Camelina sativa* et de *Centaurea cyanus*.

Commerce. — La quantité de graine de Lin recueillie en France étant bien loin de suffire à approvisionner nos huileries, nous sommes obligés d'importer de l'étranger la majeure partie des graines destinées à la préparation de l'huile et des tourteaux de Lin. La valeur de ces graines importées chaque année chez nous s'élevant à une somme variant entre 25 et 35 millions de francs, donne une idée de l'importance des transactions.

En présence des contestations soulevées par l'extrême variété et les proportions souvent considérables d'impuretés qui peuvent se trouver dans les graines de Lin d'importation étrangère, les marchés de cette graine se passent au moyen de contrats échangés entre vendeurs et acheteurs. Ces contrats mentionnent la *quantité de graine embarquée*, *sa qualité et son origine*, *son conditionnement*, *son prix*, *sa destination*. Le pesage de la marchandise à son arrivée se fait aux frais de

l'acheteur, sur le pont du navire, au 10° de kilogramme en présence de peseurs jurés assermentés. Il est nettement stipulé que pour aucun motif, sauf le cas de force majeure, le contrat ne peut être annulé, mais que tout différend sera jugé par arbitrage à Londres, suivant les règles de la *Incorporated Oil Seed Association*, qui déterminera, sur échantillon cacheté qui lui aura été remis, la proportion de substances non oléagineuses qui y sont contenues. La tolérance admise par cette Association est de 4 p. 100 de substances non oléagineuses. La différence en plus devra donner lieu à une diminution proportionnelle.

Quelle que soit la législation du pays où sont domiciliées les parties contractantes, celles-ci s'engagent à se soumettre à la sentence arbitrale et à renoncer à toute action judiciaire.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Les tourteaux de Lin du commerce présentent surtout dans leur forme de profondes différences, qui suffisent parfois pour indiquer leur provenance. Ils ont une teinte brun chocolat plus ou moins foncée. Les tourteaux de Lin de France sont d'un brun clair ; ceux de Hollande sont plus pâles encore, mais pour des raisons que nous indiquerons plus loin, ils sont parfois désignés sous le nom de *tourteaux pavotés*. Les tourteaux venant de Saint-Petersbourg et de Riga, et ceux qui sont préparés avec les graines de Lin de la Baltique sont plus foncés et plus gélatineux que les tourteaux de Bombay.

Leur dureté est de même aussi très variable ; ces tourteaux ont une cassure généralement *lamelleuse*, sur laquelle on distingue très nettement des fragments bruns et luisants du spermoderme, qui sont plus gros dans les tourteaux ordinaires et dans ceux des moulins à vent que dans les tourteaux rebattus. Quand les tourteaux sont purs, ils ne présentent que des bigarrures brunes ; mais, quand ils sont souillés d'impuretés comme les tourteaux de Lin de Hongrie et de Naples, celles-ci, qui sont généralement constituées par des débris d'Avoine sauvage et de Graminées diverses, apparaissent sous forme de stries grises bien apparentes.

Les tourteaux de Lin ont une odeur spéciale et caractéristique d'amande, qui est d'autant plus prononcée qu'ils sont plus récents ; ils ont une saveur douce et agréable qui peut être altérée par la présence de graines étrangères qu'on y a incorporées ou qu'un criblage imparfait y a laissées. Ces tourteaux se délaient assez facilement dans l'eau, et la plupart d'entre eux se laissent désagréger sous l'effort des doigts. Quand on les fait bouillir dans l'eau, celle-ci s'épaissit notablement par suite de la diffuence du mucilage contenu dans la couche externe du spermoderme.

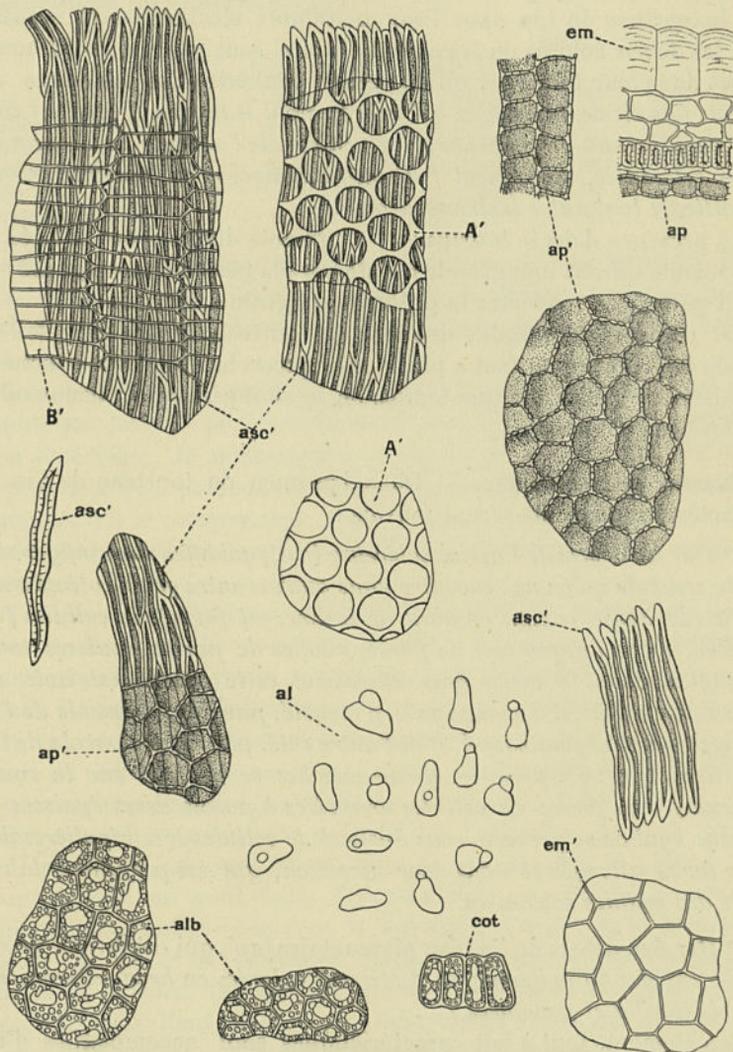


FIG. 48. — Éléments du tourteau de Lin.

em, em', débris de l'assise épidermique mucilagineuse; *asc'*, assise fibreuse aux débris de laquelle adhèrent des fragments des couches adjacentes; *A'* couche collenchymateuse externe; *B'*, couche hyaline; *ap'*, assise pigmentaire; *al*, grains d'aleurone; *alb*, albumen; *cot*, cotylédons. — Dans l'angle à droite en haut de la figure, un fragment du tégument vu de profil, comme en coupe transversale.

Si, après l'avoir bien lavé, on étend sur une lame de verre reposant sur une feuille de papier blanc, une certaine quantité du dépôt laissé par le tourteau de Lin dans l'eau bouillante alcalinisée, on constate que les débris colorés du tégument séminal sont généralement homogènes dans leur teinte et qu'ils sont recouverts d'un mucilage diffus. *Ces éléments colorés, qui représentent le tégument séminal complet ou plusieurs de ses éléments, en raison de l'absence de grosses cellules scléreuses, se laissent facilement dissocier ou pénétrer par une aiguille ou tout autre instrument pointu.*

La présence dans le tourteau de fragments diversement colorés, ou d'éléments offrant une grande résistance à la pointe d'une aiguille suffirait pour faire suspecter la présence de graines étrangères.

En délayant une faible quantité de tourteau de Lin dans de l'eau froide ou tiède, en agitant à plusieurs reprises le vase bien bouché, et le laissant reposer quelque temps, on ne doit percevoir aucune odeur cruciférée ou alliagée.

Examen microscopique. — Dans l'examen du tourteau de Lin, les caractères importants seront fournis :

1° *Par les débris de l'assise scléreuse (asc') qui offre une configuration toute spéciale qu'on ne rencontre dans aucune autre graine oléagineuse. Cette enveloppe, comme on vient de le dire, est formée de cellules fusiformes, ayant l'apparence de fibres, munies de parois épaisses toutes allongées dans le même sens. Rarement cette couche est isolée ; le plus souvent elle est accompagnée, d'un côté, par des fragments de l'enveloppe parenchymateuse A' et de l'autre côté, par des fragments de l'assise hyaline B'. La première de ces couches se projette sur la couche scléreuse sous forme de cellules arrondies à parois assez épaisses ; la couche hyaline se présente sous l'aspect de cellules très régulières dans leur forme allongée et dans leur direction, qui est perpendiculaire à celle des cellules scléreuses.*

2° *Par des débris de l'assise pigmentaire (ap') qui est formée de cellules carrées ou polygonales, fortement colorées en brun, et munies de parois droites et ponctuées.*

Ces éléments tout à fait caractéristiques sont accompagnés d'une grande quantité de débris de l'albumen et des cotylédons. Ces débris sont faciles à distinguer grâce à la dimension de leurs éléments constituants qui sont remplis d'aleurone et d'huile fixe.

Certains débris très ténus provenant du spermoderme tout entier se présentent parfois de telle façon que tous ses éléments anatomiques ont l'aspect qu'on rencontre dans les sections transversales des graines de Lin.

L'aleurone peut aussi fournir certains caractères, moins précis toutefois que ceux tirés de l'aspect tout à fait spécial de chacune des couches du tégument.

Composition chimique. — Les analyses suivantes représentent la composition du tourteau de Lin :

	KÖNIG			GAROLA	WAGNER	Holdeleix.
	Min.	Max.	Moyenne			
Eau.....	9,54	20,50	12,19	12,86	10,40	13,43
Matières azotées.....	19, »	36,18	29,48	30,87	25,94	25,27
Graisse.....	3,78	16,34	9,88	8,75	12,30	11,43
Matières non azotées..	24,54	46,58	29,91	28,48	34,81	30,72
Cellulose.....	5,42	16,50	9,69	11,88	10,75	11,72
Cendres.....	5,13	16,50	9,69	7,16	5,80	7,40

Usages. — Le tourteau de Lin peut servir indistinctement à la fumure des terres ou à l'engraisement des bestiaux ; toutefois, à cause de son prix assez élevé, on l'utilise comme engrais seulement lorsqu'il est avarié ou moisi.

Comme aliment, il produit des effets remarquables et jouit d'une réputation justifiée par sa richesse en principes nutritifs, qui est sinon supérieure, du moins égale à celle des meilleurs tourteaux, et par la propriété qu'il possède de ne pas déterminer d'échauffement chez les animaux qui le consomment. Cette dernière qualité lui est communiquée par la notable proportion (17 p. 100) de mucilage qu'il renferme.

Toutefois, il ne faut pas généraliser l'emploi de ce tourteau pour la nourriture de tous les animaux de ferme ; il ne faut l'administrer qu'à une catégorie de bestiaux, à ceux qui sont destinés à l'engraisement seul ; il faut éviter de le donner aux vaches laitières, car on a constaté qu'il donne parfois au lait de vache un goût de suif. Il est préférable de réserver pour ce dernier usage des tourteaux dont les huiles sont insipides, tels que les tourteaux de Sésame et d'Arachides.

En outre, il est nécessaire de modérer l'engraisement au tourteau de Lin, car, en abusant de cet aliment, on amollit la chair, on lui communique un goût fade, désagréable et on rend la graisse très fluide et de qualité inférieure. Il faut surtout éviter de le donner aux porcs ou, dans le cas contraire, en cesser l'usage, autant que possible quinze jours avant d'abattre les animaux soumis à ce régime alimentaire. En consultant la table des équivalents azotés des divers tourteaux, on constate que 100 kilogrammes de foin normal peuvent être remplacés par 23 kilogrammes de tourteau de Lin auxquels il faut ajouter 87 kilogrammes de paille.

Altérations. — Les tourteaux peu pressés, et notamment ceux qui sont fabriqués par les moulins à vent, sont plus que les autres sujets à se couvrir d'efflorescences blanchâtres et subissent ce que l'on appelle le *blanchiment*. Attribuée d'abord, à cause de la somnolence que ces tourteaux déterminent, à la présence d'une proportion plus ou moins sensible de graines de Pavot, cette altération est due simplement à la présence de végétations cryptogamiques (moisissures) dont on peut

éviter ou retarder la production en conservant les tourteaux dans un endroit très sec et en n'accumulant pas les tourteaux plus aqueux et moins pressés des moulins à vent.

Falsifications. — En raison même de son prix plus élevé que les autres, le tourteau de Lin est surtout visé par les falsificateurs ; aussi a-t-on signalé à plusieurs reprises dans les journaux d'agriculture les adultérations diverses que subissent ces tourteaux, soit dans les fabriques, soit dans les pays de production, ou chez les marchands d'engrais.

La fraude la plus commune que le tourteau de Lin subit de la part des fabricants, résulte de la dépréciation qu'éprouvent sur le marché les tourteaux préparés avec des graines très foncées en couleur. Pour éviter cette dépréciation et répondre aux exigences des cultivateurs qui préfèrent de beaucoup les tourteaux pâles, les fabricants du Nord introduisent dans ces tourteaux une *proportion variable de semences de Pavot blanc ou de tourteau d'OEillette*. Dans les tourteaux de Hollande, on a parfois constaté jusqu'à 20 p. 100 de Pavot des Indes (*P. somniferum* var. *nigrum*), dont la teinte argileuse se marie très bien avec la nuance brune des tourteaux de Lin, et, pour éviter les poursuites pouvant résulter de cette introduction frauduleuse, les marchands stipulent, *parfois seulement* sur leurs factures, que le tourteau de Lin est *pavoté*.

Le tourteau de Lin ainsi dénommé prend un arrière-goût amer, que ne possède généralement pas le tourteau de Lin exempt de Pavot. L'examen à l'œil nu ou à la loupe du résidu laissé par un pareil tourteau, quand on l'a traité par l'eau alcalinisée, permet de constater la falsification, si le tourteau n'a subi qu'une seule pression ; mais si le tourteau ainsi additionné a été *rebattu*, la supercherie est plus difficile à constater. Il devient nécessaire, pour s'en assurer, de procéder à un examen chimique et à une observation microscopique. Tandis que le tourteau de Lin ne donne en moyenne qu'un poids de cendres de 7 à 8 grammes p. 100, le tourteau de Pavot en fournit environ 12,37 p. 100.

En procédant à l'observation microscopique des fragments colorés représentant le spermodermes, on constate généralement que beaucoup de ces fragments ne sont pas recouverts du mucilage diffus qui donne un aspect gélatineux au spermodermes de la graine de Lin, et sur la plupart des fragments dépourvus de ce mucilage, on retrouvera, *s'ils proviennent du Pavot*, un *réseau polygonal ombré* tout à fait caractéristique du tégument de cette graine (voir fig. 22, p. 140).

Les fabricants de tourteaux utilisent fréquemment, pour adultérer le tourteau de Lin, les *paillettes de Lin* et les *coques d'Arachides*. Les premières représentent les débris des capsules septicides qui entourent la graine avant sa maturité. Ces capsules ont, à l'extérieur, une teinte jaune paille et elles sont tapissées intérieurement par un endo-

carpe peu adhérent, d'apparence nacrée. L'épicarpe (*E'*) (fig. 49) est formé d'une assise de petites cellules dont un très grand nombre renferme un cristal clinorhombique très apparent. Le mésocarpe comprend plusieurs assises de cellules scléreuses, munies de parois très épaisses et canaliculées. Ces assises ont une orientation différente : les couches extérieures ont une direction perpendiculaire à celles qui constituent les couches internes et qui sont nettement fusiformes et munies de parois moins épaisses. L'endocarpe est bien caractéristique : il est formé de longues cellules fusiformes, généralement allongées

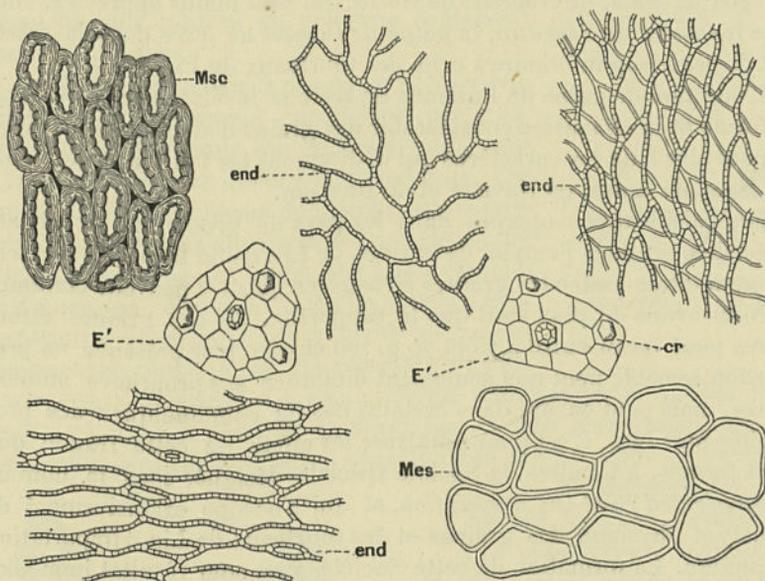


FIG. 49. — Éléments des Paillettes de Lin.

E', Épicarpe cristalligène de la capsule; *cr*, cristaux clinorhombiques; *end*, endocarpe; *Msc*, partie scléreuse du mésocarpe; *Mes*, partie parenchymateuse du mésocarpe.

dans le même sens, parallèlement au grand axe de la capsule ; elles sont munies de parois faiblement épaissies et très nettement ponctuées. La présence dans le résidu du tourteau de Lin délayé dans l'eau, de fragments jaunâtres, résistants, difficiles à dissocier, permet de suspecter cette addition, que l'examen microscopique confirme très nettement.

Les *coques d'Arachides*, qui constituent une des substances les plus vulgairement employées pour falsifier les tourteaux, offrent aussi aux instruments pointus une résistance qui permettra de faire suspecter leur introduction frauduleuse dans le tourteau de Lin.

On verra que les *coques d'Arachides* se reconnaissent aisément par l'abondance, la forme et la disposition entrecroisée, tout à fait spéciale,

qu'affectent les fibres qui constituent l'enveloppe résistante de ce péricarpe (voir fig. 65).

Parfois encore les fabricants ajoutent au tourteau de Lin, dans le dernier rebattage, les débris laissés par les tarares et qui contiennent de la terre ou des substances nuisibles. Les tourteaux ainsi falsifiés ont des nuances très variées et laissent un poids de cendres supérieur à la moyenne.

A cette liste de produits inertes ou dangereux, il faut ajouter les tourteaux de Cameline, de Faine, de Ravison, qui sont plus dangereux, et ceux de Maïs, de Navette, de Colza, qui sont moins appréciés, ainsi que les cosses de Sarrasin, la pulpe de Pomme de terre dont la valeur est de beaucoup inférieure à celle des tourteaux de Lin.

L'addition de pulpe de Pommes de terre se révélera par la présence, la forme et la dimension considérable des grains d'amidon ; nous avons exposé plus haut les caractères qui distinguent les tourteaux de Faine, de Maïs, de Colza, de Navette et de Ravison.

Les falsifications opérées dans les pays de production consistent spécialement dans l'emploi de graines de Lin qu'on a évité à dessein de monder de toutes les graines étrangères qu'elles peuvent contenir.

Nous avons dit plus haut que la proportion de ces graines étrangères peut varier entre 2,75 et 70 p. 100 et que leur présence en proportion sensible peut non seulement diminuer ses propriétés alimentaires, mais peut encore dans certains cas lui communiquer des propriétés nuisibles. C'est pour paralyser les effets de cette fraude que s'est formée, à Londres, la Société spéciale désignée sous le nom de *Incorporated Seed Oil Association*, et qui s'occupe exclusivement de l'analyse physique des graines et des tourteaux de Lin d'importation étrangère. La formation de cette Société a eu pour résultat immédiat de faire tomber du coup à 5 p. 100 la proportion de graines étrangères, qui s'élevait auparavant en moyenne à 15 ou 18 p. 100.

Les graines étrangères que l'on retrouve le plus communément dans le tourteau de Lin, sont celles de la *Spergule des champs*, de la *Nielle des blés*, de l'*Ansérine*, du *Céraisle vulgaire*, de la *Moutarde des champs*, de la *Moutarde noire* et quelques graines de Légumineuses, telles que celles de la *Luzerne*, du *Métilot*, de la *Vesce*.

Le tégument séminal de la graine d'ANSÉRINE (*Chenopodium polyspermum*) présente les particularités saillantes des graines du type *chénopodique* : il se compose de trois couches, l'une extérieure ou épidermique très épaisse, formée d'une rangée de cellules allongées dans la direction radiale et nettement caractérisées par leur différenciation *stalactiforme*. Cette différenciation, consistant en dépôts celluloseux papilleux qui se sont formés sur la membrane secondaire de ces cellules, se traduit dans les parties de la membrane qui la subissent par une réfringence plus grande et une coloration plus foncée. Vues de face (fig. 57), ces cellules sont polygones, munies

de parois peu épaisses et caractérisées par la présence d'un réseau alvéolé plus ou moins apparent, produit par la projection des travées stalactiformes; l'enveloppe moyenne est formée de deux rangées de cellules aplaties, allongées tangentiellement; la gaine interne *ai* est formée d'une seule assise de cellules cubiques, nettement caractérisées par une striation très délicate de la membrane secondaire, étendue habituellement à toutes les faces de la cellule. L'amande est formée d'un péricarpe féculent, qui entoure un embryon également rempli d'amidon.

La graine de SPERGULE DES CHAMPS (*Spergula arvensis*) est nettement caractérisée par le faciès curieux des poils, qui sont disséminés sur l'enveloppe externe de leur spermodermis. Ces poils, disposés en forme de massue, sont hérissés de papilles très apparentes et présentent des étranglements ou des replis tout à fait caractéristiques, qui intéressent toutes les couches concentriques constitutives de la membrane secondaire, avec une intensité décroissante de l'extérieur vers l'intérieur. Le spermodermis comprend trois assises différentes: l'une extérieure ou épidermique, formée d'une rangée de cellules allongées radialement et caractérisées par les replis de circonvolutions nombreuses qui intéressent la zone superficielle des membranes secondaires de la paroi interne et restreignent considérablement leur cavité cellulaire. Vues de face (3, fig. 52), ces cellules sont très sinueuses et présentent un aspect tout différent, selon qu'on observe leur face externe ou la face interne. Dans le premier cas, les parois des cellules sont étroitement appliquées l'une contre l'autre, tandis que, dans le second cas, ces parois circonscrivent une cavité plus ou moins large;

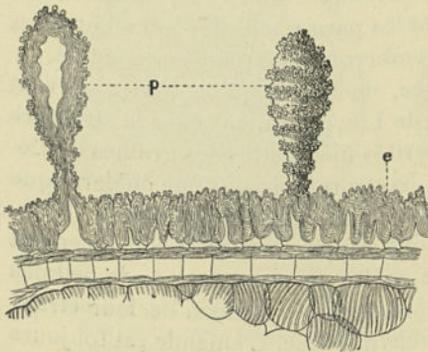


FIG. 51. — Coupe transversale de la graine du *Spergularia arvensis*.

e, épiderme scléreux avec poils en massue *p* extrêmement caractéristiques.

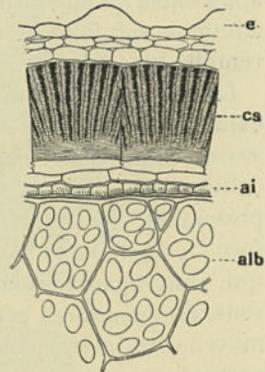


FIG. 50. — Coupe transversale du tégument de la graine de *Chenopodium polyspermum*.

e, épiderme; cs, assise scléreuse; ai, assise interne du tégument; alb, albumen.

l'assise moyenne (fig. 51), représentant l'assise interne du tégument externe, est formée d'une seule couche de cellules tabulaires, présentant aussi quelques couches d'épaississement sur leurs parois tangen-

tielles ; la troisième enveloppe correspondant au tégument interne est formée d'une assise de cellules atrophiées et écrasées, qui ne sont guère apparentes qu'au voisinage du micropyle. L'amande est formée d'un albumen volumineux et *féculent*, entourant un embryon également rempli de fécule.

La graine de CÉRAISTE (*Cerastium triviale*) est aussi très bien caractérisée par la structure de son spermoderme, formé de trois assises différentes : l'une épidermique, constituée par une rangée de cellules bombées en forme de dôme et plissées intérieurement, et présentant sur leur face interne des replis très nombreux. Vues de face (1, fig. 52), ces cellules sont marquées de sinuosités très profondes qui, s'engrenant les unes dans les autres et s'enchevêtrant en différents sens, donnent à ces cellules une apparence toute spéciale. Les assises moyenne et interne sont formées chacune d'une rangée de cellules ne présentant rien de spécial. L'amande est formée d'un albumen et d'un embryon féculents.

Le spermoderme de la graine de NIELLE (*Lychnis Githago*) est très nettement caractérisé par la forme spéciale, les dimensions volumineuses et la coloration foncée des cellules qui constituent l'assise externe du tégument séminal. Ces cellules (5, fig. 52), ayant en coupe radiale l'apparence d'une sorte de dôme, sont, quand on les voit de face, disposées en forme de roue d'engrenage, munies de parois très épaisses, hérissées de papilles plus ou moins larges. La partie centrale des cellules se distingue par une zone plus foncée correspondant à la cavité des cellules. L'enveloppe moyenne est formée d'une seule assise de cellules à parois très minces : l'enveloppe interne est formée d'une rangée de cellules polygonales dont les parois sont hérissées de petites papilles coniques. L'albumen et l'embryon sont remplis de fécule.

Les graines de Luzerne, de Vesce, de Mélilot qu'on trouve souvent dans les graines, dans le tourteau de Lin, présentent dans la structure de leur spermoderme les particularités bien nettes des graines de Légumineuses. On y distingue (4, fig. 52) trois assises : l'une épidermique formée d'une rangée de cellules scléreuses cubiques, allongées et juxtaposées en forme de palissade, dont l'apparence varie sensiblement quand on les observe de face ; une assise moyenne formée de cellules en sablier et nettement caractérisées par la projection de leur étranglement ; une assise interne, parenchymateuse. L'amande est toujours riche en amidon.

Les particularités qui caractérisent la Moutarde des champs et la Moutarde noire ont été exposées précédemment (*page 153 et suivantes*).

Fréquemment, on falsifie le tourteau de Lin avec les cossettes de Riz. La présence de ces éléments étrangers dans le tourteau sera rapidement révélée par l'existence de nombreuses cellules scléreuses, régulièrement superposées, munies de parois très épaisses et très sinueuses. A des intervalles assez rapprochés, on observe sur les

parois transversales de ces cellules des cicatrices ovales ou arrondies

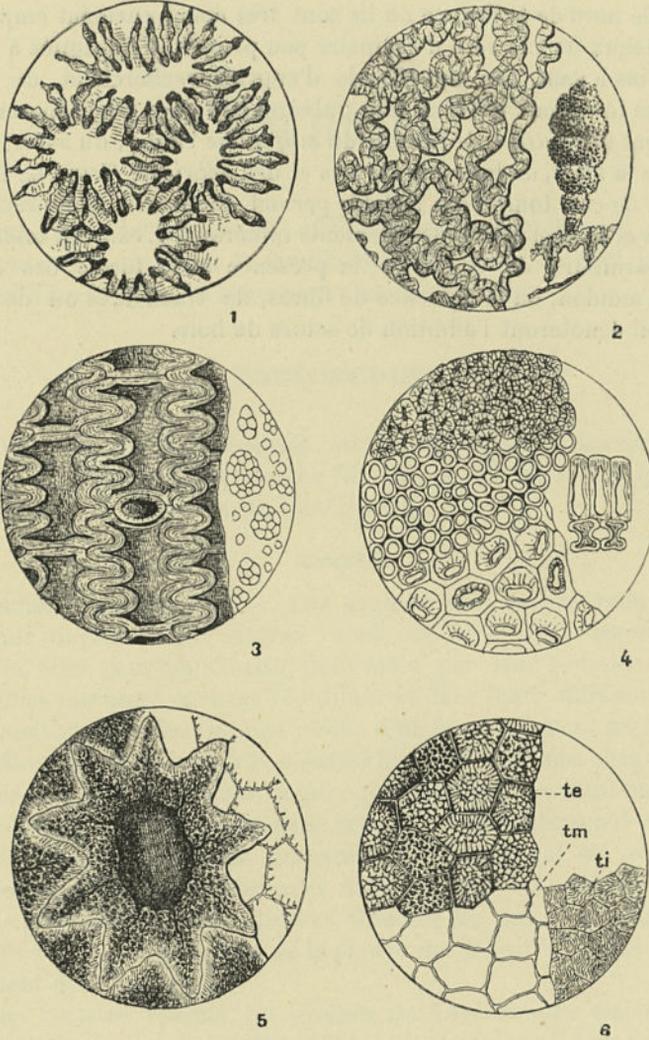


FIG. 52 à 57. — Éléments caractéristiques de diverses graines que l'on rencontre fréquemment mélangées aux graines de Lin commerciales.

1. Epiderme de la graine de *Cerastium triviale*. — 2. Epiderme et poil de la graine de *Spergula arvensis*. — 3. Epiderme des cossettes et amidon de Riz. — 4. Couches externes du tégument des graines de Légumineuses (*Luzerne, Vesce*). — 5. Epiderme et couche interne du tégument de la Nielle des Blés. — 6. Les trois couches constituant le tégument de la graine de *Chenopodium polyspermum*.

correspondant aux points d'insertion des poils répartis à la surface des balles de Riz. Ces éléments sont presque toujours accompagnés

d'une portion assez sensible d'amidon de Riz, qui se présente en petits grains simples et en gros grains composés.

Dans le nord de la France où ils sont très communément employés, les tourteaux de Lin sont d'ordinaire peu pressés et fabriqués à l'aide de moulins à vent. Les marchands d'engrais recherchent de préférence ces tourteaux qui sont très pulvérulents pour y incorporer plus facilement du *sulfate de baryte*, du *sulfate de chaux*, du *sable*, de la *craie*, de la *terre*, de la *sciure de bois* et des *débris de féculerie*. L'incinération de ces tourteaux frelatés permet facilement d'apprécier la présence et la proportion des éléments minéraux. L'examen microscopique permettra de constater la présence et la forme des divers grains d'amidon, ou la présence de fibres, de trachéïdes ou de vaisseaux qui dénoteront l'addition de sciure de bois.

MÉLIACÉES

Parmi les résidus industriels utilisés dans l'agriculture, il y en a deux qui sont fournis par la famille des Méliacées, ce sont le TOURTEAU DE TOULOUOUNA et le TOURTEAU DE MAFFOURAIRE.

TOULOUOUNA

Le tourteau de Toulououna est le résidu de l'expression des graines du *Carapa Toulououna* GUILLEMIN et PERROTTET, qui croît surtout dans la Guyane et en Sénégambie.

GRAINES

Caractères extérieurs. — Les graines de Toulououna ont la grosseur moyenne d'un marron ; mais au lieu d'être arrondies ou aplaties, elles sont anguleuses, déformées par leur pression réciproque. Elles mesurent environ 3 centimètres dans leurs différents sens. Elles sont recouvertes par une coque d'un brun grisâtre, parfois lisse et médiocrement consistante, d'autres fois plus ou moins chagrinée, ou rugueuse et très dure. Cette coque, qui a environ un demi-millimètre d'épaisseur, recouvre une amande brun jaunâtre, renfermant une huile amère d'un jaune pâle, bien moins âcre que celle qui est renfermée dans les graines du *C. guianensis* AUBL. et qui est utilisée par les Galibis pour enduire leurs cheveux et toutes les parties de leur corps, dans le but de les préserver de la piqûre des insectes et plus particulièrement des Chiques.

A une certaine époque, les graines de Toulououna étaient expédiées en grande quantité à Marseille, où l'on employait leur huile pour la fabrication des savons.

Structure histologique. — Par suite du développement extrême qu'a pris la couche scléreuse de la coque, son épicarpe s'est exfolié et ne se retrouve généralement pas à la surface du fruit (fig. 58).

La partie extérieure est constituée par un massif épais de cellules scléreuses affectant des formes et des dimensions très variables. A la périphérie, ces cellules sont polygonales, isodiamétriques et n'ont pas de direction déterminée ; dans la partie interne du mésocarpe elles sont allongées en direction tangentielle. Ces cellules, toujours

munies de parois fort épaisses et canaliculées, ont une cavité plus ou moins large, et ponctuée, tantôt incolore, tantôt colorée en brun par un tannin particulier ; la partie interne de la coque est parenchymateuse : elle est formée d'un tissu lâche, peu épais, composé de quelques assises de cellules allongées tangentiellement et sillonné par de nombreux faisceaux fibro-vasculaires (*mi*, fig. 58).

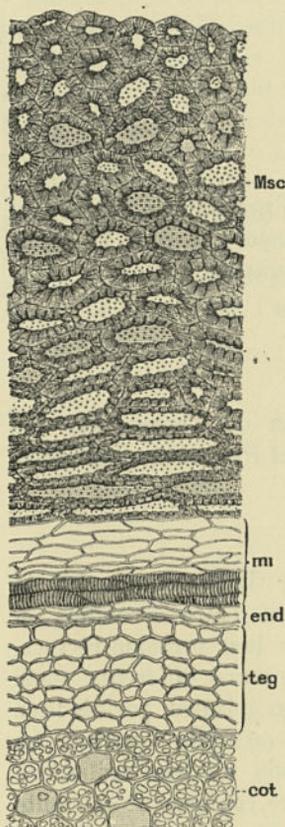


FIG. 58. — Section transversale de la paroi de fruit mûr et sec de *Carapa Touloucouna*.

msc, zone scléreuse externe du mésocarpe, à éléments arrondis, à peu près isodiamétriques vers l'extérieur, et allongés tangentiellement et fortement ponctués vers l'intérieur ; *mi*, zone parenchymateuse interne du mésocarpe avec faisceaux libéro-ligneux ; *end*, endocarpe non distinct ; *teg*, tégument séminal ; *cot*, cotylédon avec cellules à contenu brun (en pointillé dans la figure).

La consistance de cette coque n'est pas toujours la même ; c'est ainsi, par exemple, que, dans un lot de graines qui nous sont parvenues par l'intermédiaire du Jardin Colonial de Nogent-sur-Marne, les graines étaient entourées d'une coque moins résistante, pliant sous l'effort du doigt et formée de larges cellules, séparées par des méats et munies de parois bien moins épaisses et d'une large cavité ponctuée.

Le tégument séminal (*teg*) est constitué par sept ou huit assises de cellules irrégulièrement superposées, et colorées par un pigment brun soluble dans l'eau alcalinisée. Vues de face, ces cellules sont polygonales, irrégulières, munies de parois peu épaisses. L'amande très grosse est formée d'un tissu de cellules polygonales renfermant de l'huile fixe et des grains d'aleurone. Quelques-unes de ces cellules sont incrustées d'une matière colorante brune qui donne à l'amande une teinte légèrement brune.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Touloucouna dur et très résistant est d'une couleur brun rougeâtre, qui rappelle celle du chocolat.

Préparé avec des graines mondées de leur coque, il a une structure assez homogène qui ne s'observe plus dans le tourteau brut, ou provenant de graines non décortiquées. A la loupe, on y distingue alors aisément une certaine quantité de fragments ligneux, plus ou moins larges, sensiblement plus pâles que la gangue dans laquelle ils sont incrustés. Ce tourteau se laisse désagréger assez facilement dans l'eau. Traité par l'eau alcali-

linisée bouillante, il colore fortement celle-ci en brun; dans le dépôt lavé à plusieurs reprises, il est facile de séparer tous les éléments ligneux denses qui proviennent de la coque, des autres particules qui représentent l'amande.

Celle-ci ayant par rapport à la coque un développement extrême-

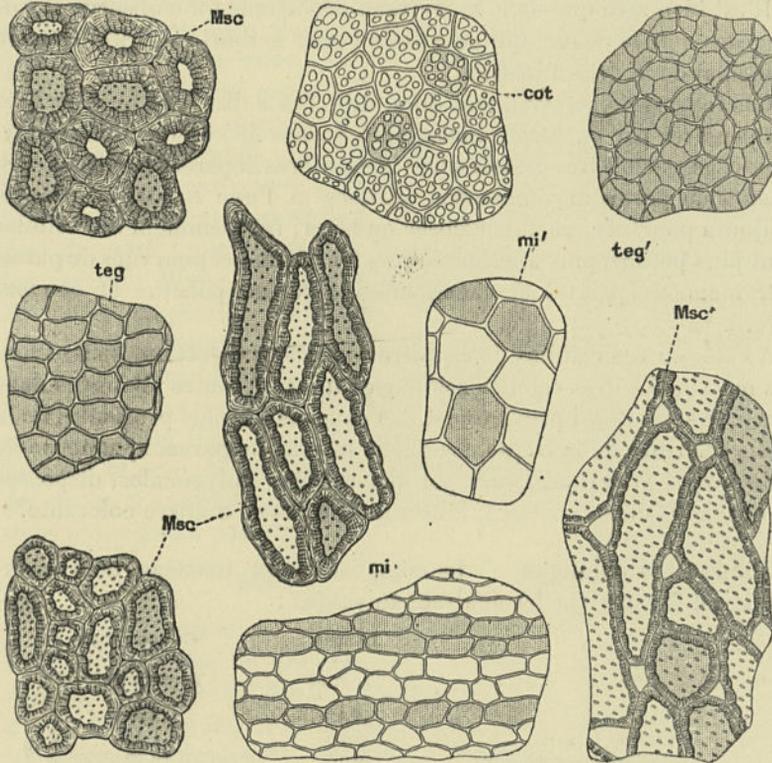


FIG. 59. — Éléments du tourteau de Touloucouna.

Msc, Msc', débris des régions externe et interne du mésocarpe scléreux; *mi'*, zone interne parenchymateuse du mésocarpe avec cellules à contenu tanoïde; *teg, teg'*, débris du tégument séminal; *col*, cotylédon.

ment considérable, le tourteau ne renferme généralement qu'une faible quantité d'éléments scléreux et résistants.

Caractères histologiques. — Le tourteau de Touloucouna décortiqué sera caractérisé :

1° *Par les débris colorés du tégument séminal, très homogènes dans leur structure et formés de plusieurs assises de cellules polygonales, irrégulièrement superposées.* Ce tégument étant assez épais peut se présenter dans le sens de son épaisseur (*teg*) ou plus fréquemment de face (*teg'*); dans ce dernier cas, les diverses couches qui le consti-

tuent apparaîtront sous l'aspect de cellules polygonales, brunes, munies de parois ondulées et s'entre-croisant en différents sens ;

2° Par les débris des cotylédons (*cot*), formés de cellules polygonales, remplies d'aleurone et parfois incrustées en même temps de matière tanoïde brune.

Il est bien rare que dans le tourteau décortiqué on n'observe pas de fragments de la coque, qui constituent pour le tourteau brut l'élément principal de la détermination.

Ces fragments, souvent très durs, difficiles à dissocier ou à se laisser pénétrer par un corps pointu, sont formés de cellules sclérenchymateuses, parfois très grandes, très irrégulières, séparées par des méats, munies de parois moyennement épaisses et d'une cavité très large, toujours ponctuée, parfois colorée en brun ; fréquemment ces cellules sont plus petites, plus régulières dans leur forme et pourvues de parois extrêmement épaisses et canaliculées, à lumen ponctué et souvent coloré.

A côté de ces cellules, irrégulières dans leur direction, on trouvera des massifs d'autres cellules scléreuses qui sont toutes allongées dans le même sens et qui proviennent des couches les plus profondes de la partie sclérifiée de la coque. La partie interne ou parenchymateuse de cette coque sera représentée par des cellules polygonales, disposées en couches tantôt incolores, tantôt incrustées de matière colorante.

Composition chimique. — La composition du tourteau de Touloucouna est fournie par les analyses suivantes :

	DÉCUGIS.	CORENWINDER.
	—	—
	T. brut.	T. décortiqué.
Eau.....	12,65	12,50
Huile.....	9,99	4,46
Matières organiques....	70,15	73,22
Azote de ces matières...	2,68	4,37
Cendres.....	7,20	4,82
Acide phosphorique.....	0,86	»

Usages. — L'opinion n'étant pas définitivement fixée sur les propriétés alimentaires de ce tourteau, on le classe habituellement dans la catégorie des tourteaux suspects, qu'il est préférable d'utiliser comme engrais. Cependant M. PERROTTET prétend qu'à Cayenne, les porcs se nourrissent de l'amande du Carapa, et que celle-ci ne donne pas de mauvais goût à leur viande. D'après le *Bulletin mensuel de la Société d'acclimatation* (1874, t. 1, p. 597), le tourteau du Touloucouna constitue dans la Sénégambie un bon aliment pour les bestiaux.

Valeur fertilisante. — Cent kilogrammes de tourteau de Touloucouna brut représentent 670 kilogrammes de fumier type au point de vue de l'azote, et 430 kilogrammes au point de vue des phosphates.

MAFFOURAIRE (*Trichilia emetica* VAHL).

Le MAFFOURAIRE ou MAFFOURA est un arbre de la famille des Méliacées qui croît à Madagascar et sur les côtes de Mozambique. Dans leur pays de production, ses fruits, mêlés à des aromates, concourent à la confection d'une sorte de cosmétique; mélangés à l'huile de Sésame, ils sont considérés comme un spécifique contre la gale.

Ces fruits, à un moment donné, étaient importés en assez grande quantité à Marseille, où on les traitait pour retirer l'huile qu'ils renferment dans la proportion de 54 p. 100. L'extraction de cette huile ne peut se faire qu'à une température élevée, car elle ne se liquéfie qu'à 38°. A la température ordinaire, elle se contracte en une masse de couleur café au lait, striée de veines blanches. Cette particularité, qu'elle doit à sa richesse en stéarine, a permis d'utiliser cette huile pour la fabrication des bougies et pour la savonnerie. Actuellement, ces fruits n'arrivent qu'à de rares intervalles dans notre grand port du Midi.

GRAINES

Caractères extérieurs. — Les graines de Maffouraire mesurent en moyenne 14 à 15 millimètres de longueur et 5 à 6 millimètres de largeur; elles sont tantôt ovales, arrondies, tantôt trigones, anguleuses, déformées par leur pression réciproque, selon qu'elles proviennent d'un fruit uniloculaire ou triloculaire; elles sont recouvertes par une enveloppe plus ou moins épaisse, peu consistante, grisâtre à l'intérieur et protégée extérieurement par une membrane bien mince dont il ne reste parfois que quelques vestiges, qui ont une couleur rouge ocracé. Cette enveloppe est peu adhérente aux cotylédons, qui sont d'une teinte brun chocolat à l'extérieur et grisâtre à l'intérieur. Ces graines sont inodores, et leur saveur faible est un peu huileuse.

Structure histologique. — Examinées au microscope, ces graines présentent la structure suivante (fig. 60) :

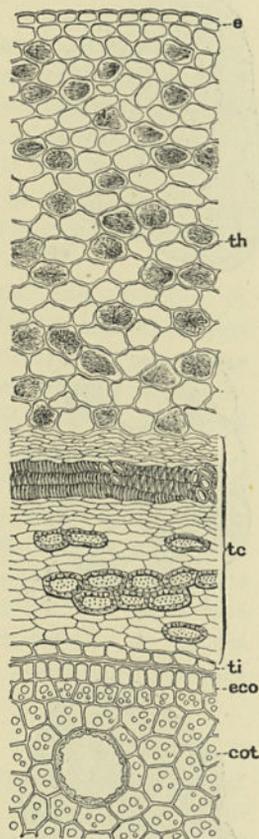


FIG. 60. — Section transversale de la graine de *Trichilia emetica*.

e, épiderme; th, couche externe à matière grasse; lc, couche moyenne, présentant à la périphérie des faisceaux vasculaires et des cellules scléreuses dans la zone interne; ti, assise interne du légument; eco, épiderme des cotylédons cot. Dans le tissu cotylédonnaire, çà et là, des glandes sécrétrices d'oléo-résine.

L'épiderme rougeâtre (*e*, fig. 60) est formé de cellules remplies d'une matière colorante rouge assez foncé. Vues de face (*ep'*) ces cellules sont polygonales, isodiamétriques, munies de parois droites,

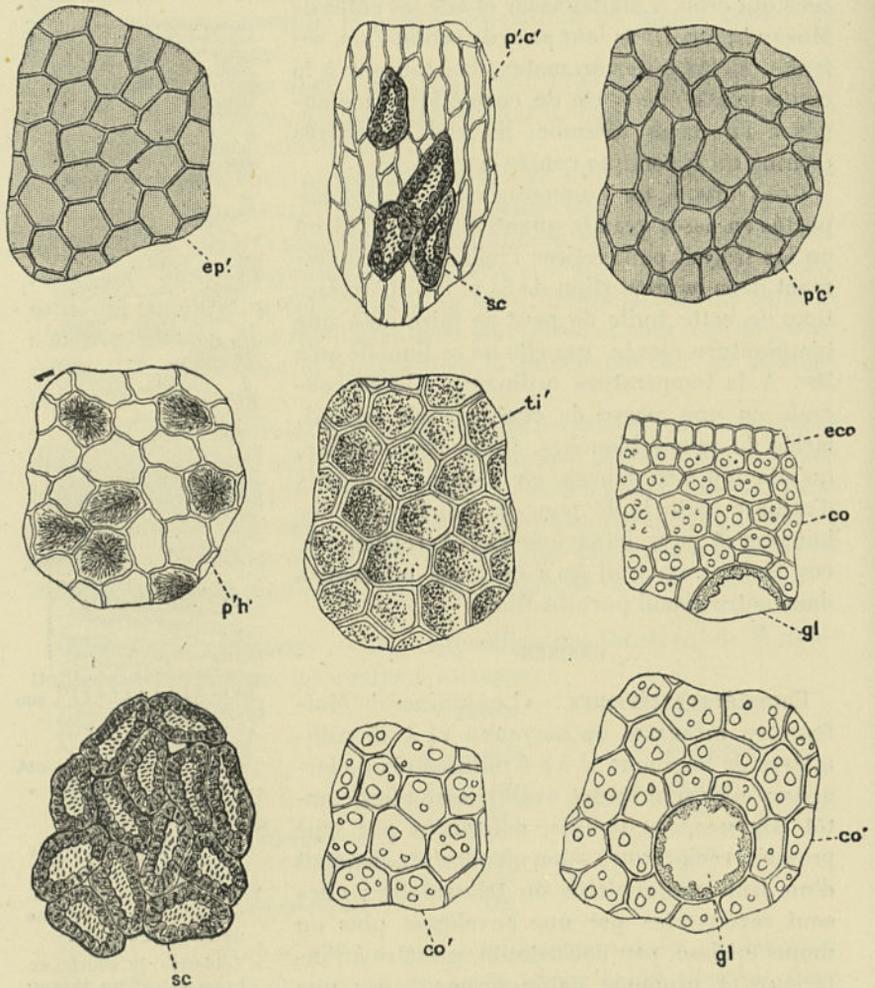


FIG. 61. — Éléments du tourteau de Maffouraire.

ep', épiderme; *p'h'*, parenchyme externe renfermant des matières grasses; *p'c'*, débris de la zone parenchymateuse interne avec cellules scléreuses *sc*, isolées ou groupées; *ti'*, assise interne du tégument; *eco*, *co*, *co'*, cotylédon avec glande sécrétrice *gl*.

recouvertes par une cuticule peu épaisse. La couche sous-jacente et de teinte grise est constituée (*th*) par un parenchyme très nettement différencié; dans la région extérieure, ce parenchyme lâche est formé de cellules polygonales, n'ayant pas de direction bien déterminée. Ces cellules sont remplies pour la plupart par une substance huileuse,

amorphe qui, quand on chauffe avec soin et lentement la préparation, fond et cristallise très rapidement en aiguilles ou houppes soyeuses, analogues aux cristaux de stéarine.

Des diverses graines oléagineuses que nous avons observées, c'est la seule qui présente ce caractère.

Dans sa partie moyenne, qui est sillonnée par de nombreux faisceaux libéroligneux, coupés dans tous les sens, ce parenchyme offre différents aspects, bien que dans toute son épaisseur il soit formé de cellules allongées tangentiellement, plus ou moins fortement aplaties. En s'éloignant de la périphérie et au-dessous de la zone vasculaire, le parenchyme perd sa cohésion, devient plus lâche ; il est envahi par une multitude de cellules scléreuses isolées ou groupées en massifs parfois très épais (*p'c', sc*, fig. 61).

Ces cellules sont irrégulières dans leur forme, leur direction et leurs dimensions ; elles sont munies de parois plus ou moins épaisses et ponctuées. Le tégument séminal est protégé intérieurement par une enveloppe (*ti*) formée d'une seule assise de cellules aplaties ou rectangulaires. Vues de face (*ti'*) ces cellules sont régulièrement polygonales et munies de parois assez épaisses.

Les cotylédons sont entourés par leur épiderme mince (*eco*) n'offrant aucune particularité spéciale et privé de tout contenu. Leur masse (*co*) est entièrement composée d'un tissu de cellules polygonales, contenant de l'aleurone et une huile fixe qui paraît être de nature différente de celle que renferme le tégument séminal. Les cotylédons présentent dans toute leur épaisseur un certain nombre de *poches oléifères*, renfermant une huile essentielle ou une oléorésine appliquée contre leurs parois.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Maffouraire, qu'on trouve très rarement dans le commerce, se présente en pains d'un brun rougeâtre, plus foncé à l'extérieur qu'à l'intérieur. Ils sont formés d'une pâte dure, mal liée et cassante, qui se laisse désagréger facilement sous l'effort des doigts. Cette pâte a une texture grenue. Quand on l'examine à la loupe, on y distingue nettement des éléments rougeâtres, papyracés, provenant du tégument séminal et qui sont disséminés irrégulièrement et en petit nombre dans la gangue brune qui représente les cotylédons. Traité par l'eau alcalinisée bouillante, ce tourteau communique à ce véhicule une teinte brune et abandonne un dépôt gris brun, dans lequel sont éparpillés des fragments plus fortement colorés, lamelleux, moyennement résistants, qui représentent les débris du tégument.

Examen microscopique. — Le tourteau de Maffouraire est caractérisé :

1° Par les débris de l'épiderme du tégument séminal (*ep'*, fig. 61), qui

sont formés de cellules fortement colorées, munies de parois droites.

2° Par les débris de la zone externe du parenchyme huileux, qui, soumis à la température de 45 à 50°, laisseront cristalliser des houppes soyeuses de stéarine (*p'h'*, fig. 61);

3° Par l'abondance des éléments scléreux (*sc*) localisés dans les couches profondes du tégument séminal. Parfois ces éléments scléreux se montreront isolés, parfois disséminés dans des débris du parenchyme qui les contenait (*p'c'*);

4° Par les débris de l'assise interne du tégument séminal, formée de cellules régulièrement polygonales, munies de parois assez épaisses, et renfermant une matière finement granuleuse (*ti*);

5° Par des débris des cotylédons, remplis d'huile et d'aleurone, et dans l'épaisseur desquels on pourra parfois distinguer des glandes oléifères entières ou déchirées (*gl*).

Composition chimique. — Le tourteau de Maffouraire présente la composition suivante, d'après M. DÉCUGIS :

	TOURTEAU ORDINAIRE.	TOURTEAU REPASSÉ.
Eau.....	9,05	10,03
Matières grasses.....	13,20	6,75
Matières organiques.	65,87	69,32
Azote de ces matières... .	2,65	3,03
Cendres.....	11,88	13,90
Acide phosphorique.....	0,81	0,90

Usages. — L'origine botanique des graines de Maffouraire, qui proviennent d'une famille riche en substances douées de propriétés émétiques et parfois vénéneuses, donne au tourteau de ces graines un caractère suspect; aussi ne l'a-t-on généralement pas utilisé comme aliment. La dénomination latine de ces graines et leur pauvreté relative en substances protéiques suffisent d'ailleurs pour justifier cette méfiance. Son emploi comme engrais n'est guère plus répandu, et c'est uniquement parce qu'il figure sur la liste des tourteaux suspects et dans les ouvrages traitant de cette question, que nous avons tenu à reproduire ses caractères extérieurs et anatomiques.

AMPELIDÉES

RAISIN

LES RAISINS sont les fruits desséchés de la Vigne (*Vitis vinifera* L.) et de ses variétés, qu'on cultive dans la région méditerranéenne depuis l'Asie Mineure jusqu'en Espagne.

Ces fruits se présentent sous forme de baies ovales ou arrondies. Sous l'enveloppe extérieure existe une pulpe plus ou moins abondante, douce ou faiblement acidulée, divisée en plusieurs loges peu distinctes, renfermant d'une à quatre graines quelquefois atrophiées. Ces graines, désignées sous le nom de *pépins de raisin*, sont piriformes ; elles mesurent de 1 à 2 millimètres de longueur sur 0 mm. 8 à 1 mm. 2 de largeur ; elles sont constituées par une enveloppe coriace, d'une teinte brun verdâtre et d'apparence chagrinée, sous laquelle on distingue un petit embryon albuminé.

Avec la *rafle* ou rachis de la grappe, les pellicules des baies, les pépins de raisin constituent le *marc de raisin*, dont la composition varie selon qu'il provient du vin rouge ou du vin blanc. Ce marc est parfois mis en fermentation et distillé ; d'autres fois, et surtout en Italie, il est soumis à un triage qui permet d'en isoler les graines dont on retire par la pression une certaine quantité d'huile comestible. Le résidu de cette pression constitue le tourteau de *pépins de raisins*, qui est utilisé dans certaines régions du Midi comme tourteau alimentaire ou comme engrais. Dans plusieurs de nos départements vignobles, le marc est, après sa distillation, transformé en *mottes*, qui, après dessiccation, sont employées comme combustible.

Structure histologique. — Examiné au microscope, le pépin de raisin présente la structure suivante (fig. 62) :

Le noyau se compose de trois couches :

1° Une assise extérieure (*E*) formée d'une rangée de cellules tabulaires aplaties, colorées en brun ; *vues de face, ces cellules sont allongées parallèlement au grand axe du noyau, légèrement polygonaux, avec des parois épaisses et ponctuées ;*

2° Une couche parenchymateuse (*A*) formée de cellules polygonales,

dont quelques-unes renferment des *cristaux aiguillés et fasciculés* d'oxalate de chaux ;

3° Une couche scléreuse, comprenant *une ou deux rangées de cellules très sclérifiées et allongées radialement*. Vues de face, ces cellules scléreuses sont polygonales, isodiamétriques, et présentent un lumen assez étroit et des parois très épaisses et canaliculées. Les parois extérieures de la rangée externe ne se sclérifient pas, de même qu'une très faible partie des parois latérales vers l'extérieur.

Ces trois couches appartenant au noyau, ne dérivent pas du tégument ovulaire, mais proviennent du fruit. Le tégument est à son tour représenté par trois assises :

L'une extérieure et colorée, formée d'une rangée de cellules aplaties, qui, vues de face, sont polygonales, allongées parallèlement au grand axe du pépin ; leurs parois sont *garnies de stries fines entre-croisées* et tout à fait caractéristiques (*t*, fig. 62).

La couche moyenne est formée parfois de deux rangées de cellules assez grandes, allongées radialement, parenchymateuses, à parois minces (*t₁*, fig. 62).

L'assise interne comprend une rangée de cellules rectangulaires qui, vues de face, sont polygonales, avec des parois *munies de ponctuations très apparentes* (*t₂*).

L'épiderme des cotylédons est formé d'une assise de cellules polygonales, isodiamétriques présentant dans leurs parties anguleuses de petits épaississements collenchymateux.

Les cellules du tissu cotylédonaire (*col*, fig. 62) sont polygonales, plus larges, et contiennent des cristaux d'oxalate de chaux en rosette occupant d'ordinaire l'intérieur même des grains d'aleurone. Les plus gros de ces grains sont ovales, piriformes ; ils contiennent un cristalloïde bien apparent, qui est de plus fréquemment accompagné par un petit globoïde arrondi.

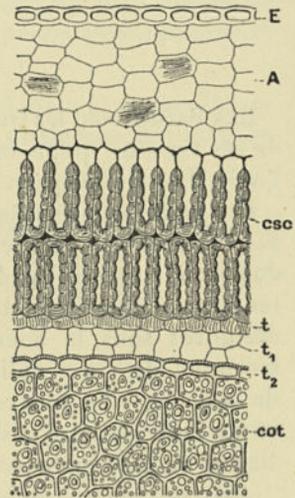


FIG. 62. — Section transversale du Pépin de Raisin.

E, assise extérieure du noyau ; A, assise parenchymateuse cristalligène ; csc, assise scléreuse ; t, couche extérieure striée du tégument ; t₁, couche moyenne ; t₂, couche interne ponctuee ; col, cotylédon.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Raisin se présente en pains irréguliers, de grosseur variable. Ces pains, d'une teinte brune ou gris brun, sont peu résistants et assez friables ; leur texture est homogène et leur cassure grenue ; ils se laissent facilement désagréger entre les doigts. Au contact de l'eau tiède ils se dissocient assez faci-

lement et fournissent un dépôt grumeleux coloré en gris brun, assez lourd, formé par les débris de l'enveloppe coriace, et qui est surnagé par une matière grisâtre moins dense, provenant de l'albumen et de l'embryon. En raison de la proportion considérable des éléments de la coque scléreuse qui entoure l'amande, ce tourteau croque fortement sous la dent.

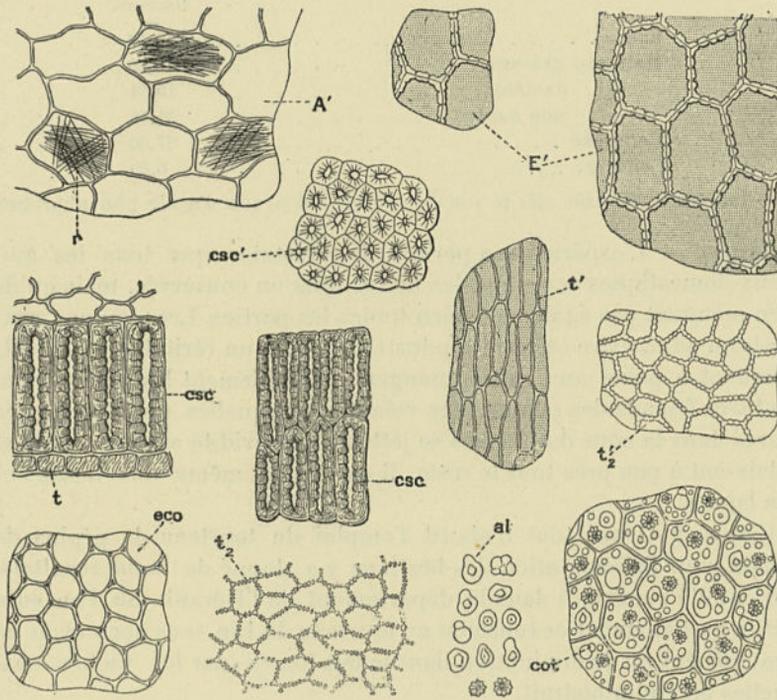


FIG. 63. — Éléments du tourteau de Raisin.

E', cellules ponctuées et colorées de la couche extérieure du noyau; A', assise parenchymateuse et cristalligène avec raphides *r*; *csc*, *csc'*, cellules scléreuses du noyau; *t*, couche extérieure striée de la graine; *t*₂, couche interne ponctuée; *eco*, enveloppe des cotylédons; *al*, aleurone; *cot*, cotylédons.

Examen microscopique. — Les particularités histologiques spéciales à ce tourteau sont les suivantes (fig. 63) :

- 1° *Large*s cellules ponctuées et colorées (E') qui constituent la couche extérieure du noyau ;
- 2° Présence de cristaux aiguillés ou fasciculés (raphides) dans le parenchyme du noyau (r) ;
- 3° Présence des cellules scléreuses (*csc*, *csc'*) à parois fortement épaissies et canaliculées ;
- 4° Apparence finement réticulée des parois des cellules de l'assise

externe du légument de la graine et l'apparence ponctué des cellules qui forment l'assise interne (l_2) ;

5° Présence de beaux cristaux en rosette dans les cellules des cotylédons (*cot*, fig. 63).

Composition chimique. — La composition chimique du tourteau de pépins de Raisin est représentée par les chiffres suivants :

	DÉCIGIS.
Eau	10,40
Matières grasses	10,60
— azotées	13,84
— non azotées.	31,56
Cellulose	27,00
Cendres.	6,60

Ce tourteau renferme 2,31 p. 100 d'azote et 0,66 p. 100 d'acide phosphorique.

Usages. — L'expérience a permis de constater que tous les animaux domestiques acceptent les marcs frais ou conservés, mais qu'ils n'en mangent pas également bien toutes les parties. Les moutons, auxquels on administre ce résidu industriel, y font un véritable triage ; ils touchent à peine aux raffles, mangent passablement les pellicules et sont très friands des pépins. Les volailles auxquelles on présente ces marcs dans la cour des fermes se jettent avec avidité sur les pépins et délaissent à peu près tout le reste. Il en est de même des faisans et des lapins.

Essayé à Gênes tout d'abord, l'emploi du tourteau de pépins de Raisin pour l'alimentation des bestiaux y a donné de bons résultats, qui ont été confirmés dans le département de l'Hérault, où l'on substitua partiellement ce tourteau au tourteau de Lin, sans apercevoir de changement ou de diminution dans le lait fourni par les vaches auxquelles on l'administrait.

Si l'on songe qu'on récolte annuellement en France 30 millions d'hectolitres de vin et que chaque hectolitre est produit par 150 kilogrammes de Raisin laissant environ 25 kilogrammes de marcs, on constate que la vinification laisse 750 millions de kilogrammes de marcs disponibles, dont on pourrait tirer le plus grand profit pour l'alimentation des bestiaux, surtout dans notre région méridionale, qui est la plus déshéritée sous le rapport des fourrages. Il suffirait de séparer, par un battage bien compris des marcs desséchés, les pépins qui y sont contenus, d'en extraire l'huile qui est comestible, et d'utiliser le tourteau pour la nourriture des vaches, des porcs et des volailles.

Cent kilogrammes de foin normal peuvent être remplacés par 50 kilogrammes de tourteau de pépins de Raisin et 62 kilogrammes de paille.

Certains industriels peu scrupuleux ont profité de la consistance

coriace des pépins de Raisin pour introduire frauduleusement leur tourteau préalablement torréfié dans le café en poudre.

Valeur fertilisante. — Comme engrais, 100 kilogrammes de ce tourteau représentent 577 kilogrammes de fumier type au point de vue de l'azote et 330 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique.

LÉGUMINEUSES

ARACHIDE

L'ARACHIDE OU PISTACHE DE TERRE est le fruit de l'*Arachis hypogæa* L., plante appartenant à la famille des Légumineuses et au groupe des Hédysarées. Cette plante d'origine africaine est cultivée dans tous les pays tropicaux et subtropicaux. Les principaux centres de production de ce fruit sont la côte occidentale d'Afrique, le Mozambique, le Congo, les côtes de Zanzibar et de Coromandel, l'Inde, la Cochinchine, les Antilles. L'Égypte, la Tunisie, l'Espagne et l'Italie en fournissent aussi des quantités importantes. De plus, sa culture s'est développée dans quelques régions des États-Unis et au Mexique, qui, à l'Exposition universelle de 1900, en avaient présenté des échantillons remarquables par leur dimension bien supérieure à celle des produits africains.

Le commerce de ce fruit est devenu extrêmement important. Indépendamment des Arachides récoltées dans nos colonies africaines, nous recevons chaque année une grande quantité de fruits recueillis dans l'Inde. Nos huileries traitent annuellement plus de 100.000 tonnes d'Arachides, dont la valeur représente plus de 20 millions de francs. En 1901 nous avons importé 120.400.208 kilogrammes de graines d'Arachides entières, représentant une valeur de 31.306.134 francs et 58.132.221 kilogrammes d'Arachides décortiquées, d'une valeur de 19.764.955 francs.

Les Arachides qui nous arrivent des différents pays producteurs n'ont pas toutes la même valeur commerciale. Les plus appréciées sont celles de Rufisque et de Cayor, puis celles de Gambie, qui se présentent sur les marchés munies de leur coque ; viennent ensuite les Arachides d'Italie et d'Espagne, et enfin celles de l'Inde. Ces dernières, qui ont été décortiquées avant d'être expédiées, subissent souvent pendant la traversée, qui est assez longue, des avaries qui les déprécient notablement.

Les produits utiles de l'Arachide sont : la graine, l'huile et les tourteaux. La coque même, qui autrefois constituait un résidu de fabrication tout à fait inférieur, et seulement propre à faire du fumier, est utilisée aujourd'hui par quelques industriels *peu scrupuleux* dans un

but que l'on ne saurait trop flétrir, pour falsifier différents tourteaux, ou pour allonger des provendes destinées à l'alimentation des chevaux.

FRUITS ET GRAINES

Caractères extérieurs. — Le fruit d'Arachide mesure en moyenne de 3 à 4 centimètres de longueur et 15 millimètres de largeur. Il se présente sous forme d'une capsule oblongue ou ovoïde, étranglée dans sa partie médiane, à péricarpe indéhiscant d'un gris jaunâtre pâle, sillonné (fig. 64) d'un réseau de nervures saillantes, qui circonscrivent des dépressions offrant une certaine régularité dans leur disposition. Chaque capsule est généralement munie d'un pédoncule grêle. Les graines, qui sont au nombre de deux ou trois, mesurent de 6 à 15 millimètres de longueur et de 3 à 6 millimètres de largeur ; elles sont très variables dans leur forme, ovoïdes ou fusiformes ; le plus souvent elles sont élargies à l'une de leurs extrémités, et terminées à l'autre par une pointe plus ou moins prononcée ; beaucoup d'entre elles sont tronquées obliquement à l'un de leurs pôles et plus ou moins contournées.

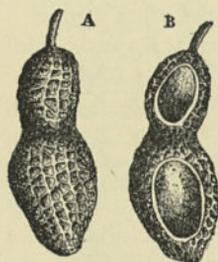


FIG. 64. — Arachide en coque.

En B, la gousse ouverte montre les graines.

Leur surface extérieure est marquée de rides longitudinales plus ou moins profondes ; elles sont recouvertes par une enveloppe tégumentaire (spermoderm), peu épaisse, papyracée et de couleur brun rougeâtre, qui se détache assez facilement par simple pression entre les doigts. L'amande blanche est formée de deux cotylédons très épais, charnus, plan-convexes, qui se touchent par leurs faces planes, entre lesquelles on aperçoit de petites feuilles blanches et épaisses représentant la gemmule. Quand elles sont fraîches, ces graines ont une saveur agréable qui rappelle celle de la noisette.

Les Arachides qui arrivent de Bombay sont généralement privées de leur coque : beaucoup de graines sont mondées complètement de leur enveloppe membraneuse, souvent brisées, et par conséquent très sujettes à rancir. Elles sont parfois mélangées de sable, de gravier, qui les rendent tout à fait inférieures aux Arachides d'Afrique, que l'on ne décortique qu'au moment du traitement.

Structure histologique. — FRUITS. — La gousse d'Arachide sèche du commerce, examinée au microscope en section perpendiculaire à la surface, présente la structure suivante (fig. 64) :

La coque comprend d'abord quelques assises parenchymateuses (*ce*), puis une ou deux rangées de cellules scléreuses (*sc*), un peu aplaties. Vues de face, elles ont un aspect polygonal et se montrent pourvues de nombreuses ponctuations arrondies. Le mésocarpe, dans sa région

externe, est parenchymateux et possède une bande plus ou moins épaisse, irrégulière et souvent interrompue, de tissu écrasé (*pe*); on y

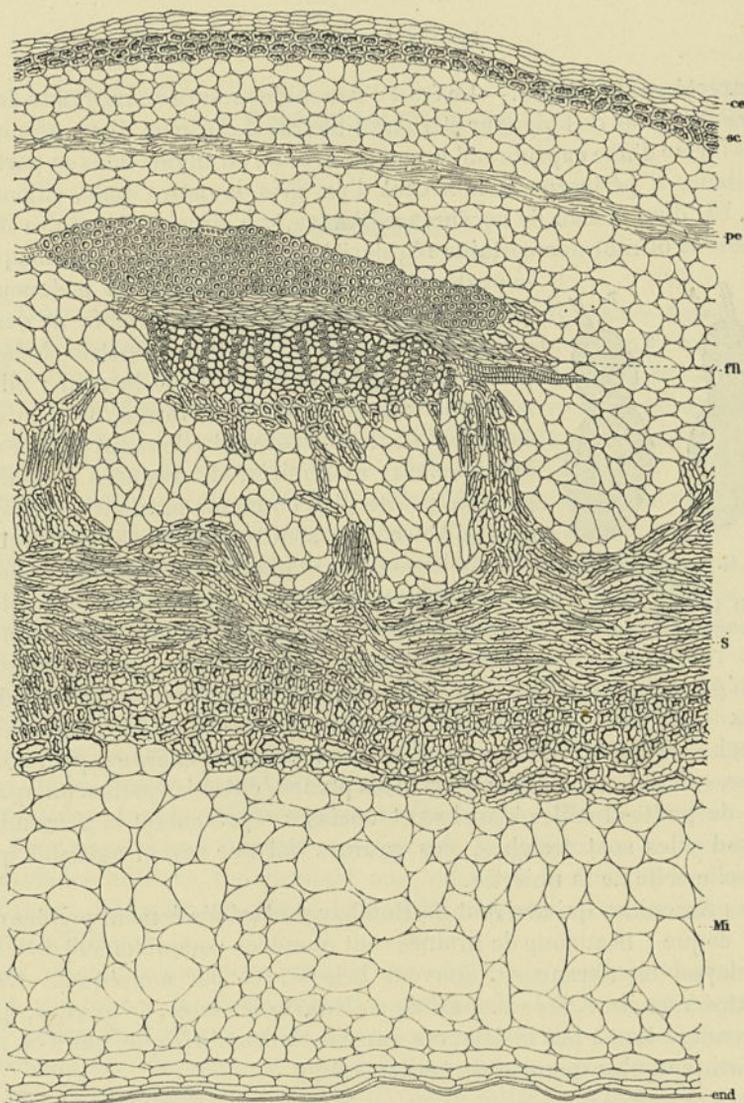


FIG. 65. — Coupe transversale de la coque d'Arachide du commerce.

ce, assises parenchymateuses externes; *sc*, assises scléreuses fortement ponctuées; *pe*, bande de parenchyme écrasé; *fl*, faisceau libéro-ligneux; *s*, sclérenchyme de la zone moyenne du mésocarpe; *Mi*, zone interne parenchymateuse du mésocarpe; *end*, endocarpe.

rencontre des faisceaux libéro-ligneux (*fl*) très fortement protégés du côté extérieur par un amas volumineux de fibres très ténues. La zone

moyenne (*s*) du mésocarpe est extraordinairement sclérifiée ; dans sa région externe, elle comprend surtout des cellules scléreuses allongées, orientées un peu en tous sens et intriquées les unes dans les autres. Au contraire, dans la partie interne de cette bande de tissu mécanique, les éléments fibro-scléreux sont plus allongés et disposés assez régulièrement dans le sens tangentiel, de telle sorte que, sur une coupe perpendiculaire à la surface de la coque, leur section est transversale. Ces éléments fibreux se relient au parenchyme sous-jacent par des cellules sclérifiées moins fortement et à peu près isodiamétriques.

La troisième couche la plus interne du mésocarpe (*Mi*) est parenchymateuse, à larges éléments avec espaces intercellulaires souvent volumineux.

Enfin l'endocarpe (*end*) comprend une ou plusieurs assises de cellules à parois un peu épaissies et aplaties tangentiellement.

Les faisceaux libéro-ligneux présentent un liber aplati et un bois composé de vaisseaux rayés ou réticulés, de trachées et de fibres ligneuses. Vers l'intérieur, quelques rangées de cellules scléreuses, de grandes dimensions, présentent des *épaississements rayés ou parfois spiralés très caractéristiques*, et se relient aux piliers scléreux qui partent de la zone moyenne sclérifiée du mésocarpe. Ces faisceaux conducteurs, si parfaitement protégés, forment à la surface du fruit des cordons en relief qui lui donnent son aspect spécial.

GRAINE

Histologiquement, la graine d'Arachide se distingue nettement de la plupart des autres graines de Légumineuses par les particularités de structure de son tégument, dans lequel on ne constate plus la présence de *cellules scléreuses en palissade* ni de *cellules en sablier*.

Cette graine présente de dehors en dedans (fig. 66) :

1° Un épiderme externe scléreux, d'un brun peu foncé (*e*), formé d'une rangée de cellules aplaties et *nettement caractérisées par les épaississements linéaires et frangés que l'on observe constamment sur leur paroi externe*. Vues de face, ces cellules sont polygonales, de dimensions assez irrégulières : leurs parois, uniformément épaisses, présentent de fines dentelures plus ou moins longues qui leur donnent une apparence déchiquetée. Ces cellules sont colorées en brun rougeâtre, peu foncé (*e*, fig. 66) ;

2° Une couche parenchymateuse (*A*), sillonnée par des faisceaux conducteurs à liber très réduit. Vu de face, ce parenchyme est formé de cellules *rameuses*, dont les parois colorées laissent entre elles des méats plus ou moins larges et arrondis. Dans sa partie interne, ce parenchyme comprend des éléments plus réguliers et polygonaux ;

3° Une rangée de cellules (*as*) allongées dans le sens tangentiel et qui se distinguent aisément par leur apparence hyaline et leurs parois

notablement épaissies. Vues de face, ces cellules sont très variables dans leur forme et leur direction : elles sont généralement munies de parois légèrement *épaissies et ondulées* ;

4° Une mince couche hyaline représentant probablement les restes du nucelle, et formée de cellules polygonales irrégulières, à parois faiblement épaissies et ondulées ;

5° Les cotylédons sont entourés par un épiderme (*eco*) à cellules aplaties, qui, vues de face, sont généralement allongées, mais irrégulières dans leur direction. Cette

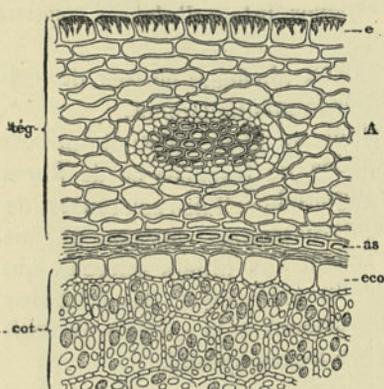


FIG. 66. — Tégument de la graine d'*Arachis hypogaea*.

e, épiderme ; A, couche moyenne avec faisceaux vasculaires ; as, assise hyaline à parois épaissies ; eco, épiderme du cotylédon.

enveloppe présente des stomates arrondis, plus ou moins bien formés et généralement accompagnés de deux cellules annexes inégales. Les cotylédons sont formés de larges cellules polygonales, munies de parois faiblement *épaissies et ponctuées* ; ils renferment de l'*amidon*, de l'*huile fixe* et de l'*aleurone*. Les grains d'amidon sont sphériques et mesurent de 3 à 12 μ ; les grains d'aleurone ont un contour arrondi, ovoïde ou tout à fait irrégulier : ils se présentent en petits grains de 4 à 8 μ et en gros grains de 10 à 13 μ : ces derniers renferment généralement de petits globules arrondis. La présence de ces globules est affirmée par l'action de la solution d'iode de potassium iodurée, permettant de distinguer les grains d'amidon des grains d'aleurone et d'apprécier leur proportion relative.

La présence simultanée avec les globules huileux de ces deux principes dans les cotylédons de l'Arachide est un fait à noter : car elle n'est pas très fréquente dans les graines oléagineuses, et elle constitue pour la diagnose du tourteau d'Arachides un caractère de premier ordre, permettant d'accuser sa présence dans les tourteaux offrant la même apparence extérieure.

La présence simultanée avec les globules huileux de ces deux principes dans les cotylédons de l'Arachide est un fait à noter : car elle n'est pas très fréquente dans les graines oléagineuses, et elle constitue pour la diagnose du tourteau d'Arachides un caractère de premier ordre, permettant d'accuser sa présence dans les tourteaux offrant la même apparence extérieure.

Composition chimique. — En moyenne, les graines décortiquées de l'Arachide renferment :

Aleurone, amidon et eau	10,64
Substances azotées.	44,35
Matières grasses	5,66
Matières extractives non azotées.	28,30
Matières ligneuses	5,41
Cendres.	5,64

Usages. — La graine d'Arachide constitue un aliment journalier pour plusieurs peuplades africaines qui la mangent comme nous mangeons les noisettes. Les camelots parisiens essaient depuis longtemps, sans succès d'ailleurs, d'en vulgariser l'usage à Paris. En Autriche, elle est employée, après torréfaction, comme succédané du café sous le nom d'*Austriabohnen Kaffee*. Mais son principal usage, c'est la préparation de l'huile et partant du tourteau d'Arachide.

HUILE

Les graines d'Arachide fournissent de 40 à 45 p. 100 d'huile, dont la qualité varie beaucoup selon leur origine et selon le mode opératoire employé pour son extraction. On les soumet généralement à trois pressions successives, dont les deux premières, faites à froid, permettent de retirer les huiles dites *surfine* et *fine* ; avec l'aide de la chaleur, on obtient par une troisième pression une huile réservée pour les usages industriels. L'huile préparée avec les graines d'Arachides de Rufisque et de Gambie est toutefois supérieure à celle que fournissent les Arachides de Bombay et de Coromandel. Les premières, débarrassées avant tout traitement de leur spermoderme et de leur germe, puis pressées à froid, donnent une huile très appréciée dans l'alimentation et pour la préparation de la margarine.

L'huile d'Arachide est employée comme aliment : on l'utilise aussi dans la parfumerie pour la préparation des savons et des cosmétiques. Son usage a été adopté par plusieurs pharmacopées.

TOURTEAUX

Il existe dans le commerce plusieurs espèces de tourteaux d'Arachide qui diffèrent notablement entre eux par leur nuance, leur saveur et leurs qualités alimentaires, suivant la provenance des graines traitées et selon que celles-ci étaient, avant leur pression, privées ou munies de leur coque.

Les espèces que l'on trouve sur les marchés de Marseille et de Dunkerque, qui sont les deux principaux centres de cette fabrication, sont :

- 1° Les *tourteaux d'Arachide décortiqués de Rufisque* ;
- 2° Les *tourteaux d'Arachide décortiqués de Bombay* ;
- 3° Les *tourteaux d'Arachide décortiqués de Coromandel* ;
- 4° Les *tourteaux d'Arachide bruts* ou *tourteaux d'Arachide pailleux*.

1° *Tourteaux d'Arachide de Rufisque.* — Ces tourteaux, qui sont les plus beaux et les plus estimés, sont préparés avec les graines d'Arachide du Sénégal (Rufisque) mondées de leur épisperme. Ils ont une teinte d'un blanc crémeux, nuancée de quelques points jaune doré ou

rougeâtres, représentant des débris du spermoderme. La consistance de ces tourteaux n'est pas très dure; leur cassure est farineuse: ils se dissocient facilement sous la pression du doigt et se désagrègent rapidement dans l'eau avec laquelle ils forment un magma blanc, parsemé de quelques points brun rougeâtre, représentant les fragments du tégument de graines imparfaitement mondées.

L'eau de lavage de ce tourteau a un aspect louche et blanchâtre, dû à l'amidon qu'elle entraîne en suspension. *Traité par la solution iodo-iodurée, ce tourteau bleuit immédiatement.* Quand il est frais, il possède une odeur de haricot frais, une saveur douce et agréable, suivie d'un arrière-goût un peu amer.

Les *tourteaux d'Arachides de Bombay* sont moins blancs et plus durs que les précédents: ils ont une teinte grise qui leur est communiquée par une proportion plus considérable de fragments de l'épisperme.

Les *tourteaux d'Arachides de Coromandel*, moins appréciés que les précédents, ont une couleur brun roux et sont souvent moins rances. Comme ceux de Bombay, ils se comportent avec l'eau et la solution iodo-iodurée de la même façon que les tourteaux de Rufisque.

Les *tourteaux d'Arachides bruts*, encore appelés *tourteaux d'Arachides pailleux*, sont ceux dans lesquels la coque a été broyée avec la graine. On comprend aussi dans cette catégorie les résidus de graines décortiquées auxquels on ajoute, lors de la dernière pression, des coques d'Arachide qui divisent la masse et facilitent la sortie de l'huile. Examinés à l'œil nu, ces tourteaux ont une apparence toute différente des autres: ils ont une teinte grisâtre ou gris noirâtre, une texture très grossière, lamelleuse; en les cassant, on en isole facilement de nombreux débris très résistants, plus ou moins volumineux, provenant de la coque fibreuse du péricarpe; on y distingue en outre de nombreux filaments ou débris linéaires provenant des fibres localisées à la périphérie des faisceaux fibro-vasculaires qui constituent le réseau proéminent de la coque. Quand on désagrège dans l'eau les tourteaux d'Arachide pailleux, on obtient un dépôt grisâtre sale qui se distingue de celui qui caractérise les tourteaux d'Arachide décortiqués, non seulement par sa couleur, mais encore par la quantité considérable de débris organisés tout différents des débris de cotylédons qui constituent la partie nutritive du tourteau.

Examen microscopique. — Les *tourteaux d'Arachides décortiqués*, si purs qu'ils soient, renferment toujours une certaine quantité de débris du spermoderme facilement reconnaissables à leur teinte brune ou jaune brun. En délayant ces tourteaux dans l'eau, il sera facile d'isoler ces éléments colorés des autres particules blanches qui représentent la substance des cotylédons.

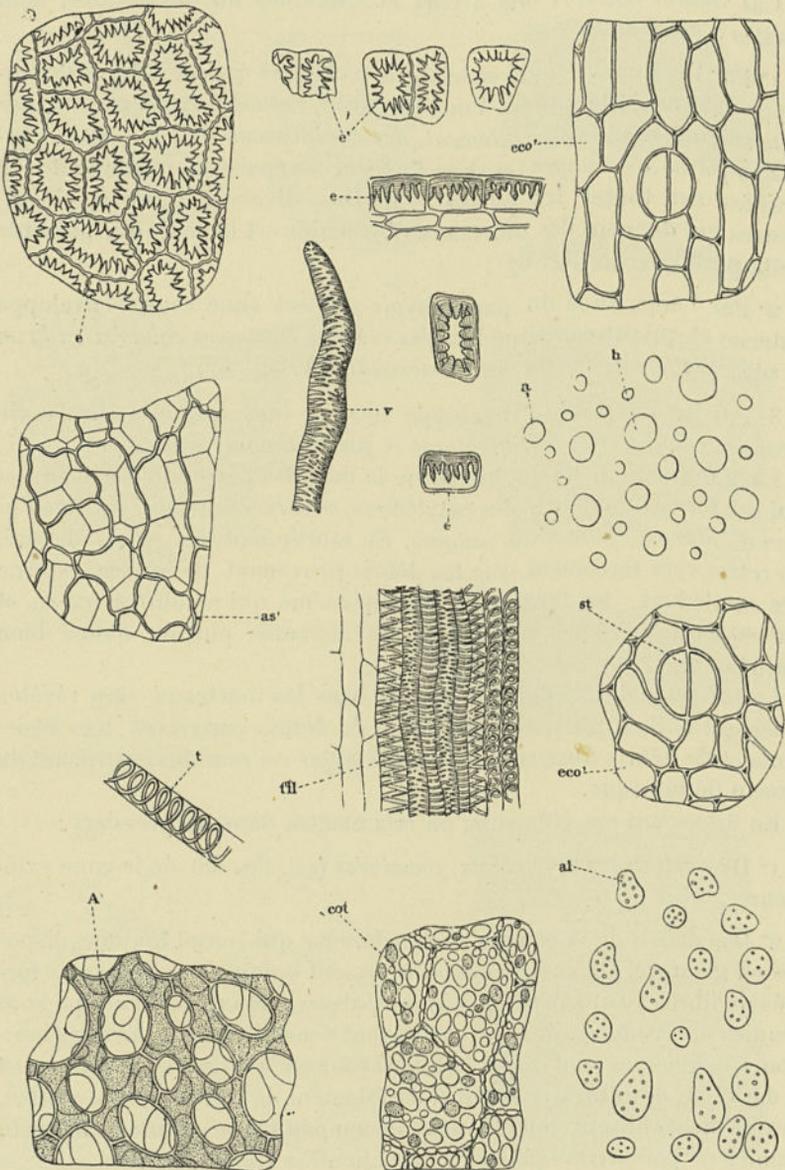


FIG. 67. — Éléments de tourteau d'Arachides décortiqués.

e, e', épiderme du légument montrant les ornements frangés des parois externes des cellules; *A*, cellules rameuses vues de face; *as'*, assise hyaline vue de face; *a*, amidon; *h*, globules huileux; *al*, grains d'aleurone; *cot*, cotylédon avec amidon et globules huileux; *eco'*, épiderme du cotylédon; *t, v*, trachée, vaisseau; *fl*, faisceaux libéroligneux.

Ces débris colorés, mis à part et examinés au microscope, sont faciles à reconnaître :

1° Par l'apparence toute spéciale des cellules qui constituent l'enveloppe externe de la graine. Vues de profil, ces cellules présentent, sur leur surface supérieure seulement, des épaissements linéaires découpés en forme de franges (*e*). Vus de face, ces épaissements sont bien visibles sur toutes les parois (*e'*). Des diverses graines oléagineuses qui donnent des tourteaux, l'Arachide est la seule qui présente cette particularité (fig. 67) ;

2° Par l'apparence du parenchyme qui est situé sous l'enveloppe externe et qui est constitué par des cellules rameuses colorées en brun et séparées par de larges méats arrondis (A, fig. 67) ;

3° Par les débris de l'enveloppe hyaline (*as'*), qui est formée de grandes cellules à parois incolores et plus ou moins ondulées.

La gangue blanche qui constitue la majeure partie du tourteau, et qui est formée de débris des cotylédons, se colorera en bleu par la solution d'iodure de potassium iodurée. En multipliant les prises d'essai, on retrouvera forcément, sur les débris provenant de la face externe des cotylédons, des fragments de l'épiderme qui entoure ceux-ci, et qui est caractérisé par la présence de stomates plus ou moins bien formés.

La présence des coques d'Arachide dans les tourteaux sera révélée aisément à l'œil nu par la présence de débris papyracés très résistants et de débris fibreux, linéaires, simples ou ramifiés, provenant du réseau de la coque.

En dissociant ces éléments, on reconnaîtra dans les premiers :

1° Des cellules polygonales ponctuées (*sc'*, fig. 68) de la zone extérieure ;

2° Des débris de la couche fibro-scléreuse qui seront toujours disposés en groupes. De ces éléments fortement colorés, les uns sont formés de fibres fusiformes (*f*, *f'*) très épaisses, très résistantes, qui sont réunies en groupes, où elles conservent sensiblement la même direction. Ces groupes sont disposés à leur tour en couches superposées, et la direction des fibres varie considérablement de l'une à l'autre couche. Ces éléments fibreux sont en outre accompagnés de cellules scléreuses munies de parois très épaisses et canaliculées (*cs*, *cp*, *cs'*).

En désagrégeant les filaments linéaires provenant du réseau de la coque, on distinguera toujours, à la périphérie des faisceaux fibro-vasculaires qui les constituent, des amas de grandes cellules polygonales (*c*), munies de parois ponctuées et garnies d'épaissements linéaires, obliques ou spiralés. C'est la présence de ces cellules rayées et ponctuées qui contribue à donner aux mailles du réseau des coques d'Arachide la résistance qui les caractérise.

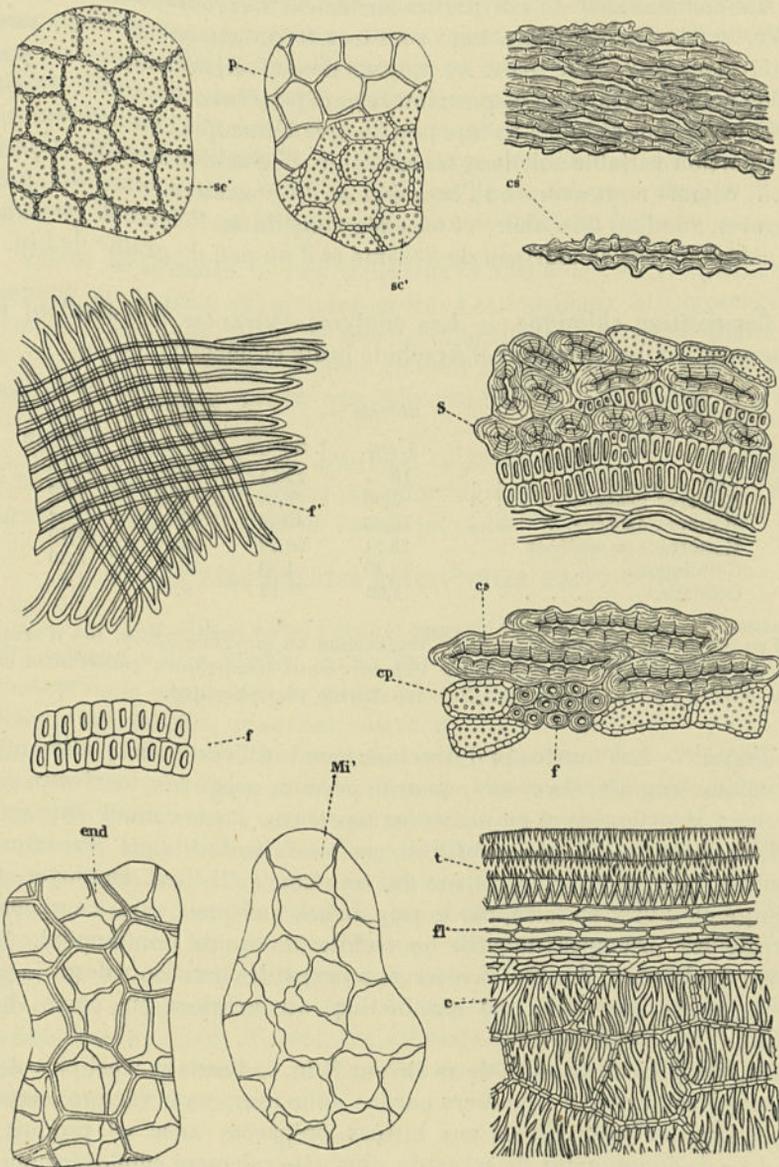


FIG. 68. — Éléments de la coque d'Arachide.

sc', éléments de la couche scléreuse externe; *p*, parenchyme; *cs*, cellules scléreuses isolées ou en paquets; *S*, couche scléreuse moyenne; *f*, fibres ou éléments courts orientés diversement, ponctués, *cp*, ou fortement sclérifiés, *cs*; *end*, endocarpe; *t*, trachées; *fl*, fibres libériennes; *c*, cellules à ornements rayés ou réticulés; *Mi'*, parenchyme de la zone interne du mésocarpe.

La connaissance de ces particularités est *très intéressante à posséder*, car les coques d'Arachide sont très fréquemment utilisées pour *addition frauduleuse*. Avec les moyens de pulvérisation que l'on possède actuellement, ces coques inertes, dépourvues de toute qualité nutritive, sont réduites en une poudre très ténue que l'on introduit en proportion variable soit dans les tourteaux d'Arachide dits *décortiqués*, soit, comme nous avons eu l'occasion de le constater, dans des provendes, vendues très cher, et où elles constituent l'élément essentiel à côté d'un peu de tourteau de Sésame et d'un peu de graine de Lin.

Composition chimique. — Les analyses suivantes représentent la composition des tourteaux d'Arachide bruts et décortiqués.

	DÉCUGIS		GRANDEAU	
	T. brut.	T. décortiqué	T. d'A. en coques	T. décortiqué.
Eau.	10 »	12,85	9,80	11,50
Matières grasses.	5,90	6,20	8,90	7,30
Matières azotées.	30,63	48,44	31 »	47 »
Matières non azotées.	29,71	25,29	20,70	24,10
Cellulose.	18,10	1,80	22,70	5,20
Cendres.	5,66	5,42	6,90	4,90

Les tourteaux d'Arachides brutes renferment en moyenne 5,35 p. 100 d'azote et 0,59 p. 100 d'acide phosphorique. Les tourteaux décortiqués contiennent en moyenne 7,9 p. 100 d'azote et 1,33 p. 100 d'acide phosphorique.

Usages. — Les tourteaux d'Arachides sont utilisés comme aliments et comme engrais. On réserve pour le premier usage les tourteaux de graines décortiquées et on utilise les tourteaux bruts comme engrais.

L'agriculteur qui désire utiliser ces produits doit, dans ses commandes, bien stipuler la nature du tourteau qu'il veut employer et l'usage qu'il veut en faire, car le prix de ces tourteaux varie en raison directe des principes nutritifs ou fertilisants qu'ils contiennent. Il devra également faire toutes réserves au sujet des tourteaux de graines décortiquées aux lieux de production, ou avariées en cours de route.

Habituellement, à cause de sa saveur fade, ce tourteau n'est pas, de prime-abord, accepté volontiers par les animaux ; pour vaincre cette répulsion, on ajoute du sel aux buvées préparées avec ce produit. La dose de 40 grammes de sel est la plus généralement employée pour la ration quotidienne.

Par sa richesse en matières protéiques, le tourteau d'Arachides occupe le premier rang dans la catégorie des tourteaux alimentaires ; comme il est très riche aussi en matières ternaires et qu'il a l'avantage de ne pas communiquer de mauvais goût à la viande et au lait, il est très largement employé en Angleterre pour l'engraissement des bestiaux.

On lui a parfois reproché d'occasionner de la constipation, par son usage prolongé, mais cet inconvénient peut être facilement conjuré par le choix judicieux des aliments qu'on lui associe.

Cent kilogrammes de foin peuvent être remplacés par 23 kilogrammes de tourteau d'Arachides brutes et 15 kilogrammes de tourteau d'Arachides décortiquées. La proportion de paille à ajouter pour compléter l'équivalent azoté du Foin est de 89 kilogrammes pour le tourteau brut et de 98 kilogrammes pour le tourteau décortiqué.

Valeur fertilisante. — Les tourteaux d'Arachides sont considérés comme un engrais de premier ordre. Les tourteaux de Coromandel sont généralement, avec les tourteaux bruts, ceux que l'on consacre à cet usage, en raison de leur couleur foncée, qui leur donne une apparence moins favorable que celle des tourteaux de Rufisque et de Bombay.

Cent kilogrammes de tourteau d'Arachides brut représentent 1.342 kilogrammes de fumier au point de vue de l'azote et 295 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique.

AUTRES LÉGUMINEUSES SUSCEPTIBLES D'APPLICATION

On a parfois utilisé aussi comme engrais les résidus du traitement des semences d'*Indigotier*, qu'on envoie des Indes en Europe pour l'usage de la teinture. Ces résidus constitueraient un tourteau de couleur brun jaunâtre, de saveur amère, qui devient gélatineux quand on le délaie dans l'eau. Ce tourteau n'est pas un article courant, et malgré tous les efforts qu'il a faits pour s'en procurer des échantillons, M. CORNEVIN n'y est pas parvenu.

Dans la classification des divers tourteaux alimentaires se trouve mentionné aussi le TOURTEAU DE SOJA ou SOYA, qui est fourni par les graines du *Soja hispida* MOENCH, qui sont très exploitées dans l'Extrême-Orient et importées en Europe en assez grande quantité. Ces graines fournissent un tourteau titrant 5,32 p. 100 d'huile et 45,93 p. 100 de matières albuminoïdes. Un pareil produit constituerait assurément un excellent aliment, mais il reste à savoir si son prix serait abordable et permettrait de le mettre en concurrence avec les autres tourteaux alimentaires.

ROSACEES

AMANDES

Sous le nom de tourteau d'Amandes nous confondrons les résidus de l'expression des AMANDES DOUCES et des AMANDES AMÈRES.

Les AMANDES DOUCES sont fournies par l'AMANDIER (*Amygdalus communis* L. var. *dulcis*), arbre d'une origine indéterminée, mais dont la culture s'est propagée depuis une époque très ancienne dans toute la région méditerranéenne et jusque dans l'Europe centrale.

Les AMANDES AMÈRES sont fournies par l'*A. communis* var. *amara* DC. (*Prunus amygdalus* H. Bn : var. *amara*), dont les caractères botaniques et la distribution géographique sont les mêmes que ceux de l'espèce précédente.

Les graines de ces deux espèces soumises à la pression fournissent une huile qui, sous le nom d'*huile d'Amandes douces*, est d'un emploi journalier dans la pharmacie et la parfumerie, et à laquelle on substitue l'huile de noyaux de l'ABRICOTIER (*Armeniaca vulgaris* L.).

GRAINES

Caractères extérieurs — Les Amandes douces sont ovales ou oblongues, comprimées, élargies et renflées à la base, pointues au sommet; elles mesurent 2 centimètres et demi à 3 centimètres de longueur, 15 millimètres de largeur et 7 à 8 millimètres d'épaisseur. Elles sont recouvertes d'un spermoderme rugueux, d'une teinte brun cannelle. Au tiers environ de sa longueur, au-dessous du sommet, on observe, sur un des bords de ce spermoderme, un long repli qui part du hile, contourne l'extrémité arrondie et aboutit à la chalaze. De cette dernière se détachent des nervures ramifiées qui sillonnent le tégument pour aboutir à son sommet, où se trouve le micropyle. En plongeant ces graines pendant quelques instants dans l'eau bouillante, on enlève facilement, par la pression entre les doigts, l'enveloppe séminale et on met à nu une amande composée de deux gros cotylédons plan-convexes, blanchâtres, charnus et huileux. Ces graines ont une saveur douce. Triturées dans l'eau, elles donnent une émulsion laiteuse d'un goût agréable.

Les Amandes amères ne diffèrent des Amandes douces que par leur dimension plus petite, leur amertume très marquée et l'odeur d'acide cyanhydrique qu'elles exhalent quand on les mâche ou quand les triture avec de l'eau.

Structure histologique. — La structure anatomique des Amandes douces et des Amandes amères est absolument identique. Leur tégument se compose de trois couches bien distinctes : 1° une assise extérieure entièrement formée d'une couche de grosses cellules scléreuses, très irrégulières dans leur forme qui rappelle celle d'un barillet, d'un œuf ou d'un chapeau, et munies de parois assez épaisses et finement ponctuées ; ces cellules correspondent à l'épiderme, dont les cellules sont transformées en papilles courtes et sclérifiées ; 2° un parenchyme assez volumineux formé de cellules polygonales, allongées tangentiellement, munies de parois, faiblement épaissies et colorées dans les couches extérieures, plus minces et incolores dans les couches internes : ce parenchyme est sillonné de faisceaux vasculaires assez volumineux ; 3° une couche hyaline, provenant de la résorption plus ou moins complète du tégument interne de l'ovule et de l'albumen, et se présentant sous la forme d'une membrane sans structure histologique apparente sur les graines mûres. L'albumen est représenté par une couche de cellules munies de parois épaisses et riches en granulations protéiques. Les cotylédons sont constitués par un tissu de cellules polygonales renfermant de l'huile fixe et de l'aleurone.

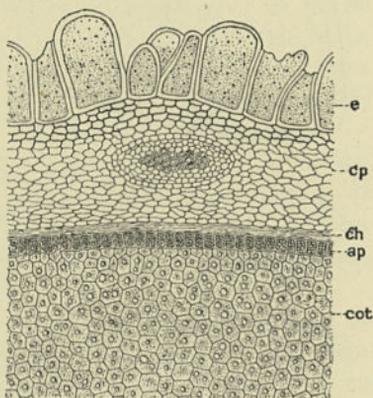


FIG. 69. — Section transversale du tégument de l'*Amygdalus communis*.

e, épiderme ; cp, couche parenchymateuse avec faisceaux vasculaires ; ch, couche hyaline ; ap, assise protéique ; cot, cotylédon.

TOURTEAU

Le tourteau d'Amandes, plus généralement connu sous le nom de *pâte d'Amandes*, se présente sous l'aspect d'une poudre grisâtre ou gris rougeâtre, dans laquelle on distingue à la loupe ou à l'œil nu une certaine quantité de débris colorés en brun, représentant des fragments de spermoderme. Cette poudre se délaie facilement dans l'eau, et dans le dépôt lavé on peut séparer rapidement les débris du spermoderme de la gangue blanchâtre qui constitue la majeure partie de cette substance.

Examen microscopique. — Le tourteau d'Amandes est nettement

caractérisé : 1° par la présence de cellules scléreuses aux formes variées provenant de l'enveloppe extérieure de la graine. Ces cellules sont munies de parois épaisses, faiblement ponctuées ; elles sont entières ou brisées ;

2° Par des débris de la couche parenchymateuse du spermoderme, dans lesquels on retrouve de gros cristaux d'oxalate de chaux en forme de rosette ;

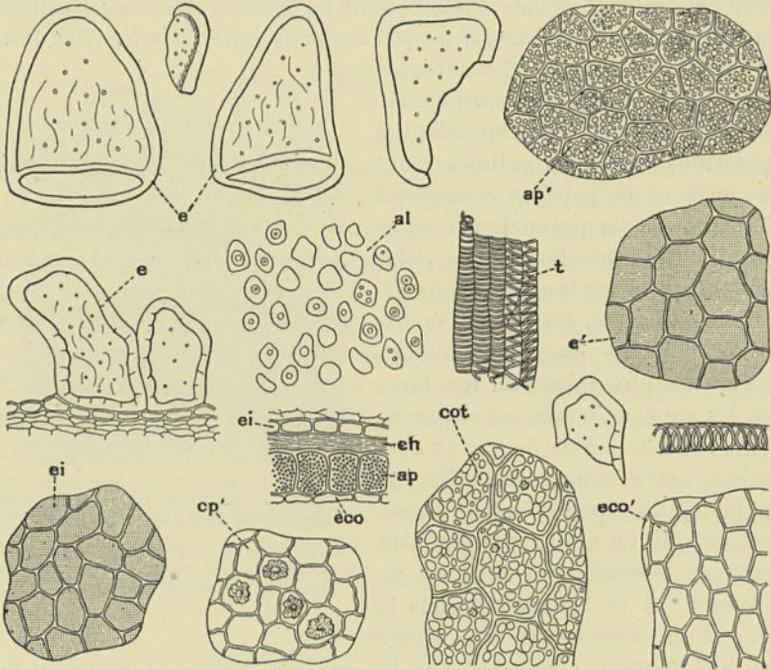


FIG. 70. — e, e' cellules papilleuses épidermiques; cp' couche parenchymateuse du tégument avec cristaux en rosette; ei, assise interne du tégument; ap' assise protéique; al, aleurone grossi.

3° Par des débris de l'assise protéique, facilement reconnaissable à ses cellules à parois épaisses et à contenu granuleux ;

4° A la forme et à la dimension des grains d'aleurone qui remplissent les cellules des cotylédons.

Composition chimique. — Le tourteau d'Amandes présente la composition suivante :

Eau	9,69
Matières grasses.	15,15
Matières azotées.	41,28
Matières non azotées.	20,63
Cellulose.	8,94
Cendres.	4,31

Il contient 6,60 p. 100 d'azote.

Usages. — Ce résidu industriel, en raison de son origine à laquelle concourt l'Amande amère, ne peut être utilisé comme aliment pour les bestiaux, mais l'industrie de la parfumerie en tire un parti avantageux pour la préparation des *pâtes d'Amandes* et de l'*essence d'Amandes amères*. Il est d'ailleurs vendu aux parfumeurs et aux fabricants de produits chimiques à un prix inabordable pour l'agriculture.

Substitution. — On substitue aujourd'hui couramment les produits des *Noyaux d'Abricots de Syrie* à ceux que fournissaient jadis les Amandes. L'essence d'Amandes amères n'existe, pour ainsi dire, pas dans le commerce; quand l'acheteur ne spécifie pas d'une façon absolue, on lui livre toujours de l'*essence de Noyaux*. Il en est de même de l'huile. L'huile d'Amandes douces vraie vaut environ 4 fr. 50 le kilogramme, celle de noyaux 1 fr. 60 à 2 francs. Aussi, de même que pour l'essence, sauf indication précise, l'huile d'Amandes vraie est-elle toujours remplacée par l'*huile de Noyaux*.

100 kilogr. de noyaux réduits en poudre donnent 33 kilogr. d'huile et 67 kilogr. de tourteaux; de ces tourteaux, résidus de l'extraction de l'huile, on extrait par l'eau à la distillation 1,893 p. 100 d'essence, dite *essence de Noyaux* et remplaçant commercialement l'essence d'Amandes amères.

Les noyaux d'Abricots proviennent, pour la plus grande partie, de Syrie; on laisse tomber les fruits qui pourrissent, l'on attend que les noyaux s'ouvrent et l'on ramasse la graine. Le marché principal est Marseille, où le prix de vente varie entre 60 et 105 francs les 100 kilogrammes. En 1903, le prix moyen était de 70 à 75 francs.

OMBELLIFÈRES

Dans certaines régions de l'Allemagne et notamment à Miltitz, près de Leipzig, on distille des quantités extrêmement considérables de

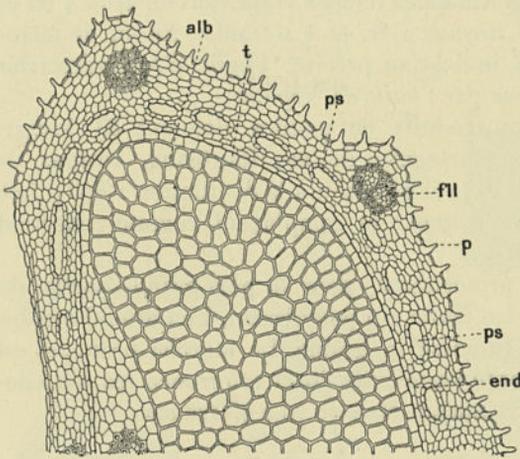


FIG. 71. — Coupe transversale d'un fruit encore jeune de *Pimpinella Anisum*.

p, cellule épidermique prolongée en poils; *ps*, poche sécrétrice; *fll*, faisceaux du mésocarpe; *end*, endocarpe; *t*, tégument.

fruits d'Ombellifères, pour en retirer leur huile essentielle. Les résidus de la distillation, qui sont extrêmement riches en principes azotés, sont employés dans ces régions pour la nourriture des animaux. Le profit que les distillateurs allemands retirent de ces résidus industriels leur permet de soutenir avantageusement la concurrence avec les fabricants installés dans les pays producteurs de ces fruits. Les fruits que l'on utilise ainsi

après leur distillation sont ceux d'ANIS de Russie, de CORIANDRE, de FENOUIL, de CARVI et d'AJOWAN. Ces résidus ne sont pas comprimés en forme de tourteau, car ils renferment encore une grande partie de leur huile fixe qui intervient comme aliment; ils sont simplement, quand on les retire des appareils distillatoires, soumis à la dessiccation. Ces fruits ayant été, avant leur traitement, contusés grossièrement pour faciliter la distillation de leurs principes aromatiques, se présentent à la sortie des alambics et après leur dessiccation sous forme de poudre grossière dans laquelle quelques-uns d'entre eux ont conservé leur forme primitive; s'ils ont conservé quelques-uns de leurs caractères extérieurs, ces résidus sont complètement inodores; ils sont tellement riches en huile fixe qu'ils tachent presque immédiatement le papier des sacs qui les contiennent.

ANIS VERT

L'ANIS VERT (*Pimpinella Anisum* L.) est une plante herbacée annuelle, originaire de l'Afrique et de l'Asie Mineure et qui croît dans les bois humides de l'Europe. Les principaux pays producteurs d'Anis vert sont : la Russie, le Levant, l'Espagne et la Bulgarie. Le produit total de la récolte d'Anis en Russie s'est élevé, pour l'année 1899, à 300 wagons de 10.000 kilogrammes, dont la majeure partie a été soumise à la distillation.

Caractères extérieurs. — Les fruits d'Anis vert sont ovoïdes ou piriformes, élargis à la base, rétrécis au sommet, qui est couronné par un stylopede épais, supportant deux styles réfléchis. Leur surface extérieure de couleur vert grisâtre, uniforme, est hérissée d'une multitude de poils courts et rudes. Les méricarpes, généralement soudés, portent chacun cinq côtes filiformes à peine saillantes et égales entre elles. La section transversale est orbiculaire; elle est caractérisée par la présence d'un nombre considérable de canaux sécréteurs qui sont disposés au nombre de trois à quatre dans chaque vallécule et qui présentent des dimensions très variables.

Structure histologique (1). — L'épicarpe, formé de cellules polygonales, est recouvert par une cuticule *striée* et garni de stomates et de poils tecteurs. Ces derniers sont *unicellulaires, coniques, courts, tuberculeux*; assez caducs, ils laissent, en tombant, une cicatrice arrondie ou ovale correspondant à leur point d'insertion.

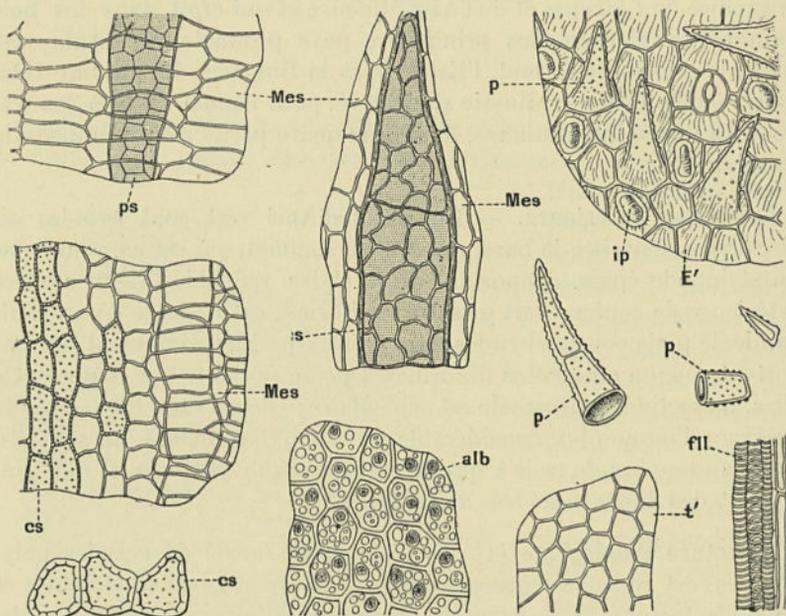
En dehors des faisceaux vasculaires des côtes, le mésocarpe présente des cellules scléreuses de formes assez irrégulières, munies de parois peu épaisses et ponctuées; il contient dans sa partie interne un nombre *assez considérable, mais inconstant de poches sécrétrices, de largeur variable (ps)*, qui le parcourent dans toute sa longueur. L'endocarpe est formé de cellules assez larges, toutes allongées dans le sens tangentiel.

Le tégument séminal est représenté dans ce fruit, comme chez la plupart des Ombellifères, par une seule assise de cellules (*t*), qui entoure l'albumen. Ces cellules sont régulières, un peu rectangu-

(1) Pour l'examen histologique de ces fruits, il convient de délayer dans de l'eau une certaine partie du résidu, et de rechercher dans le magma des fruits entiers, en choisissant parmi eux ceux qui paraîtront les moins développés. Dans les fruits jeunes en effet les parenchymes moins aplatis permettent un examen beaucoup plus aisé : les poils épidermiques, les canaux sécréteurs caulinaires des faisceaux, etc., sont autant de caractères qui apparaîtront dès lors avec facilité et dont la recherche est souvent difficile dans les fruits trop mûrs.

laire en coupe, et n'offrent jamais de caractères saillants de détermination.

Les cellules qui constituent l'albumen sont polygonales, à parois faiblement épaissies ; elles contiennent de l'aleurone et des petits cristaux étoilés d'oxalate de chaux.



E', épiderme à cuticule striée, et cellules prolongées en poils *p* légèrement tuberculeux, coniques, caducs et laissant des impressions arrondies *ip*; *Mes*, parenchyme du mésocarpe avec trace de poches sécrétrices *ps*; *s*, cellules de bordure d'une poche sécrétrice; *t'*, assise tégumentaire; *cs*, cellules scléreuses; *fil.*, faisceau libéro-ligneux dont les éléments vasculaires sont accompagnés de sclérenchyme fibreux.

RÉSIDU DE LA DISTILLATION

Le résidu de la distillation de l'Anis vert se présente sous l'aspect d'une *poudre grossière, de couleur brune*, dans laquelle on distingue un certain nombre de débris filiformes pâles et brillants, représentant le pédoncule, la columelle et les faisceaux libéro-ligneux qui sillonnent les côtes primaires du fruit. Cette poudre est complètement inodore.

Examen microscopique. — En faisant bouillir pendant quelques instants cette poudre dans l'eau alcalinisée, on peut y reconnaître facilement les éléments anatomiques qui caractérisent le fruit d'Anis ; ce sont :

1° Les débris de l'épicarpe (*E'*) qui est *strié, garni de stomates, de*

poils tecteurs (p) uni ou bicellulaires hérissés de petits tubercules, et présente des impressions arrondies formées par la base des poils caducs ;

2° Les *canaux ou poches sécrétrices (ps)*, qui sont généralement plus étroits, mais plus nombreux que dans les autres fruits d'Ombellifères et presque contigus ;

3° Les cellules scléreuses ponctuées (*cs*), qui sont localisées dans le voisinage des faisceaux vasculaires des côtes. Ces cellules sont assez irrégulières dans leur forme ;

4° La présence de petites macles cristallines à côté des grains d'aleurone dans les cellules de l'albumen (*alb*, fig. 72).

Composition chimique. — Les analyses exécutées sur les résidus de la distillation des fruits d'Anis à la station royale d'essais de Möckern, en Saxe (1), ont fourni comme résultats : 17 à 19 p. 100 de matières protéiques et 16 à 22 p. 100 de corps gras.

Usages. — Les résidus de la distillation de l'Anis vert sont utilisés en Allemagne, en Russie et en Galicie pour l'alimentation des animaux.

CARVI (*Carum Carvi* L.).

Le CARVI ou CUMIN DES PRÉS (*Carum Carvi* L.) est une plante bis-annuelle qui croît dans les prairies et les terres humides des régions tempérées de l'Europe. Les fruits sont principalement récoltés en Hollande, en Bavière, dans le Tyrol, la Prusse orientale, la Norvège, et la France ; ils sont l'objet d'un commerce très important en Allemagne, qui, en 1896, en a importé 1.878.500 kilogrammes. La Hollande est le pays régulateur du marché de ce fruit.

FRUIT

Caractères extérieurs. — Les fruits de Carvi sont lisses, ovoïdes, comprimés latéralement, légèrement arqués, surmontés d'un stylopode conique et des deux branches réfléchies du style. Ils ont 5 millimètres de long et 1 millimètre de large ; leur aspect est *corné* et *translucide*. Les méricarpes, très souvent séparés l'un de l'autre, sont marqués de cinq côtes moins pâles, moins larges que les vallécules, qui sont, au contraire, *d'un brun foncé et luisantes*. La section transversale est à peu près pentagonale.

Structure histologique. — L'épicarpe (*r*) est formé de cellules polygonales à parois ondulées, recouvertes par une *cuticule striée*. Le

(1) UHLITZCH, *Rückstände der fabrication ætherischer Oele. Die landwirthschaftlichen Versuchstationen*, XLII, 1893, p. 29.

mésocarpe contient six poches sécrétrices, dont quatre sont placées sur la face dorsale et deux sur chacune des faces commissurales; en plus de ces grosses poches, on observe, adossé à chacun des faisceaux vasculaires, un petit canal sécréteur caulinaire (*cs*).

Le mésocarpe contient des cellules scléreuses ponctuées, irrégulières dans leur forme et leur direction.

Les faisceaux vasculaires sont bordés de trachéides ponctuées et de fibres lisses à parois assez épaisses. Les cellules de bordure qui tapissent les canaux sécréteurs, sont caractérisées en certains points par la présence d'épaississements particuliers sur leurs parois, qui revêtent ainsi une apparence ponctuée (*cb'*, fig. 74).

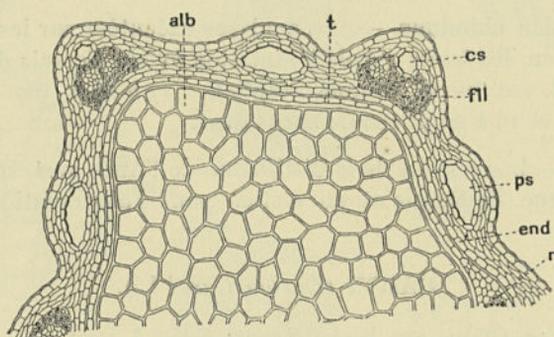


Fig. 73. — Section transversale d'un méricarpe du fruit de *Carum Carvi*.

Méricarpe avec poches sécrétrices valléculaires volumineuses *ps* et canaux sécréteurs fasciculaires *cs*; *r*, raphé; *t*, assise du tégument séminal; *alb*, albumen.

Les cellules de l'albumen renferment de l'aleurone et des cristaux étoilés d'oxalate de chaux.

RÉSIDU

Caractères extérieurs. — Le résidu de la distillation des fruits de Carvi est une poudre grossière toute différente de la précédente; elle a une couleur brun pâle ou gris brun; à côté de débris informes, on distingue très nettement des fruits isolés ou leurs péricarpes qui sont aplatis, plus ou moins déformés, mais qui ont conservé néanmoins la plupart de leurs caractères extérieurs. Ces débris de fruits et d'enveloppes sont accompagnés de fragments filiformes plus pâles, représentant les pédoncules et les columelles des fruits. Cette poudre est à peu près inodore; mais, quand on la fait bouillir dans l'eau, elle exhale une odeur aromatique.

Examen microscopique. — L'examen à l'œil nu pourrait à la rigueur permettre de constater l'identité de ce résidu; mais comme il peut

présenter sous un aspect différent de celui sous lequel il nous a été envoyé, nous donnerons comme pouvant servir à le caractériser :

- 1° Les fragments de l'épicarpe (E'), qui est *strié, formé de cellules ondulées, garni de stomates et dépourvu de poils* ;
- 2° La *présence de petits canaux caulinaires (cs')* adossés au liber des

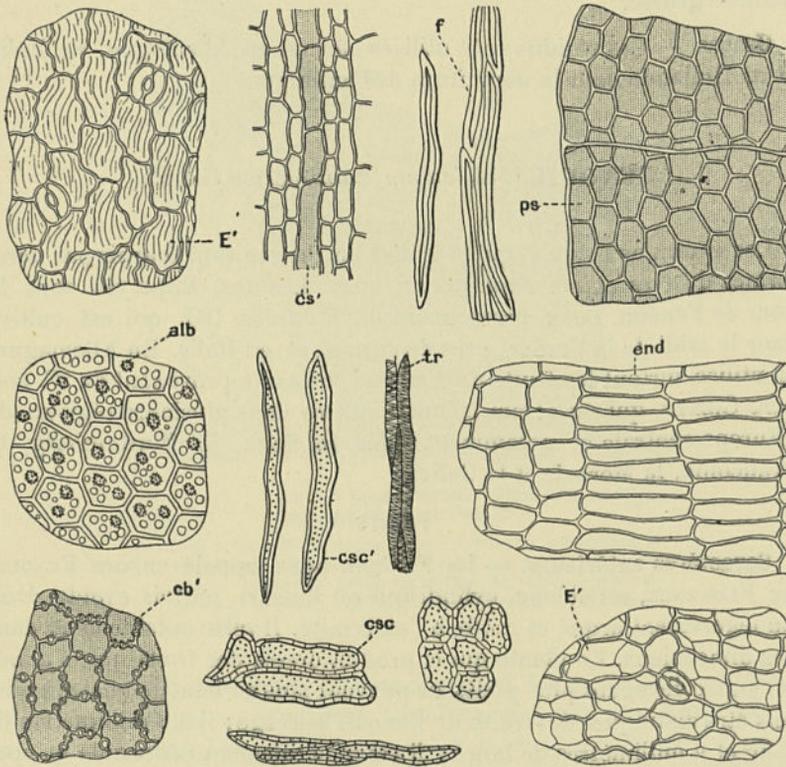


Fig. 74. — Éléments du résidu de la distillation des fruits de Carvi.

E', épicarpe à cuticule striée; cs', canal sécréteur caulinaire accompagnant des faisceaux; ps, poche sécrétrice dont en cb' un fragment montre les cellules de bordure avec leur épaississements particuliers; esc, csc', cellules scléreuses du mésocarpe; f, fibre; end, endocarpe; alb, albumen avec aleurone et macles d'oxalate de calcium.

faisceaux ; ces canaux se distinguent des autres par leurs dimensions très réduites ;

3° La disposition toute spéciale des cellules de bordure (cb') des gros canaux sécréteurs et qui présentent sur leurs parois des renflements particuliers ;

4° La présence de fibres lisses et de trachéides dans les faisceaux libéro-ligneux ;

5° Enfin la présence de *cristaux maclés* dans les cellules de l'albumen (*alb*) à côté des grains d'aleurone.

Composition chimique. — D'après une série d'analyses faites à la station royale d'essais de Möckern, en Saxe, le Carvi sec, épuisé et destiné au bétail, renferme 20-23,5 p. 100 de matières protéiques brutes dont 75-85 p. 100 sont susceptibles d'être digérées et 14 à 16 p. 100 de matière grasse.

Usages. — Ces résidus sont utilisés surtout en Allemagne, en Italie et en Hollande pour la nourriture des animaux.

FENOUIL (*Foeniculum capillaceum* GILIB.).

LES FRUITS DE FENOUIL qu'on utilise en France sont fournis par deux formes du *Foeniculum capillaceum* GILIB. Les uns, employés sous le nom de FENOUIL DOUX, proviennent du *F. dulce* DC. qui est cultivé dans le midi de la France, près de Nîmes, et en Italie. En Allemagne, on utilise surtout les fruits du FENOUIL VULGAIRE provenant du *F. vulgare* GÆRTN, qui est communément cultivé dans plusieurs régions de l'Europe centrale et notamment dans la Saxe, le Wurtemberg, la Franconie, la Moravie et la Galicie.

FRUITS

Caractères extérieurs. — Le FENOUIL DOUX, appelé encore FENOUIL DE FLORENCE, est oblong, cylindrique ou linéaire, parfois ovoïde, droit ou légèrement arqué et renflé à l'extrémité. Il varie notablement dans ses dimensions. La plante qui le produit donne des fruits qui, d'année en année devenant plus petits, ne peuvent plus au bout de quatre à cinq ans être distingués des fruits de Fenouil sauvage; il a 8 millimètres de long et 2 millimètres de large; il est généralement pédonculé et couronné à son sommet par les cinq dents du calice et deux stylopoies. Les deux méricarpes ordinairement soudés sont glabres; ils présentent cinq côtes saillantes, obtusément carénées, dont les deux marginales sont un peu plus développées que les autres. Vu en masse, ce Fenouil a une coloration verdâtre pâle.

Le FENOUIL VULGAIRE, appelé encore FENOUIL D'ALLEMAGNE ou FENOUIL DE SAXE, est ovoïde, oblong, un peu comprimé latéralement, surmonté d'un stylopoie court et simple et à la base, il mesure de 4 à 5 millimètres de largeur; il est glabre et a une teinte générale d'un brun foncé. Vu en masse, il est d'une teinte brun verdâtre et possède une saveur fortement aromatique.

Structure histologique. — Épicarpe formé de cellules polygonales, à parois droites, recouvertes par une cuticule lisse. Mésocarpe renfer-

mant les canaux sécréteurs et caractérisé par la présence de nombreuses *cellules* de forme et de dimensions très variables, mais *présentant sur leurs parois des épaissements linéaires ou spiralés qui sont très apparents et leur donnent un aspect plus ou moins réticulé ou spiralé (csp)*.

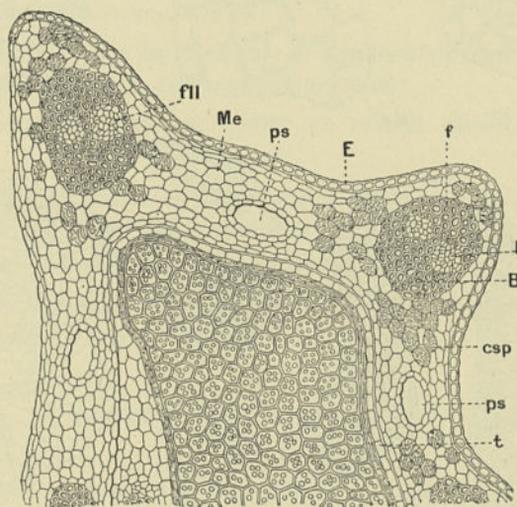


FIG. 75. — Section transversale d'un méricarpe du fruit du *Faniculum dulce*.

E, épicarpe; *Me*, mésocarpe avec poches sécrétrices *ps* et faisceaux conducteurs *fil*; dans ces derniers on distingue le bois *B*, perdu au milieu du sclérenchyme fibreux *f*; *l*, liber; *csp*, cellules sclérifiées à ornements spiralés.

Dans sa partie externe le mésocarpe est formé de larges cellules polygonales à parois ponctuées. L'endocarpe (*end*), tout à fait caractéristique, est formé de cellules allongées et réunies en groupes qui ont une orientation différente et très apparente sur les débris vus de face. Cristaux d'oxalate de chaux dans les cellules de l'albumen.

RÉSIDU DE FENOUIL

Tel qu'il nous a été envoyé d'Allemagne (1), ce résidu se reconnaît facilement à l'œil nu. Il présente une teinte brune et exhale une odeur bien prononcée. Les éléments pulvérulents y sont peu nombreux; c'est plutôt un assemblage de particules de fruits dissociés, parmi lesquelles on observe un très grand nombre de fruits entiers, légèrement déformés, mais ayant conservé la plupart de leurs caractères extérieurs. On observe dans cet assemblage un grand nombre de fragments filiformes, grisâtres, qui représentent les pédoncules et les colu-

(1) UHLITZCH, *Die landwirtschaftlichen Versuchstationen*, XLII, 1893, p. 48.

melles. Pressé entre les doigts, ce résidu, très sec, se réduit facilement en une poudre d'un gris brun.

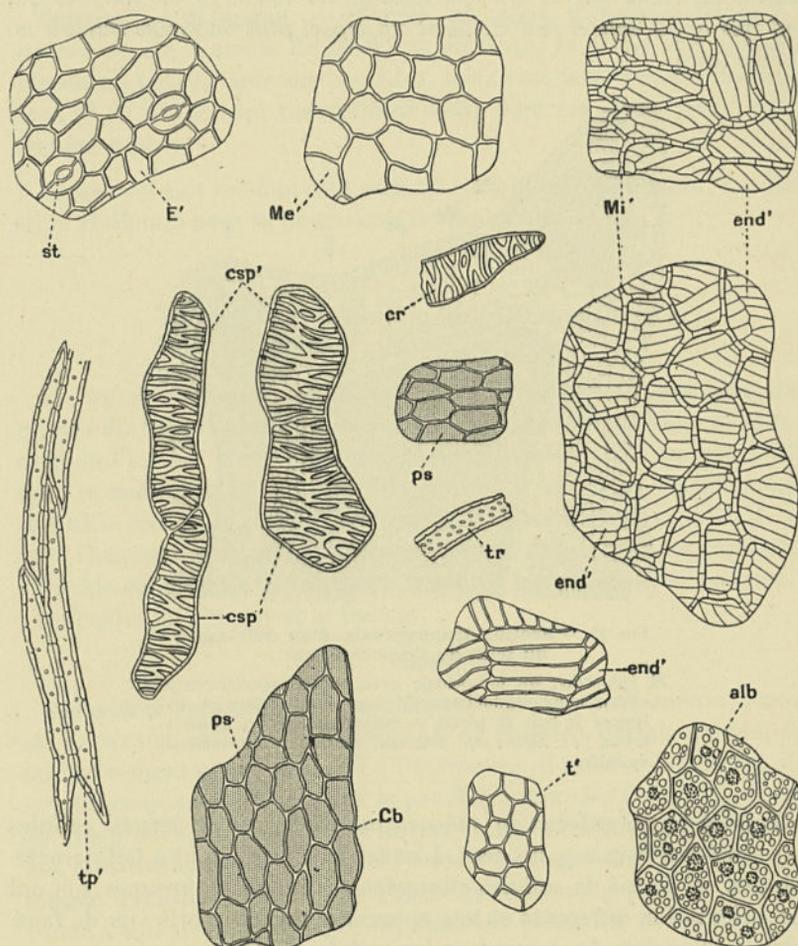


FIG. 76. — Éléments du résidu de la distillation des fruits de Fenouil.

E', épicarpe ; *Me'*, *Mi'*, débris des zones interne et externe du mésocarpe ; *csp'*, cellules à épaississements spirales ou réticulés ; *tp'*, fibres péryccliques ponctuées ; *ps*, débris des poches sécrétrices ; *tr*, débris de trachéides ; *end'*, endocarpe ; *alb*, albumen ; *l'*, tégument séminal.

Examen microscopique. — Soumis à une contusion modérée et aggloméré, ce tourteau ne pourrait plus être déterminé que par l'observation microscopique. Les éléments sur lesquels repose sa diagnose sont les suivants :

1° *Fragments d'épicarpe lisse (E')* formé de petites cellules à parois droites et pourvu de stomates ;

2° Présence constante de grosses cellules à épaississements spirales ou linéaires tout à fait caractéristiques (csp¹) ;

3° Présence de nombreuses trachéides (tp'), fibres ponctuées péricycliques ou entrant dans la constitution des faisceaux conducteurs ;

4° Dimension très grande et ponctuation des cellules qui forment les couches internes du mésocarpe (Mi') ;

5° Disposition tout à fait spéciale de l'endocarpe (end') formé de cellules réunies en groupes différemment orientés ;

6° Cristaux d'oxalate de chaux en macles dans les cellules de l'albumen.

Composition chimique. — Les résidus de la distillation des fruits de Fenouil contiennent après dessiccation 14 à 22 p. 100 de matières protéiques et 12 à 18,5 p. 100 de corps gras (1).

Usages. — Ces résidus ne sont utilisés que pour la nourriture des animaux domestiques.

AJOWAN (*Ptychotis Ajowan* DC.).

L'AJOWAN (*Carum Ajowan* BENTH et HOOK, *Ptychotis Ajowan* DC.) est une Ombellifère annuelle cultivée dans les Indes, depuis le Pendjâb jusqu'au Bengale, et au Dakan méridional. Elle croît aussi en Égypte, en Perse et dans l'Afghanistan. Le fruit, très employé comme condiment dans les Indes, a pris une place des plus importantes dans l'industrie des essences, car il est actuellement la source principale de la fabrication du thymol, employé en chimie et en pharmacie.

FRUIT

Caractères extérieurs. — Les fruits d'Ajowan sont ovoïdes, élargis à leur base, rétrécis à leur sommet qui est couronné par un stylo-pode court. Leur surface extérieure, d'une teinte gris brun, est hérissée d'une multitude de poils courts affectant diverses formes. Les méricarpes, soudés et inégaux, portent chacun 5 côtes uniformes légèrement saillantes et égales entre elles. La section transversale de chaque méricarpe est orbiculaire et laisse voir à la loupe 6 canaux sécréteurs bien apparents, dont 4 sont logés dans les vallécules de la face convexe et 2 sur la face commissurale. Pressés entre les doigts, ces fruits laissent dégager l'odeur caractéristique du *Thymol*.

Structure histologique. — L'épicarpe est formé de cellules polygonales, à parois faiblement ondulées ; il est recouvert par une cuticule striée et garni de poils affectant deux formes bien différentes :

(1) UHLITZCH, *loc. cit.*, XLII, 1893, p. 63.

Les uns (*pc*), coniques, courts, unicellulaires et laissant après leur chute, sur les cellules où ils étaient insérés, une cicatrice (*ip*, fig. 78) bien apparente;

Les autres, hémisphériques, ampulliformes (*pa*), ou renflés en massue (*pm*) et très larges, ils laissent en tombant une large cicatrice ovale ou arrondie qui est entourée par 5 à 6 cellules.

Le mésocarpe, traversé par 6 poches sécrétrices (*ps*), renferme des cellules scléreuses (*csc*) qui sont de forme et de dimension très irrégulières. Dans sa partie interne le mésocarpe est formé de larges cellules polygonales, à parois plus ou moins renforcées dans les fruits parfaitement mûrs ; l'endocarpe se compose exclusivement de cellules

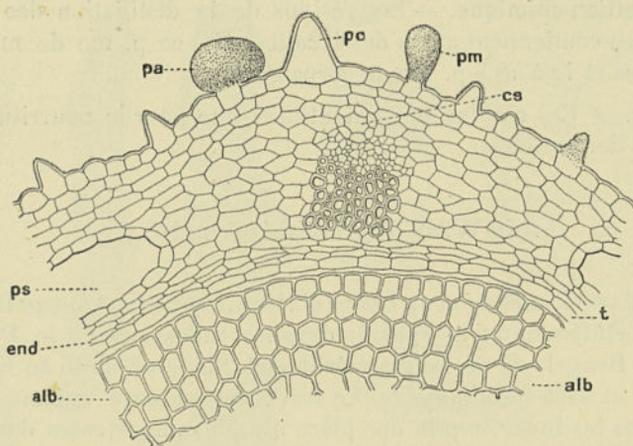


FIG. 77. — Section transversale d'un méricarpe de *Ptychotis Ajowan*.
alb, albumen ; csc, canal sécrétrice caulinaire ; ps, canal sécrétrice du méricarpe ; end, endocarpe ; pa, poils ampulliformes de l'épicarpe ; pc, poils coniques ; pm, poils en massue ; t, assise du tégument séminal.

très larges, polygonales, toutes allongées en direction tangentielle.

Les éléments sclérenchymateux (*scl*) qui accompagnent les faisceaux libéro-ligneux sont allongés, à parois sinueuses ou ondulées, faiblement ponctuées. L'albumen, à côté des grains d'aleurone, renferme des petits cristaux d'oxalate de chaux en rosette. Les poils en massue ou en ampoule sont caducs, mais se retrouvent facilement sur les fruits jeunes, qui sont nombreux dans les échantillons commerciaux, car ces deux méricarpes arrivent rarement à maturité en même temps.

RÉSIDU

Le résidu de la distillation des fruits d'Ajowan se présente sous l'aspect d'une poudre grossière, dont la teinte brun foncé lui donne l'apparence de tabac à priser ou de chicorée torrifiée. Cette poudre est mélangée de quelques débris filiformes provenant des pédoncules. Il est impossible à l'œil nu ou armé d'une loupe d'y reconnaître la nature et

la forme des fruits qui ont été contusés avant leur traitement ; on y distingue quelques autres fruits d'Ombellifères qui y ont été mélangés accidentellement et qui sont simplement déformés. Cette poudre

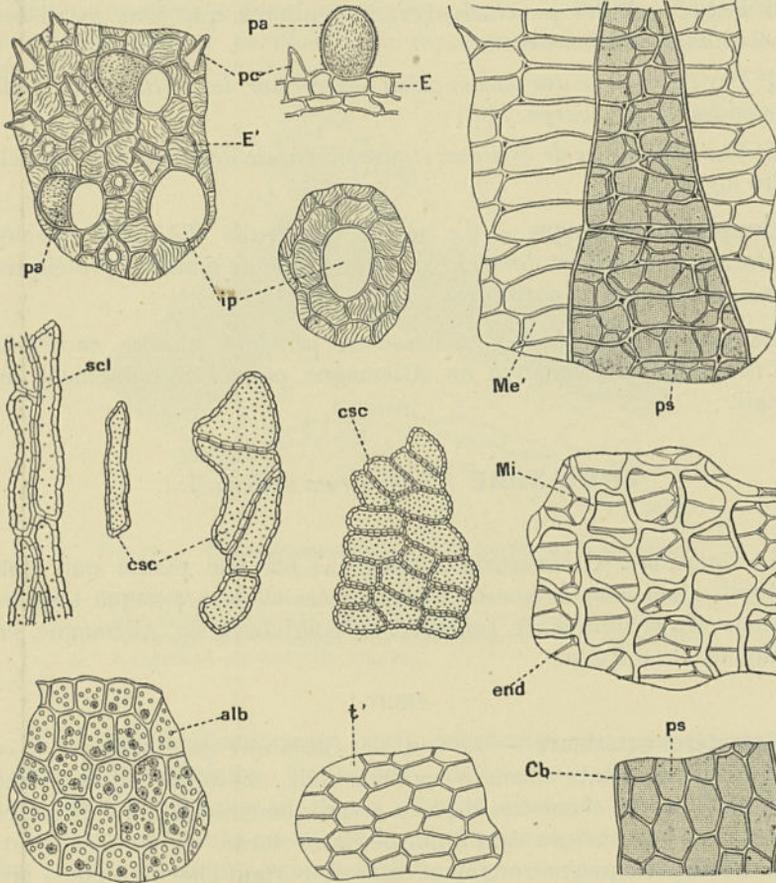


FIG. 78. — Éléments du résidu de la distillation des fruits d'Ajowan.

alb, albumen avec aleurone et cristaux étoilés ; *csc*, cellules scléreuses du mésocarpe ; *end*, endocarpe ; *Mi*, couches internes du mésocarpe ; *Me'*, couches externes du mésocarpe ; *pa*, *pc*, poils coniques et ampulliformes ; *ip*, point d'insertion de ces derniers sur l'épicarpe strié *E'* ; *scl*, fibres ligneuses ; *ps*, canal sécréteur avec cellules de bordure ; *t'*, tégument séminal.

est à peine aromatique ; elle tache fortement le papier des sacs qui la contiennent. Son identification est impossible sans l'usage du microscope.

Examen microscopique. — Le résidu d'Ajowan, traité par l'eau alcalinisée bouillante, sera facilement caractérisé :

- 1° Par les éléments de son *épicarpe strié* (*E'*) ;

2° Par les deux sortes de poils qui sont localisés sur cet épicarpe : les uns *coniques* (*pc*), *courts, unicellulaires* ; les autres *arrondis, demi-globuleux, tuberculeux, laissant sur l'épicarpe, après leur chute, une cicatrice* (*ip*) *très large, ovale ou arrondie, non striée* ;

3° Par les cellules *ponctuées* (*cs*), irrégulières, qui sont localisées cà et là dans le mésocarpe ;

4° Par l'épaisseur des parois qu'on observe sur les cellules les plus profondes du mésocarpe (*Mi*) ;

5° Par la présence de cristaux étoilés d'oxalate de chaux dans les cellules de l'albumen.

Composition chimique. — Le résidu des fruits d'Ajowan épuisés renferme, quand il est desséché, 15 à 17 p. 100 de matières protéiques et 25 à 32 p. 100 de corps gras.

Usages. — Eu égard à sa richesse en principes alibiles, ce résidu est communément employé en Allemagne, pour l'engraissement du bétail.

CORIANDRE (*Coriandrum sativum* L.).

La CORIANDRE (*Coriandrum sativum* L.) est une plante qui croît naturellement dans de nombreuses contrées et sous presque tous les climats. On la cultive en Touraine, en Angleterre, en Allemagne, en Hollande et en Russie.

FRUIT

Caractères extérieurs. — Le fruit de Coriandre est globuleux, lisse et dur, d'une teinte chamois ou brun clair, mesurant en moyenne 4 millimètres de diamètre. Il porte à son sommet les dents du calice et les deux branches du style filiforme. Il est formé de deux méricarpes hémisphériques, étroitement unis et portant chacun 5 côtes primaires déprimées, flexueuses et 4 côtes secondaires saillantes, qui s'étendent de la base au sommet. Ce fruit, quand il est frais, possède une odeur désagréable, qui devient aromatique et toute particulière quand il est desséché. Cette odeur s'exalte notablement quand on contuse le fruit.

Structure histologique. — Le fruit de Coriandre mûr est nettement distinct des autres fruits d'Ombellifères par la rareté de ses canaux sécréteurs réduits à deux, qui sont localisés sur la face plane de chaque méricarpe, ainsi que par l'existence d'une gaine extrêmement scléreuse, continue sur toute la surface convexe du fruit.

C'est la dureté et l'imperméabilité de cette zone scléreuse qui amène la mortification des couches externes du péricarpe et entraîne la résorp-

tion des canaux sécréteurs qui existent constamment dans le fruit vert. La zone scléreuse, sillonnée en dessous de chaque côte primaire par des faisceaux vasculaires (F), est constituée par plusieurs assises de cellules scléreuses allongées et très irrégulières. Sous cette gaine scléreuse on observe deux ou trois rangées de cellules polygonales à parois épaissies et ponctuées, qui représentent les couches internes du mésocarpe

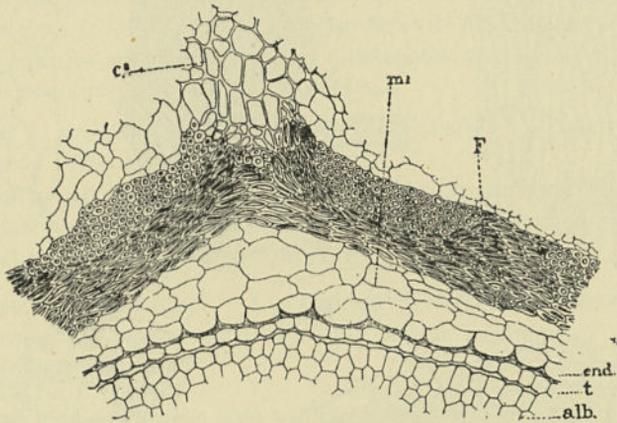


FIG. 79. — Coupe transversale d'une partie d'un méricarpe mûr de *Coriandrum sativum*.

C', côte secondaire, la zone externe du mésocarpe et l'épicarpe sont plus ou moins détruits. Dans la zone scléreuse en F, un faisceau vasculaire correspondant à la côte primaire; end, endocarpe; t, tégument séminal; alb, albumen.

Vient ensuite l'endocarpe (*end*), représenté par une rangée de cellules rectangulaires d'apparence striée. Vues de face, ces cellules sont très étroites et toutes allongées dans la même direction.

Le tégument de la graine est formé d'une rangée de grandes cellules carrées en section transversale et d'une rangée de cellules très aplaties, remplies de pigment. L'albumen est formé de cellules polygonales, à parois épaissies, contenant de l'aleurone et des cristaux étoilés d'oxalate de chaux.

RÉSIDU

Caractères extérieurs. — De tous les résidus industriels fournis par la famille des Ombellifères, celui de Coriandre est celui qui a conservé les caractères les plus saillants des fruits qui l'ont fourni; en effet, leur richesse en éléments scléreux rend la coque de ces fruits très résistante, et si elle se laisse dissocier en plusieurs éléments, ceux-ci sont toujours relativement volumineux; quelques-uns même représentent la moitié du fruit.

Ce résidu, dans son ensemble, se présente sous l'apparence d'une poudre très grossière, d'une teinte brune, composée d'une multitude de débris écaillés et incurvés, présentant nettement sur leur face externe des cannelures caractéristiques du fruit de Coriandre ; dans

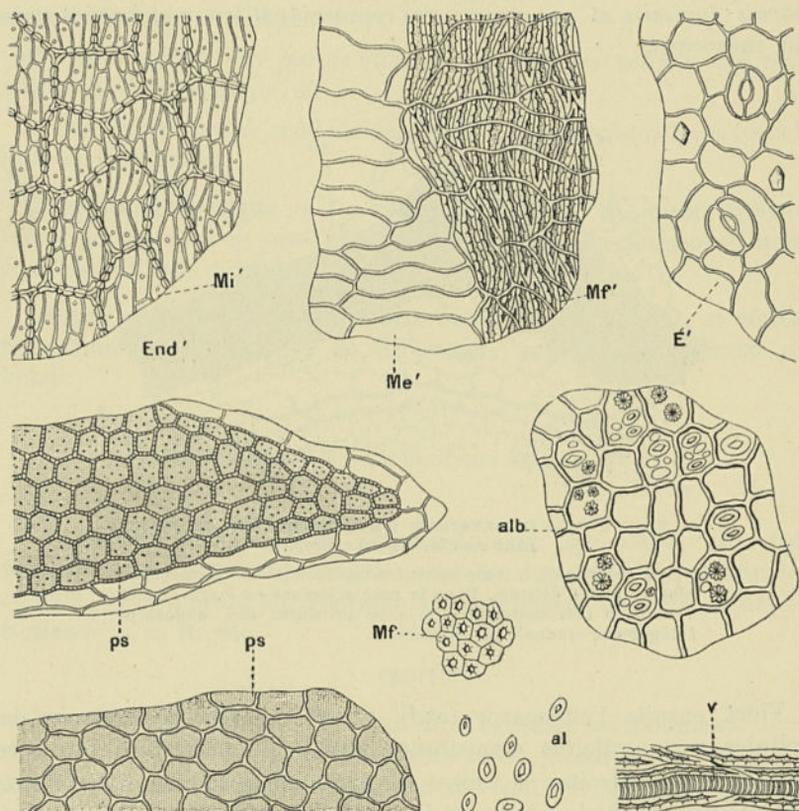


FIG. 80. — Éléments du résidu de la distillation des fruits de Coriandre.

al, aleurone ; alb, albumen ; E', épicarpe ; End', endocarpe ; Me', partie externe du mésocarpe ; Mf, partie interne du mésocarpe ; ps, canal sécréteur ; t, tégument séminal ; Mf, gaine ; Mf', gaine fibreuse du mésocarpe.

cette poudre on distingue quelques fruits entiers ; les éléments les plus ténus représentent les débris de la graine.

Ce résidu est dépourvu d'odeur ; il tache rapidement le papier ou le sac qui le renferme.

Examen microscopique. — Le résidu des fruits de Coriandre sera facilement diagnostiqué :

1° Par les nombreux débris de couche fibro-scléreuse (Mf') qui tapisse toute la surface convexe du mésocarpe. Les cellules qui cons-

tituent cette zone scléreuse sont fusiformes, notablement épaissies et se distinguent, en outre, par leur enchevêtrement inextricable qui les fait apercevoir sous les apparences (fig. 80) les plus diverses ;

2° Par la présence de grandes cellules polygonales, munies de parois épaissies et ponctuées, qui représentent les couches internes du mésocarpe ;

3° Par la présence de petites cellules qui sont très allongées, toutes dirigées dans le même sens, et qui représentent l'endocarpe (*End'*). Ces petites cellules sont généralement adhérentes aux grandes et grosses cellules ponctuées du mésocarpe (*M'*) ;

4° Par la présence de cristaux étoilés d'oxalate de chaux dans les cellules de l'albumen (*alb*).

Il pourra arriver que l'on retrouve sur quelques fruits récoltés avant leur maturité complète des débris de l'épicarpe, garnis de stomates et de cristaux prismatiques (*E'*).

Composition chimique. — Les résidus de fruits de Coriandre, épaissis et desséchés, renferment 11 à 17 p. 100 de protéine et 11 à 20 p. 100 de corps gras (1).

Usages. — Ces résidus sont utilisés exclusivement pour la nourriture et l'engraissement des animaux domestiques.

(1) UHLITZCH, *loc. cit.*, 42 (1893, p. 52).

UHLITZCH, *loc. cit.*, 42 (1893, p. 60).

OLÉACÉES

OLIVIER (*Olea europæa* L.).

L'OLIVIER (*Olea europæa* L. — *O. Gallica* WILLD) est un arbre originaire de la Palestine et de l'Asie Mineure, qui est cultivé dans toute la région méditerranéenne. Sa culture, en France, est localisée dans une douzaine de départements, dont les plus productifs sont : la Corse, les Bouches-du-Rhône, les Alpes-Maritimes et le Var.

Par son feuillage vert pâle et ses rameaux tortueux, l'Olivier donne un cachet tout particulier aux régions où il est cultivé ; par la qualité et la beauté de son bois très dur, par la saveur et la nature de ses fruits oléagineux, il en constitue une des richesses naturelles. C'est, en effet, avec le bois d'Olivier que sont préparés tous les objets de fantaisie que l'on trouve à profusion dans toutes les villes d'eaux ; son fruit fournit la meilleure des huiles de table.

FRUIT

Le fruit de l'Olivier, désigné sous le nom d'OLIVE, est une drupe ovale, plus ou moins allongée, subglobuleuse, mesurant de 1 à 3 centimètres de hauteur et 12 à 15 millimètres de largeur, d'une couleur vert sombre ou pourpre foncé, à épicarpe lisse. Son mésocarpe charnu et gorgé d'huile recouvre un noyau osseux, très dur, fusiforme, qui entoure une graine renfermant aussi un peu d'huile.

On distingue dans le commerce plusieurs sortes d'huile d'olives, dont la qualité varie notablement suivant les procédés employés pour leur préparation, et il y a par suite plusieurs espèces de tourteaux.

TOURTEAUX

Les olives, cueillies sur l'arbre ou ramassées sur le sol, sont réduites au moyen de meules verticales en une pulpe que l'on enferme dans des sacs en gros tissu, empilés les uns sur les autres. En soumettant ces sacs à une pression modérée, il s'en écoule une huile qu'on dirige dans des réservoirs contenant de l'eau, à la surface de laquelle elle surnage. Cette huile, connue dans le commerce sous le nom d'*huile vierge*, est un peu verdâtre; elle n'a pas d'odeur marquée et possède un

goût de fruit spécial; elle se fige facilement à froid. Le résidu de cette pression est un tourteau, désigné en Provence sous le nom de *grignon*, qui est en morceaux constitués par les fragments de noyau réunis par une gangue brunâtre, formée de la pulpe et de l'épicarpe. Ce tourteau est friable; on l'emploie parfois comme combustible, plus rarement comme engrais, car il se décompose lentement en raison des noyaux qu'il renferme. Il n'y aurait aucun inconvénient à l'utiliser pour la nourriture des animaux, et on le fait quelquefois, car les olives malgré leur saveur amère sont mangées par les chèvres et les moutons; mais les fragments de noyaux et sa pauvreté en azote (0,77 p. 100) lui donnent une faible valeur alimentaire. Pour cette raison les producteurs préfèrent vendre le grignon aux *ressences*.

Apporté aux moulins de ressence, le grignon est battu dans de l'eau de façon à séparer de la pulpe les noyaux entiers et divisés. Ceux-ci plus lourds que la pulpe tombent au fond du bassin; on les recueille pour les utiliser comme combustible, ou pour les réduire en poudre après les avoir fait sécher. Quant à la pulpe, on la soumet à l'ébullition et à la pression, on obtient ainsi une huile et un tourteau dits de *ressences*.

Le *tourteau de ressence* est en masses brunes, friables, grasses au toucher, formées par la pulpe et l'amande. Il renferme, d'après DÉCUGIS, 29,15 p. 100 d'huile et 0,97 p. 100 d'azote. Sa richesse en huile, qui, malgré la pression qu'il a subie, est presque trois fois aussi grande que celle du grignon, le rend très altérable et difficile à conserver. Quand il est frais, les moutons en sont très friands. On l'utilise fréquemment dans le Var pour la nourriture des porcs et des brebis. Quand ce tourteau est devenu rance, ce qui se produit généralement après quelque temps de magasinage, il faut, pour le faire accepter, le mélanger avec le cinquième de son poids de son ou de recoupe. Afin de rendre le mélange plus intime, on humecte le grignon soit avec de l'eau, soit avec une décoction de figes contenant ces fruits écrasés; alors les animaux l'acceptent avec plaisir.

Composition chimique. — Le tourteau de ressence, appelé encore *pulpe de ressence*, renferme d'après DÉCUGIS :

Eau	13,85
Matières grasses	29,15
— azotées	6,06
— non azotées	42,46
Cellulose	6 »
Cendres	2,48

Le tourteau de ressence étant, comme le prouve l'analyse précédente, très riche en huile, on le traite dans certaines régions du Midi par le sulfure de carbone, pour lui enlever une partie de sa matière grasse. On obtient ainsi le *tourteau de ressence repassé*, qui est plus foncé et plus sec au toucher que le tourteau obtenu par simple pres-

sion. Le tourteau ainsi préparé renferme encore 11,48 p. 100 d'huile et 1,64 p. 100 d'azote. On pourrait l'employer pour la nourriture des animaux, à la condition de le mélanger avec d'autres aliments pour constituer une ration suffisante ; mais on l'utilise plus souvent comme combustible ou comme engrais.

Valeur fertilisante. — Cent kilogrammes de pulpe de ressence ordinaire représentent 242 kilogrammes de fumier type au point de vue de l'azote et seulement 35 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique.

Cent kilogrammes de tourteau de ressence repassé représentent 325 kilogrammes de fumier au point de vue azoté et 100 kilogrammes au point de vue phosphaté.

NOYAUX

Les NOYAUX D'OLIVES sont ovales, effilés à leurs deux extrémités ; ils mesurent 10 à 14 millimètres de hauteur, 4 à 5 millimètres de largeur et 2 millimètres d'épaisseur ; ils ont une teinte grisâtre et conservent presque toujours à leur surface quelques vestiges de la pulpe d'olive. Autrefois, on ne leur attribuait aucune valeur commerciale, et on se contentait de les jeter au fumier ou dans les décombres et de les brûler ; depuis une trentaine d'années, on les fait sécher avec soin et on les réduit en une poudre fine qui a acquis une certaine importance commerciale dans le monde des fraudeurs.

Structure histologique. — Les noyaux d'olives sont formés d'une coque très résistante et très épaisse, constituée extérieurement par un amas de cellules sclérenchymateuses, affectant des formes très variables et s'entrecroisant dans tous les sens. Ces cellules sont munies de parois extrêmement épaisses, canaliculées, à contours très irréguliers et entourant une cavité très irrégulière qui ne renferme pas de matière résineuse brune. La couche interne de ce noyau est constituée par des cellules irrégulières, toutes allongées, et munies de parois beaucoup moins épaisses et ponctuées.

L'amande qui existe à l'intérieur du noyau est recouverte extérieurement par une seule rangée de grandes cellules, allongées tangentiellement et recouvertes par une cuticule épaisse.

Vues de face, ces cellules sont polygonales, irrégulières dans leurs dimensions, leur forme et leur direction ; elles sont munies de parois très épaisses et bosselées qui leur donnent une apparence caractéristique ; elles sont, de plus, colorées en jaune pâle ; sous cette assise existe une autre couche constituée par douze rangées de cellules aplaties, qui, vues de face, sont le plus souvent adhérentes à l'enveloppe externe, ont une forme polygonale et sont caractérisées par la présence de cristaux aiguillés. Vient ensuite l'albumen, formé de cellules polygonales contenant de l'aleurone. Les cellules qui consti-

tuent la couche externe de l'albumen ont des parois plus épaisses que les autres et qui sont légèrement ponctuées.

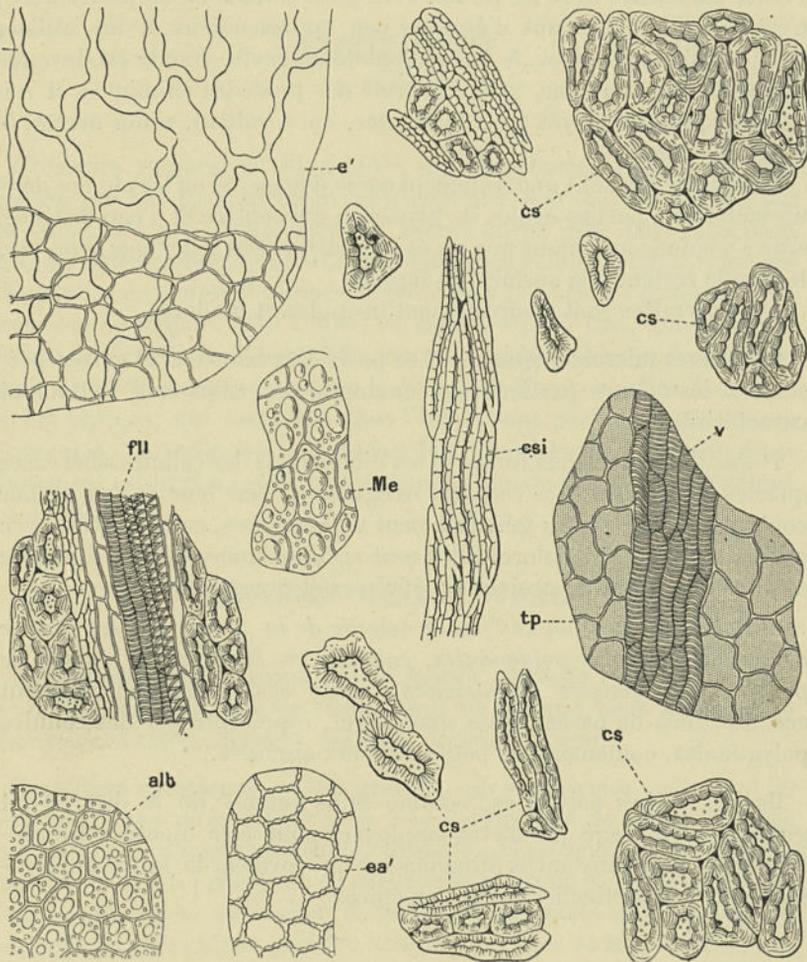


FIG. 81. — Éléments de la Poudre de Noyau d'Olives.

e', épiderme du tégument séminal; *ea'*, enveloppe de l'albumen; *Me*, débris du mésocarpe; *cs*, cellules scléreuses de la partie externe du noyau; *csi*, cellules scléreuses de la partie interne; *fil*, faisceau libéro-ligneux; *tp*, couches internes du tégument séminal sillonnées par des vaisseaux.

POUDRE DE NOYAU D'OLIVES

La poudre de grignon d'Olives est vendue dans le commerce sous le nom de *poivrete*, qui révèle l'usage principal auquel elle est desti-

née. Il en existe deux espèces, désignées sous les noms de *poivre blanche* et de *poivre grise* ; elles présentent la plus grande ressemblance extérieure avec les poudres de *poivre blanc* et de *poivre noir* ; c'est ce qui a incité tant d'épiciers peu consciencieux à les utiliser pour falsifier ces épices. A un moment donné, cette fraude est devenue extrêmement commune, mais la sûreté des procédés chimiques et microscopiques, employés pour la déceler, en a ralenti, sinon arrêté, le développement.

Les poivrètes sont généralement assez denses. Si on les plonge dans un mélange à parties égales de glycérine concentrée et d'eau distillée, elles s'y enfoncent, tandis que les épices pulvérisées telles que le poivre, le girofle restent à la surface du liquide.

Les poivrètes sont complètement insipides et inodores.

Caractères microscopiques. — Les poivrètes blanches et grises présentent les mêmes particularités anatomiques. Elles sont nettement caractérisées :

1° Par l'abondance, la forme et les dimensions des cellules scléreuses qu'elles renferment. Ces cellules, irrégulières dans leur forme et leur contour, ont des parois généralement très épaisses, canaliculées, avec un lumen étroit et incolore. Elles sont accompagnées généralement de cellules allongées, à parois assez épaisses et ponctuées ;

2° Par la disposition de l'assise externe de la graine qui est formée de grandes cellules polygonales, colorées en jaune pâle, munies de parois assez épaisses et bosselées ; cette assise est généralement accompagnée du parenchyme sous-jacent, représenté par des cellules polygonales, contenant des petits cristaux aiguillés.

Usages. — Les poivrètes, comme nous venons de le dire, n'ont guère d'autre usage que d'être employées pour être ajoutées frauduleusement aux substances alimentaires qui revêtent la forme pulvérulente, et plus particulièrement aux épices.

SAPOTACÉES

Plusieurs graines de la famille des Sapotacées renferment une graisse qui est généralement utilisée, dans leur pays d'origine, par les indigènes pour remplacer les autres corps gras dans tous leurs usages. Cette graisse, qui revêt une apparence solide, est généralement désignée sous le nom de *beurre végétal*. Les principales graines utilisées sous ce rapport sont celles : du *Bassia Parkii* DON, qui fournit le *beurre de Karité*; du *B. longifolia* WILLD., qui fournit le *beurre d'Illipé*; du *B. latifolia* ROXB., qui donne le *beurre de Mahwah*. Ces deux dernières espèces, qui croissent dans l'Inde, sont parfois expédiées en France, à Marseille, où l'on extrait leur corps gras. Le résidu de ce traitement est livré à l'agriculture sous le nom de tourteau de *Mahwah* ou de *Mahwah*.

GRAINES DE MAHWRAH

Ces graines sont fournies par le *Bassia latifolia* ROXB. (*B. villosa* WALL.), arbre originaire de l'Inde, où il est désigné sous les noms de *Mahwah*, *Mowra*, *Mahova*, *Mavrah*, *Mawata*, *Yallah*.

Caractères extérieurs. — Ces graines, qui sont ovales, mesurent 16 à 20 millimètres de longueur et 8 à 10 millimètres de largeur ; elles sont entourées d'une coque lisse, luisante, d'une teinte brun marron ou acajou et qui présente à sa partie inférieure un large hile grisâtre. Cette coque, peu adhérente à l'amande, est mate à l'intérieur et sillonnée de stries blanc grisâtre, très nombreuses et entremêlées, qui représentent des faisceaux fibro-vasculaires. L'amande, formée de deux cotylédons inégaux, est luisante et d'une teinte brune qui est un peu moins foncée à l'extérieur. Pressée entre les doigts, cette amande ne laisse pas suinter de matière grasse ou d'huile, comme la plupart des autres graines oléagineuses.

Structure histologique. — Examinées au microscope, ces graines présentent la structure suivante (fig. 83) :

Un épiderme externe (*e*), formé d'une rangée de cellules prismatiques, recouvertes par une cuticule assez épaisse. Vues de face, ces cellules sont polygonales, munies de parois *moyennement épaisses, ponctuées et colorées en brun pâle*. Le reste du tégument séminal est réparti en

trois couches assez distinctes mais passant insensiblement de l'une à l'autre ; c'est d'abord :

Un hypoderme (A), formé de deux ou trois rangées de cellules polygonales, isodiamétriques, avec des parois ondulées, laissant entre elles des méats plus ou moins apparents.

Sous l'hypoderme existe un massif assez épais de cellules qui donnent au spermoderme sa consistance dure et coriace. Ces cellules (B), allongées uniformément dans la direction tangentielle, sont le plus souvent fusiformes ; leurs parois, toutes plus ou moins épaissies, sont très nettement ponctuées et laissent dans leurs parties anguleuses des méats plus ou moins larges. Les parois de ces cellules conservent sensiblement la même épaisseur dans les couches externes du spermoderme, puis elles s'amincissent progressivement en s'éloignant de la périphérie. Dans sa partie interne, le tégument est constitué par un parenchyme lâche qui est formé de cellules polygonales, aplaties et fortement comprimées dans la couche la plus profonde. Cette zone interne (C) est sillonnée par de nombreux faisceaux libéro-ligneux (fig. 82).

Les cotylédons sont recouverts par un épiderme à cellules polygonales isodiamétriques. Leur masse est constituée par un tissu de cellules polygonales très larges, dont les unes, isolées ou groupées, sont remplies d'une matière colorante brune, tandis que les autres contiennent de l'aleurone et un corps gras concret.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de *Mahwah* ou de *Mahwah*, qu'on fabrique spécialement à Marseille, se présente en pains carrés, coupés sur les angles, mesurant de 12 à 13 centimètres de largeur et 15 à 16 millimètres d'épaisseur. Ce tourteau, qui a une teinte brune ou une teinte lie de vin, est dur et très résistant. On y distingue nettement, sur les faces planes et sur les tranches, des plaques luisantes d'une teinte brun pâle qui représentent les débris du spermoderme. Sa cassure est fine. La section opérée au moyen d'un

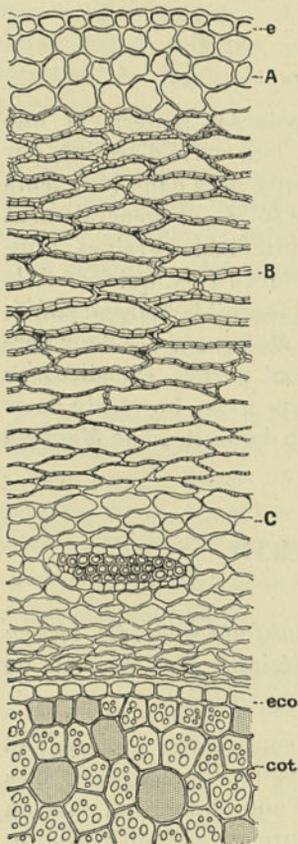


FIG. 82. — Section transversale de la graine de *Bassia latifolia*.

e, épiderme du tégument ; A, hypoderme ; B, zone scléreuse ; C, zone parenchymateuse ; eco, épiderme des cotylédons ; cot, cotylédons.

couteau est assez lisse et permet de distinguer facilement à la loupe

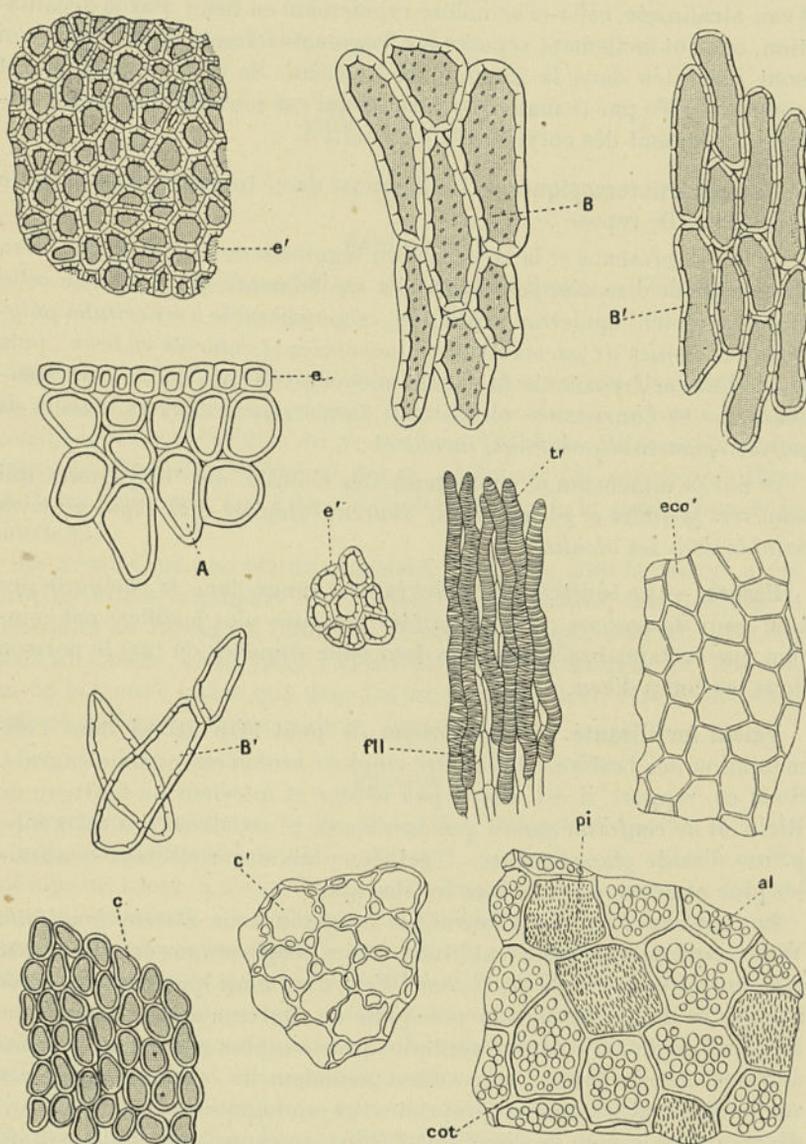


FIG. 83. — Éléments du Tourteau de Mahwah.

e, e', épiderme du tégument; *A, A'*, cellules de l'hypoderme; *B, B'*, cellules de la zone scléreuse du tégument; *c, c'*, cellules de la zone parenchymateuse; *eco'*, enveloppe des cotylédons; *cot*, cellules des cotylédons contenant de l'aleurone (*al*) ou du pigment (*pi*); *tr*, trachées.

quelques stries plus pâles qui représentent la section transversale des débris du tégument séminal. Ce tourteau, complètement inodore, se

désagrège très facilement dans l'eau. Quand on le fait bouillir dans l'eau alcalinisée, celle-ci se colore rapidement en brun. Par la décantation, on peut facilement séparer les fragments foliacés et résistants qui sont incrustés dans la gangue du tourteau. Sa teinte foncée lui est communiquée par la matière colorante qui est renfermée dans les cellules à pigment des cotylédons.

Examen microscopique. — La diagnose de ce tourteau est très facile à établir. Elle repose :

1° Sur la présence et la structure du tégument de la graine, qu'il sera nécessaire de dissocier pour apprécier ses éléments. On pourra de cette façon en isoler l'épiderme externe (*e*), reconnaissable à ses *cellules polygonales, munies de parois épaisses, ponctuées et colorées en brun* ; puis les cellules scléreuses de la couche moyenne (B) qui donnent au spermodermes sa consistance et qui sont *fusiformes, allongées, munies de parois épaisses et ponctuées, incolores* ;

2° Sur la dimension et le contenu des cellules des cotylédons, qui sont *très grandes et polygonales, souvent remplies d'un pigment brun soluble dans les alcalis*.

Usages. — Le tourteau de Mahwrah est rangé dans la catégorie des tourteaux dangereux ; ses propriétés toxiques sont justifiées par l'emploi que certains braconniers en font pour stupéfier ou tuer le poisson dans les cours d'eau.

Valeur fertilisante. — Ce tourteau ne peut être utilisé dans l'alimentation des bestiaux et doit être employé seulement comme engrais. Sous ce rapport il est même peu estimé et inférieur au tourteau de Ricin. Il ne renferme guère que de 1 à 1,60 p. 100 d'azote et 0,3 à 0,50 p. 100 d'acide phosphorique. C'est donc un des tourteaux - engrais les plus pauvres en principes fertilisants.

Le *tourteau d'Illipé* est fourni par les graines de *Bassia longifolia* WILLD., qui habite également l'Inde. L'aire géographique de cette plante est plus vaste que celle du *B. latifolia* ; c'est ainsi qu'on la rencontre aussi à la Réunion, dans la presqu'île de Malacca et à Madagascar. Les graines de cette espèce sont plus grosses, plus rondes que celles de l'espèce précédente ; mais elles possèdent les mêmes caractères anatomiques et les mêmes propriétés physiologiques. Leur tourteau, désigné sous le nom de *tourteau d'Illipé*, se rapproche également du tourteau de *Mahwrah* par ses caractères extérieurs et histologiques. Les expériences physiologiques entreprises sur ces graines et leur tourteau par M. CORNEVIN, ont établi que leur action, pour être moins violente que celle des graines de Mahwrah n'en est pas moins toxique et caractérisée par de la superpurgation et des lésions profondes dans l'appareil digestif. Il est donc rigoureusement prescrit de réserver l'emploi de ces tourteaux pour la fumure du sol.

PÉDALIACÉES

SÉSAME

Sesamum indicum DC. et *S. radiatum* SCHUM. et THONN.

Origine. — Le tourteau de Sésame est fourni principalement par les graines du *Sesamum orientale* L. et celles du *S. indicum* L., qui constituent deux variétés du *S. indicum* DC. Une autre espèce africaine, le *Sesamum radiatum* SCHUM. et THONN. (*S. occidentale* HEER et REGEL) concourt aussi depuis quelque temps à la production de ce tourteau.

Le Sésame est une plante originaire de l'Inde, dont la culture a été propagée dans la plupart des régions subtropicales. En Asie, on la rencontre au Japon, en Chine, en Perse, en Turquie ; en Afrique, elle croît au Congo, en Égypte, à Zanzibar et à Mozambique. En Europe, on ne la trouve guère que dans les îles de l'Archipel, l'Italie méridionale et quelques provinces de la Turquie.

GRAINES

Caractères extérieurs. — La graine de Sésame est petite, lisse ou très finement réticulée, aplatie, allongée en forme de spatule ; elle mesure de 1 mm. 5 à 2 millimètres de longueur, 1 à 1 mm. 5 de largeur et un demi à 1 millimètre d'épaisseur. Élargie à l'une de ses extrémités, elle se termine à l'autre par une pointe portant une cicatrice très apparente dans les variétés à tégument pâle. Chacun de ses bords latéraux présente une petite crête assez apparente, et sur le milieu d'une de ses faces aplaties, on distingue assez nettement une ligne saillante qui s'étend d'un pôle à l'autre. La couleur de ces graines est extrêmement variable ; elle est tantôt uniformément blanche (*Sésame du Levant, de Kurrachée et de Zanzibar*), tantôt mélangée de graines grises (*Sésame de Bombay*), ou brune (*Sésame d'Égypte et de Smyrne*), ou noire (*Sésame de l'Inde*). La même variété peut présenter des teintes diverses : c'est ainsi que la couleur des graines du *S. orientale* varie du brun au noir. Son odeur est nulle ; sa saveur est fade et huileuse.

Structure histologique. — Les diverses variétés de graines du *S. orientale* présentent la même structure anatomique. Sur leur sec-

tion transversale (fig. 84 et 85 A.) on distingue de dehors en dedans :

Un épiderme externe *e*, (fig. 84) formé de cellules aplaties, allongées tangentiellement, incolores ou diversement colorées selon les variétés; *chacune de ces cellules présente un cristal en rosette, d'une apparence toute particulière, qui occupe presque tout l'espace compris entre les parois supérieure et inférieure.*

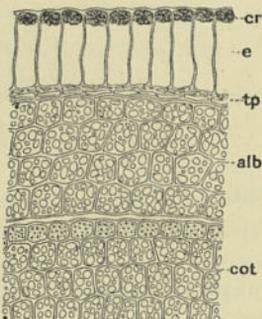


FIG. 84. — Section transversale de la graine de *Sesamum indicum*.

e, épiderme du tégument après immersion dans l'eau bouillante; *cr*, cristaux en rosette; *tp*, couche interne du tégument; *alb*, albumen; *cot*, cotylédons.

Si l'on fait bouillir les coupes minces préparées à cet effet dans l'eau alcalinisée, on observe que ces cellules s'allongent radialement, comme les cellules mucilagineuses des graines de Lin, de Moutarde, de Coing, et deviennent quatre à cinq fois aussi longues que larges; elles sont juxtaposées en forme de palissade et mesurent alors environ 60 μ de hauteur et leurs parois sont *uniformément minces.*

On constate, en outre, que la plupart des cristaux restent fixés contre la paroi supérieure des cellules. Sur toute la face plane des graines, cette couche reste composée d'une seule rangée de cellules, mais sur la crête qui existe sur les deux bords latéraux, cette disposition se modifie: les cellules s'allongent d'abord, puis diminuent de grandeur, suivant une direction oblique, et s'orientent comme les rayons d'un éventail ou d'une plume (voir fig. 86).

Il faut cependant ajouter que les cellules qui constituent cette crête ne renferment pas toutes des cristaux. Vues de face, les cellules de cet épiderme sont polygonales, munies de parois minces; le gros cristal qui existe dans presque toutes les cellules, donne à ce tégument un aspect tout à fait caractéristique, qui ne se retrouve dans aucune autre graine oléagineuse. Ce cristal a la forme d'une rosette, il est sillonné de stries très apparentes, disposées en forme de réseau; de plus il est généralement très gros et occupe parfois toute la largeur des cellules. Peu visible dans les graines noires, dont le tégument est incrusté de matière colorante, il apparaît très nettement, si l'on fait bouillir les préparations dans l'eau alcalinisée, qui dissout le pigment coloré.

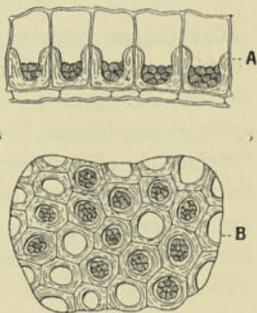


FIG. 85. — Tégument de la graine de *Sesamum radiale*.

A, tégument vu en section transversale; B, tégument vu de face.

Nous avons constaté, comme BENECKE, que si la présence des cristaux est à peu près constante dans les cellules épidermiques des diverses graines de Sésame, elle n'est toutefois pas absolue. L'absence de ces cristaux a été signalée par cet auteur dans une variété de *S. orientale* recueillie en Perse par HAUSSKNECHT; nous avons observé le même fait dans une graine de Sésame blonde, conservée dans le Musée de Matière médicale de l'École de Pharmacie de Paris.

Sous l'épiderme on observe une couche mince, formée de deux à trois rangées de cellules fortement comprimées. Vues de face, ces cellules, qui représentent les restes du nucelle, sont polygonales et renferment quelques petits cristaux aiguillés ou prismatiques.

Incolores dans les graines blanches, ces cellules sont remplies de pigment dans les graines colorées et contribuent ainsi, avec l'assise externe, à donner à ces graines la teinte qui les caractérise.

Vient ensuite l'albumen, qui est constitué par trois ou quatre rangées de cellules polygonales, renfermant de l'aleurone et de l'huile fixe. Ces cellules sont munies de parois assez épaisses qui sont encore notablement renforcées dans la rangée extérieure des cellules qui constituent ce tissu.

Les cotylédons, à disposition bifaciale, sont recouverts par une enveloppe de cellules polygonales, présentant dans leurs angles un petit méat assez apparent. Ils sont remplis d'huile fixe et d'aleurone.

Les grains d'aleurone sont ovales, mesurent 10μ de diamètre et présentent dans leur intérieur un cristalloïde prismatique bien apparent et à l'un de leurs pôles un petit globoïde arrondi.

Les semences du *S. radiatum* présentent la même disposition anatomique; les crêtes qui longent les bords latéraux de ces semences sont seulement plus proéminentes. La seule particularité saillante qui caractérise ces graines réside dans une structure spéciale des cellules du tégument externe. Ces cellules présentent sur leur paroi interne un renflement qui se prolonge sur la partie inférieure des parois latérales. Cet épaississement, qui s'atténue légèrement près de la paroi inférieure, forme un étranglement dans lequel se trouve logé le gros cristal caractéristique de cette assise; ainsi étranglé, ce cristal, contrairement à ce qui se passe dans les graines de *S. orientale*, n'accompagne plus la paroi supérieure des cellules dans les préparations qui ont été soumises à l'action de l'eau bouillante alcalinisée, mais reste fixé contre la paroi inférieure.

Quand on observe ces cellules de face, elles ont une forme régulièrement polygonale; leur cavité arrondie, et complètement remplie par le gros cristal d'oxalate de chaux, est entourée d'un bourrelet circulaire qui représente la projection de l'épaississement de leur paroi interne.

L'enveloppe cristalligène présente sur ses bords la même disposition que les graines de *S. indicum*.

TOURTEAUX

Dénominations. — Il existe dans le commerce plusieurs variétés de tourteaux de Sésame, qui sont ainsi désignées : 1° *tourteaux de Sésame blancs du Levant* ; 2° *tourteaux de Sésame blancs de l'Inde* ou *tourteaux de Kurrachee* ; 3° *tourteaux de Sésame noirs de l'Inde* ; 4° *tourteaux de Sésame sulfurés*.

Dans le commerce marseillais on a distingué encore les tourteaux de Sésame sous deux dénominations distinctes : *tourteaux de Sésame enveloppés* et *tourteaux de Sésame double enveloppe*. D'après BENECKE, les premiers seraient fournis par les deux variétés de *S. indicum*, et les seconds seraient fournis par le *S. occidentale* HEER et REGEL.

BENECKE (1) classe encore les tourteaux de Sésame en deux catégories comprenant : 1° les *tourteaux de Sésame à enveloppe mince* (*Dünnschaliger Sesamkuchen*), qu'il rapporte aux deux variétés de *S. indicum* DC. ; 2° les *tourteaux à enveloppe épaisse* (*Dickschaliger Sesamkuchen*), qu'il attribue au *S. occidentale* HEER et REGEL.

Les tourteaux à enveloppe mince peuvent offrir les teintes les plus diverses, car ils sont préparés avec des graines blanches, jaunes, grises, brunes ou noires, tandis que les tourteaux à enveloppe épaisse ont généralement une teinte rouge brun ; ils sont parfois désignés sous le nom de *tourteaux de Sésame roux ou pâles*.

Quand les tourteaux de Sésame sont préparés avec un mélange de graines diversement colorées, ils sont désignés sous le nom de *tourteaux bigarrés ou panachés*.

Caractères extérieurs. — Les divers tourteaux de Sésame affectent généralement la même forme, mais ils diffèrent sensiblement par leur nuance, qui est d'un blanc jaunâtre dans les tourteaux du Levant, d'un blanc grisâtre ou gris pâle dans les tourteaux blancs de l'Inde, et d'un gris foncé ou gris noirâtre dans les tourteaux dits noirs. Quelques-uns, préparés avec les Sésames de Smyrne et d'Égypte, ont une teinte légèrement brune. Les tourteaux ont toujours une nuance plus foncée à l'extérieur qu'à l'intérieur ; les parties proéminentes de leurs faces planes sont, par suite du frottement réciproque des pains, bien plus pâles que les parties creuses. Ces tourteaux sont généralement très durs. Quand on les brise, ils ont une teinte grenue ou lamelleuse.

L'œil nu ou armé d'une loupe ne permet que difficilement de distinguer les divers éléments constituants des tourteaux blancs ; il n'en est plus ainsi pour les tourteaux noirs ou bruns ou panachés, dans lesquels on peut discerner les particules colorées qui représentent les

(1) BENECKE. *Anleitung zur mikroskop. Untersuch. der kraftfürmittel*. Berlin, 1886, p. 57. BENECKE, *Die Verschiedern Sesamarten und Sesamkuchen des Handels*. *Pharmac.-Central.*, 1887, VIII, p. 545.

débris du spermodermes. Ils ont une légère odeur oléagineuse quand ils sont frais, et sont inodores quand ils sont bien secs. Leur odeur réapparaît quand on les humecte d'eau. Ces tourteaux se désagrègent assez, rapidement dans l'eau chaude ou alcalinisée qu'ils colorent diversement et à laquelle ils cèdent rapidement leur principe colorant, qui est très soluble.

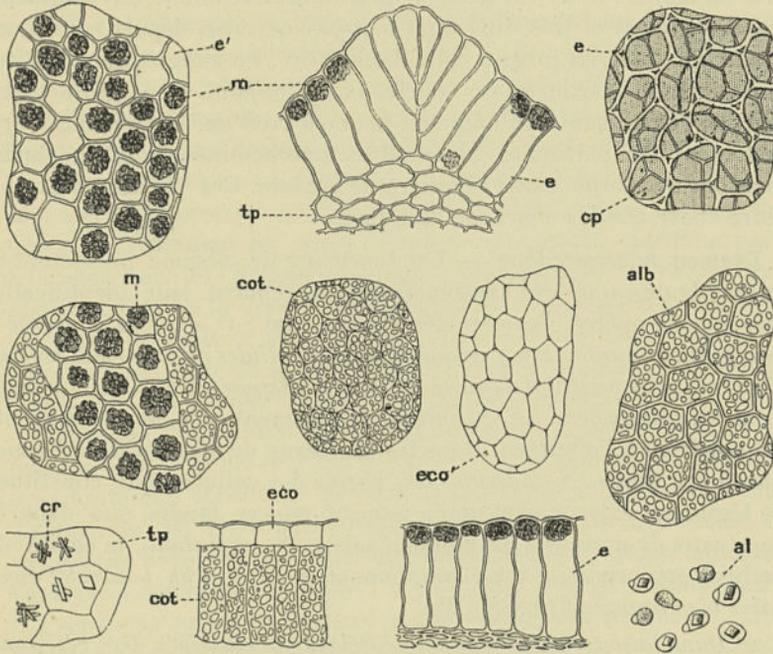


FIG. 86. — Éléments du Tourteau de *Sesamum indicum*.

e, e', épiderme du tégument séminal; *m*, macles d'oxalate de chaux; *tp*, assise sous-épidermique avec cristaux prismatiques, *cr*; *alb*, albumen; *al*, aleurone; *cot*, cotylédon; *eco*, enveloppe du cotylédon.

Quand ils sont désagrégés, il est très facile de distinguer leurs éléments constituants. Le tégument externe est toujours facilement reconnaissable à sa teinte; l'albumen, eu égard à la consistance de la cuticule qui le recouvre extérieurement, a un aspect papyracé tout à fait caractéristique. Bien plus résistant que l'embryon, qui se laisse désagréger sous l'action des meules, l'albumen se crève sans se dissocier et se retrouve souvent tout entier avec une forme qui reproduit exactement celle de la graine; cette particularité caractérise très nettement le tourteau de Sésame.

A côté de ces sacs ovales représentant l'albumen entier, on trouve beaucoup de fragments irréguliers, également papyracés, qui ne sont que des débris plus ou moins volumineux de l'albumen dilacéré.

Beaucoup d'entre eux sont encore recouverts par le spermodermis, qui est généralement peu épais dans les graines de *S. indicum*. Les débris des cotylédons se reconnaissent aisément à la facilité avec laquelle ils se laissent désagréger.

Les tourteaux de Sésame sulfurés que nous avons eu l'occasion d'examiner, se présentent tantôt sous la forme d'une poudre granulée, plus ou moins fine et de couleur gris noirâtre, tantôt en fragments très irréguliers et très durs dont la grosseur varie depuis celle d'une graine de Chênevis jusqu'à celle d'une Noix. La gangue qui constitue la plus grande partie de ces tourteaux a toujours une teinte noire, mais en l'examinant à la loupe ou même à l'œil nu, on y distingue très nettement des particules blanchâtres, parcheminées, dont quelques-unes ont une forme assez régulière de spatule. Ces particules ne sont autre chose que les débris de l'albumen.

Examen microscopique. — Les tourteaux de Sésame présentent un ensemble de caractères anatomiques qui rendent leur identification très facile à opérer. Ces caractères consistent : 1° dans la présence à peu près constante, dans presque toutes les cellules du tégument externe, d'un très gros cristal d'oxalate de chaux disposé en rosette et marqué de stries entremêlées. Ce tégument est rarement isolé, le plus souvent il est adhérent à l'albumen. Dans les tourteaux de graines de Sésame à enveloppe mince (*S. indicum*) les parois des cellules qui constituent ce tégument externe sont uniformément minces, tandis que dans les tourteaux de graines à enveloppe épaisse (*S. radiatum*), la cavité des cellules épidermiques est généralement entourée d'un bourrelet circulaire bien apparent (fig. 85, B).

2° Dans la présence de nombreux débris parcheminés, très résistants, d'une teinte blanche, appartenant à l'albumen. Plusieurs de ces éléments disposés en forme de sac et affectant la forme d'une spatule, représentent l'albumen entier ; les autres sont généralement plus petits et irréguliers ; ils sont toujours composés de cellules polygonales, assez régulières, contenant de l'aleurone.

3° Dans la forme ovale des grains d'aleurone qui, couronnés à l'un de leurs pôles par un petit globoïde, contiennent un gros cristalloïde prismatique.

Composition chimique. — Les analyses suivantes représentent la composition des tourteaux de Sésame :

	GAROLA.	WOLKER, GRANDEAU.		DIETERICI et KONIG.		
	Sésame noir.	S. blanc de l'Inde.		Maximum.	Minimum.	Moyenne.
Eau	9,58	8,06	10,20	16,40	8,10	12,45
Matières azotées	41,50	36,87	33,75	42,31	32,20	36,57
— grasses	10,76	11,34	15,38	15,84	5,70	11,86
— non azotées	20,10	25,05	24,13	30,81	14,10	21,12
Cellulose	7,06	8,14	5 »	13,28	6,10	8,12
Cendres	11 »	10,54	11,54	11,40	7,45	9,88

D'après DÉCUGIS, le tourteau de Sésame noir renferme 6,34 p. 100 d'azote et 2,03 p. 100 d'acide phosphorique, 1,06 à 1,08 p. 100 de potasse.

Usages. — Le tourteau de Sésame est communément employé maintenant pour l'alimentation des vaches laitières et l'engraissement du bétail. Quelques accidents produits au début par des tourteaux qui avaient été préparés avec des graines avariées par un long transport ou échauffées pendant la traversée, avaient jeté quelque défaveur sur les tourteaux de Sésame et les avaient fait accueillir avec méfiance pour l'alimentation des bestiaux. Mais la navigation à vapeur, permettant actuellement d'importer rapidement ces graines dans un excellent état de conservation, l'industrie est à même de livrer des tourteaux tout à fait irréprochables. M. GAROLA a parfaitement établi que le tourteau de Sésame qui, dans l'Inde et en Égypte, contribue parfois à la nourriture de l'homme, est tout à fait inoffensif et peut être administré au bétail à la dose de 10 kilogrammes par 1.000 kilogrammes de poids vif, soit 5 kilogrammes pour un cheval ou un bœuf et 500 grammes pour un mouton. On l'administre parfois seul, soit mélangé avec des racines ou préférablement sous forme de buvées.

Des essais comparatifs qu'il a entrepris pour la nourriture des moutons en voie de croissance, M. GAROLA a conclu que le cultivateur avait grand intérêt à substituer le tourteau de Sésame au mélange d'orge et d'avoine qui est habituellement employé. L'action de ce tourteau n'est pas moins avantageuse pour l'alimentation des vaches laitières, et l'analyse a démontré que, sous l'influence de ce régime alimentaire, le lait renferme environ 21 grammes de substances nutritives et près de 8 grammes de beurre en plus que sous l'influence de la nourriture avec la betterave.

Valeur fertilisante. — Comme engrais, 100 kilogrammes de tourteau de Sésame représentent 1.452 kilogrammes de fumier au point de vue de l'azote et 1.035 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique.

Il rentre dans la catégorie des tourteaux *chauds*. Des expériences entreprises par M. MALPEAU sur la valeur fertilisante des divers tourteaux oléagineux dans la culture de la betterave et de l'avoine, il résulte que le tourteau de Sésame est celui qui fournit les résultats les plus avantageux.

CUCURBITACÉES

COURGE (*Cucurbita Pepo* DUCH.)

La famille des Cucurbitacées fournit à l'agriculture trois tourteaux, qui sont le TOURTEAU DE COURGE, le TOURTEAU DE GROS BÉRAFF et le TOURTEAU DE PETIT BÉRAFF.

Le TOURTEAU DE COURGE est fourni par les semences de *Cucurbita Pepo* DUCH., appelé *Giraumon* ou *Citrouille*, et celles de *C. maxima* DUCH., désigné vulgairement sous le nom de *Courge*. Ces deux plantes qui appartiennent à la famille des Cucurbitacées, sont cultivées communément dans nos jardins. Dans l'ouest de la France, dans la Sarthe, l'Anjou et la Touraine, ces graines sont soumises à la pression pour en retirer l'huile, qu'elles renferment dans la proportion de 30 à 35 p. 100.

Le TOURTEAU DE GROS BÉRAFF est fourni par les graines de *Cucurbita minor* L., sorte de pastèque à chair blanche, très commune dans l'ouest africain et très estimée des Indigènes, qui la désignent sous le nom de *Iomboss*.

Le TOURTEAU DE PETIT BÉRAFF est fourni par la graine du *Cucumis Melo* L. D'après M. CORNEVIN, les tourteaux de Béraff sont constitués par le mélange des graines de plusieurs Cucurbitacées qui croissent abondamment dans les possessions européennes de l'ouest africain.

Ces graines présentant la plus grande analogie dans leurs caractères extérieurs et anatomiques, nous nous contenterons de décrire la plus commune d'entre elles, celle qui fournit le *tourteau de Courge*.

GRAINES

Caractères extérieurs. — Les semences de Courge et de Citrouille sont ovales ou ovales-oblongues, aplaties ; elles mesurent 12 à 15 millimètres de longueur, 8 à 9 millimètres de largeur et 2 millimètres d'épaisseur ; elles sont rétrécies à l'une de leurs extrémités, où l'on observe le hile et le micropyle. Les deux faces, légèrement convexes, sont couvertes par une pellicule mince qui se détache très facilement et découvre un spermoderme assez dur et d'un blanc mat ; elles sont entourées d'un bourrelet mesurant 1 à 2 millimètres de lar-

geur. L'amande est souvent séparée de son tégument dur et cartilagineux et constitue la *graine de Courge mondée*. En cet état, elle est encore recouverte par un tégument très mince, d'un blanc verdâtre, et composée de deux cotylédons plan-convexes, blanchâtres, huileux, reliés à leur partie rétrécie par une radicule effilée. Cette graine a une saveur douce et huileuse.

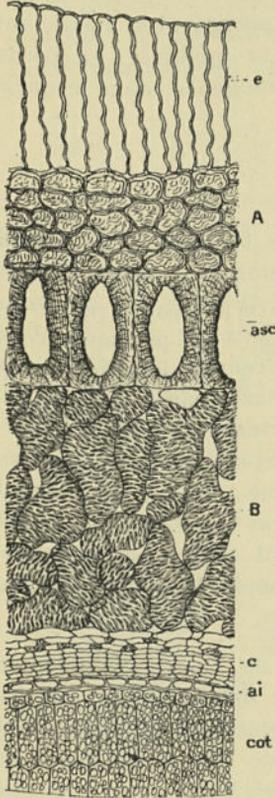


FIG. 87. — Section transversale de la semence de Courge.

e, assise épidermique ; A, couche de cellules striées ; asc, zone scléreuse ; B, zone de cellules ponctuées ; c, assise interne du tégument ; ai, vestige de l'albumen ; cot, cotylédons.

Structure histologique. — Examinée au microscope, la semence de Courge ou de Citrouille présente la structure suivante (fig. 87).

Le tégument est constitué par des couches bien distinctes, qui sont :

1° Une assise épidermique externe peu résistante de cellules fort allongées (e) et disposées en forme de palissade. Ces cellules sont munies de parois très minces et légèrement sinueuses ;

2° Une couche (A), assez dure, formée de 5 à 6 assises de cellules polygonales, légèrement aplaties, assez étroitement serrées, et dont les parois faiblement épaissies sont caractérisées par la présence de *stries fines*. Vues de face, ces cellules sont obscurément arrondies ou à 4 côtés et striées ;

3° Une assise scléreuse (asc), composée d'une seule rangée de cellules prismatiques, à lumen ovale, allongées radialement et remarquables par l'épaisseur de leurs parois canaliculées ;

4° Une couche lacuneuse (B), formée de plusieurs assises de cellules nettement caractérisées par leurs dimensions, leur forme et leur apparence. Ces cellules sont très grandes ; elles affectent des formes très variables ; elles sont bosselées, mamelonnées, parfois rameuses ; leurs parois sont garnies de ponctuations très grosses et très nombreuses ; elles laissent entre elles des lacunes plus ou moins larges ;

5° Une couche interne (c), formée de nombreuses rangées de petites cellules tabulaires aplaties, assez régulièrement superposées. Vues de face, ces cellules sont allongées parallèlement au grand axe de la

graine et présentent dans leur cavité des chromatophores qui leur donnent une teinte verdâtre. Cette couche interne est tapissée par une assise (*ai*) de larges cellules polygonales plus ou moins irrégulières et munies de parois faiblement épaissies, qui représentent vraisemblablement les vestiges de l'albumen.

Les cotylédons (*col*) sont formés de cellules polygonales, contenant de l'aleurone et de l'huile fixe. L'aleurone se présente en petits grains arrondis, cubiques ou trapézoïdaux, homogènes, dans lesquels on n'observe ni cristoïde ni globoïde.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Les tourteaux de Courge et de Béraff présentent un aspect quelque peu différent, selon qu'ils sont préparés avec des graines entières ou décortiquées. Ils se présentent en pains d'une épaisseur de 6 à 7 centimètres et plus. Ceux qui proviennent de graines entières sont jaunâtres, à structure rendue lamelleuse par la présence de larges et nombreux débris du testa cartilagineux, qui est difficile à dissocier sous la meule. Les tourteaux de graines décortiquées sont d'un gris verdâtre ; quand le broyage a été bien effectué, ils sont compacts, homogènes, à texture grenue ; mais fréquemment ils sont grossièrement préparés, imparfaitement broyés et renferment communément des amandes entières qui sont simplement aplaties, incrustées, apparaissant à l'œil comme des amandes blanches, dans une gangue gris verdâtre.

Caractères microscopiques. — Le tourteau de Courge décortiqué ne présente guère comme élément précis de détermination que les débris *verdâtres* de la couche interne du tégument (*c'*), qui restent adhérents à l'amande. Cette couche, vue de face, est formée de cellules polygonales, munies de parois minces et allongées dans une direction parallèle au grand axe de la graine. Beaucoup de ces cellules renferment des chromatophores verdâtres. Cette assise est presque toujours accompagnée de quelques grosses cellules ponctuées (B) provenant de l'enveloppe sus-jacente. Souvent aussi elle reste soudée avec une couche de cellules polygonales, irrégulières, à parois faiblement épaissies et ondulées (*ai'*), qui représente les vestiges de l'albumen.

L'épiderme des cotylédons peut aussi, par la dimension des cellules qui les constituent, fournir un caractère qui a son importance.

La détermination est plus facile quand on est en présence d'un tourteau de Courges brut ; celui-ci abonde en éléments précis de détermination. Au nombre de ceux-ci, il faut noter spécialement :

1° *Les cellules striées A', qui constituent la couche sous-épidermique du tégument ;*

2° Les cellules scléreuses (*asc*), reconnaissables à leur forme, à leur dimension et à l'épaisseur de leurs parois ;

3° Les cellules lacuneuses *B*, nettement caractérisées par leur forme bosselée et les épaississements spiralés dont leurs parois sont garnies.

Ces caractères, d'une valeur absolue, se rencontrent aussi dans tous les tourteaux de graines de gros et de petit Béraff, qui ont la même valeur commerciale que les tourteaux de Courge; mais grâce à eux,

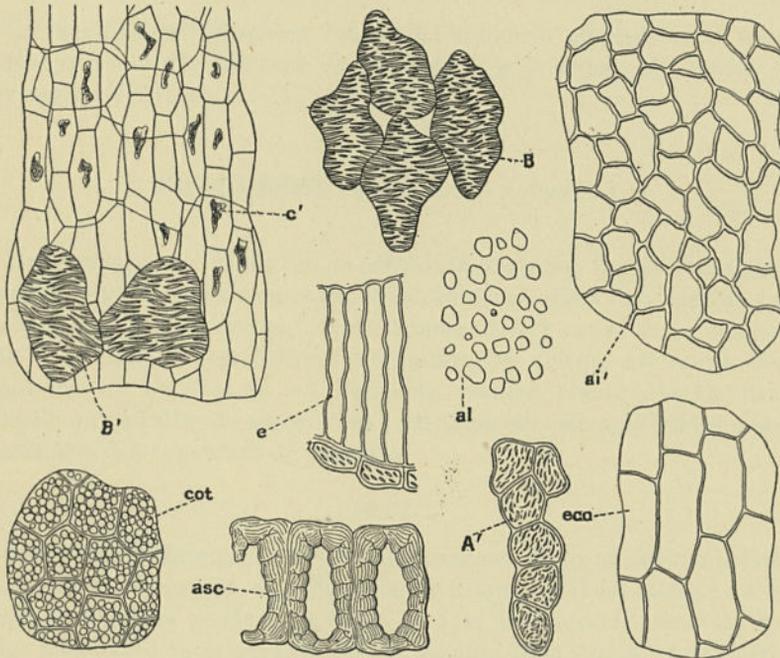


FIG. 88. — Éléments de Tourteau de Courge.

al, aleurone; *ai'*, vestiges de l'albumen; *A'*, cellules striées; *B*, cellules ponctuées; *c'*, couche interne du tégument avec chromatophores; *asc*, cellules scléreuses; *cot*, cotylédon; *eco*, enveloppe du cotylédon.

il est toujours permis de différencier sans hésiter les tourteaux de Cucurbitacées des autres tourteaux alimentaires.

Composition chimique. — Le tourteau de Courge présente la composition suivante, d'après VON GOHREN :

Eau.	12	p. 100
Matières grasses.	11,4	—
— azotées.	55,6	—
— non azotées.	8,0	—
Cellulose	4,9	—
Cendres.	8,1	—

D'après MM. MÜNTZ et GIRARD le tourteau de graines de Courge

brut renfermerait 6,50 p. 100 d'azote et 2,30 p. 100 d'acide phosphorique.

Usages. — Ce tourteau est employé comme aliment, bien que les bestiaux n'en soient pas très friands. Il a l'inconvénient de rancir très rapidement et d'acquérir une odeur assez désagréable.

COMPOSÉES

La famille des Composées fournit à l'industrie agricole trois tourteaux, qui sont : le *tourteau de Tournesol*, le *tourteau de Madia* et le *tourteau de Niger*.

TOURNESOL (*Helianthus annuus L.*).

Le TOURNESOL OU GRAND SOLEIL (*Helianthus annuus L.*) est une plante de grande taille qu'on rencontre communément dans nos jardins, où on la cultive surtout comme plante ornementale à cause de la dimension et de l'éclat de ses belles fleurs jaunes. Sa culture est aussi très répandue en Russie, où on l'exploite comme plante oléagineuse. L'huile qu'on retire de ses graines y est employée principalement dans l'industrie des conserves de poissons.

FRUIT

Caractères extérieurs. — Le fruit du Tournesol est un akène comprimé ou aplati, mesurant 8 à 10 millimètres de longueur ; il est atténué à son sommet, élargi et renflé à sa base, où l'on distingue la cicatrice du hile. La surface extérieure est lisse et luisante, blanc grisâtre, verdâtre ou noirâtre ; elle est sillonnée de stries ou veines foncées, qui s'étendent de la base au sommet. La coque qui entoure l'amande est assez épaisse, ligneuse et inégalement résistante ; aussi se laisse-t-elle diviser par la pression en plusieurs fragments longitudinaux. L'amande est entourée par un tégument très mince et comprend deux cotylédons blanchâtres, qui, par la pression, laissent exsuder une notable proportion d'huile ; elle a une odeur et une saveur peu prononcées qui ne sont pas désagréables. Ces graines sont très appréciées par les oiseaux et surtout par les perroquets.

Structure histologique. — Examiné au microscope, le fruit du Tournesol présente la structure suivante :

Un épicarpe (E), avec une seule rangée de cellules prismatiques, aplaties, sur lequel s'insèrent des poils tecteurs, très caducs. Vue de face, cette assise est formée de cellules qui sont polygonales, allongées parallèlement au grand axe du fruit. A des distances assez rapprochées, on observe sur cet épicarpe de grandes lacunes arrondies

(*ip*), parfois accouplées, correspondant aux points d'insertion des poils tecteurs.

Viennent ensuite trois à quatre rangées de cellules parenchymateuses

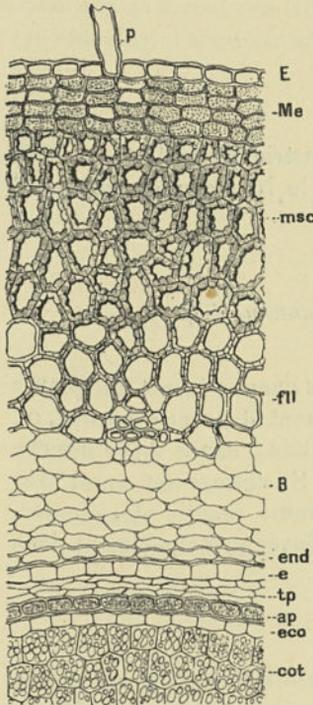


FIG. 89. — Coupe transversale du fruit de *Helianthus annuus*.

E, épicarpe; Me, zone externe parenchymateuse du mésocarpe; msc, couche scléreuse moyenne avec faisceaux vasculaires, *fil*, dans sa région profonde; B, couche interne parenchymateuse du mésocarpe, se terminant par l'assise un peu épaissie de l'endocarpe, *end*; e, épiderme du tégument séminal; *tp*, couche parenchymateuse du tégument; *ap*, assise protéique; *eco*, *cot*, épiderme et tissu des cotylédons.

rectangulaires, allongées tangentiellement (*Me*), assez régulièrement disposées en files radiales et munies de parois finement ponctuées, qui constituent la zone externe du mésocarpe.

La couche suivante est une zone scléreuse, qui donne sa consistance au péricarpe et qui est constituée par un massif assez volumineux de cellules à parois épaisses et canaliculées.

Ces cellules, vues en section transversale, sont polygonales, isodiamétriques; elles sont munies de parois fortement épaissies et canaliculées dans les couches extérieures, mais qui s'amincissent dans les couches internes. Ce massif scléreux est entrecoupé radialement, et à des distances assez régulières, par une rangée de cellules superposées, à parois un peu plus minces. Vues de face, les cellules du massif scléreux sont allongées parallèlement au grand axe du fruit.

Sous la zone scléreuse on observe un parenchyme assez développé (B), formé de cellules aplaties, qui est parcouru dans sa région extérieure par des faisceaux vasculaires. Ce parenchyme est tapissé intérieurement par une rangée unique de cellules rectangulaires (endocarpe), qui se distinguent par l'épaisseur de leurs parois. Vues de face, ces cellules sont polygonales et allongées aussi parallèlement au grand axe du fruit; elles ont des parois ponctuées.

Toutes les couches que nous venons de décrire, représentent le péricarpe; elles sont soudées assez intimement à la graine; cependant l'enveloppe séminale se sépare assez facilement sous forme d'une lame blanchâtre, appliquée contre l'amande. Elle comprend: une assise externe (*e*) de cellules allongées tangentiellement, qui, vues de face, sont polygonales et munies de parois droites, lisses et peu épaisses; une couche moyenne (*tp*), formée de quelques rangées de cellules fortement comprimées; une

couche interne très apparente, représentant l'assise protéique et formée d'une seule rangée de cellules aplaties, facilement reconnaissables à leurs parois épaissies et à leur contenu granuleux. Les cotylédons

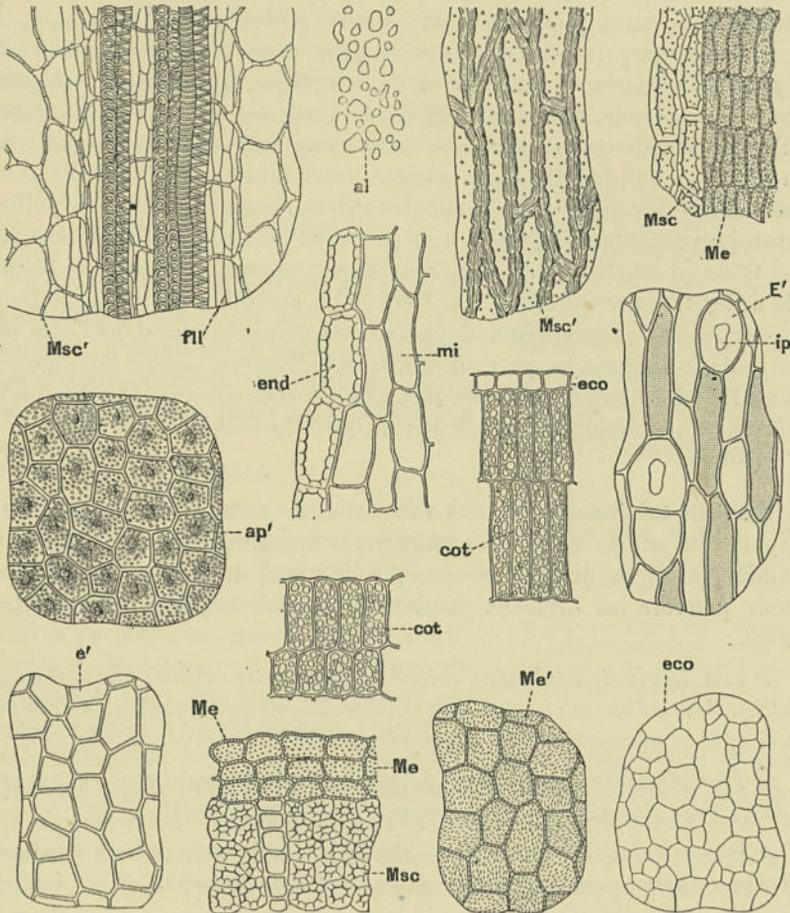


FIG. 90. — Éléments du Tourteau de Tournesol.

ai, aleurone ; *ap'*, assise protéique ; *E'*, épicarpe ; *cot*, cotylédon ; *eco*, épiderme des cotylédons ; *end*, endocarpe ; *Me*, *Me'*, partie extérieure du mésocarpe ; *Msc*, couche scléreuse du mésocarpe ; *mi*, couche interne du mésocarpe ; *end*, endocarpe ; *ip*, point d'insertion des poils tecteurs sur l'épicarpe.

présentent la structure *bifaciale* ; ils sont remplis d'huile fixe et d'aleurone, se présentant en petits grains ovales, piriformes ou arrondis ; ils sont recouverts par un épiderme, sur lequel on distingue très nettement des stomates en voie de formation.

TOURTEAU

Caractères extérieurs. — Le tourteau de Tournesol ne constitue pas

en France un produit commercial important, car si cette plante est abondante dans nos jardins, on n'emploie guère ses fruits en dehors de la nourriture des oiseaux. Il est plus répandu en Russie, où l'on utilise l'huile de ses graines pour faire des conserves de poissons. Néanmoins on en presse de temps à autre à Marseille.

L'échantillon que nous avons eu à notre disposition, et qui était originaire de Russie, se présente en pains carrés, mesurant 15 centimètres de longueur, 8 centimètres de largeur et 15 à 16 millimètres d'épaisseur. Ces pains, très fortement comprimés, ont une teinte gris noirâtre et sont formés d'une gangue assez foncée, dans laquelle sont incrustées de nombreuses particules grises ressemblant à de la paille, et qui représentent les débris de la coque du fruit. Sur une tranche nette de ce tourteau, ces éléments ligneux apparaissent sous la forme de stries très fines et blanches. Ces pains, très durs et très difficiles à briser, ont une cassure lamelleuse. En les désagréant dans l'eau, on en isole facilement les particules grises, ligneuses, assez homogènes dans leur forme et leur dimension, qui proviennent des débris du péricarpe, et les éléments pulvérulents qui représentent les débris de l'amande.

Examen microscopique. — La diagnose de ce tourteau repose principalement sur les caractères fournis par les enveloppes du fruit, qu'il faudra faire bouillir pendant quelques instants dans la potasse diluée pour pouvoir les dissocier facilement; on distinguera alors nettement :

1° Les débris de l'épicarpe colorés et formés de cellules allongées, au milieu desquelles on observe souvent des cicatrices arrondies, isolées ou accolées, correspondant aux points d'insertion des poils;

2° Les débris de l'hypoderme formés de cellules régulièrement superposées avec des parois très fortement ponctuées (Me) (Mes, Me');;

3° Des cellules scléreuses, fort allongées, munies de parois épaisses et canaliculées, provenant de la couche moyenne (Msc, Msc');;

4° Des cellules de l'épiderme de la graine, formé de cellules polygonales, à parois droites et lisses (é).

Composition chimique. — Les analyses suivantes représentent la composition moyenne du tourteau de Tournesol :

	KROCHER.	MOSER.	MAYER.	DÉCUGIS.
Eau	10	» 10,62	10,07	11,90
Matières azotées.	36,55	38	» 36	» 20,44
— grasses.	10,50	6,44	13	» 10,45
— non azotées	23,97	28,11	18,5	31,37
Cellulose.	9,25	10,48	14,9	20
Cendres	9,73	4,96	6,9	5,84

Ce tourteau renferme 3,27 p. 100 d'azote et 1,39 p. 100 d'acide phosphorique.

Usages. — Les tourteaux de Tournesol peuvent être employés comme aliments; ils sont généralement bien acceptés par les animaux.

Dans les steppes de la Russie, et principalement vers Saratoff, on fait un grand usage du tourteau de Tournesol-décortiqué pour nourrir les bœufs et les vaches. En France, on ne l'emploie guère, parce que les éleveurs considèrent le tourteau brut comme trop pailleux et trop riche en matières ligneuses, et qu'on ne peut décortiquer économiquement les semences, dont on n'utilise d'ailleurs pas l'huile chez nous.

MADI (*Madia sativa* L.).

Le *tourteau de Madi* est le résidu de l'expression des fruits du MADI (*Madia sativa* L.), plante de la tribu des Héliantées, communément répandue au Chili, où l'on utilise son huile pour les usages alimentaires.

FRUIT

Caractères extérieurs. — Les fruits de Madi du Chili sont des akènes dont la forme rappelle celle des fruits de Tournesol; ils sont toutefois beaucoup plus petits et ne mesurent guère plus de 1 millimètre de largeur et 3 millimètres de hauteur. Leur surface extérieure est grise. Le péricarpe est coriace. Quand on fait tremper ces akènes dans l'eau, leur surface extérieure devient noirâtre. Après immersion et ébullition dans l'eau alcalinisée, la graine se sépare très facilement du péricarpe; l'enveloppe de l'amande se détache sans difficulté sous l'apparence d'un tégument incolore, très mince. L'amande qui a subi l'action de la potasse pendant quelque temps, prend rapidement dans l'eau une teinte verdâtre.

Structure histologique. — Le péricarpe comprend :

1° L'épicarpe (E), composé d'une seule rangée de cellules incolores, bombées extérieurement, munies de parois incolores, faiblement ponctuées. Vues de face, ces cellules sont assez régulières dans leur forme et dans leur direction; elles sont rectangulaires ou légèrement polygonales, assez régulièrement superposées et allongées parallèlement au grand axe du fruit;

2° Un mésocarpe, dans lequel on distingue trois couches: l'extérieure (Mp) avec plusieurs assises de petites cellules incrustées de matière colorante brune; la médiane, constituée par des amas de fibres très longues, à parois très épaisses et canaliculées; enfin, l'interne, formée de

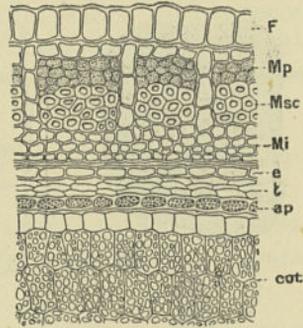


Fig. 91. — Coupe transversale du fruit mûr de *Madia sativa*.

E, épicarpe; Mp, Msc, Mi, couches parenchymateuses, scléreuses et interne du péricarpe; e, épiderme du tégument séminal; l, couche parenchymateuse du tégument; ap, assise protéique. cot, tissu des cotylédons.

plusieurs rangées de cellules qui sont sept à huit fois plus longues que larges et allongées, comme les fibres, parallèlement au grand axe du fruit.

Comme dans le fruit de Tournesol, le mésocarpe est sillonné radialement par des files de cellules, allongées perpendiculairement à la surface du fruit.

L'enveloppe de l'amande, qui se détache très facilement, est très mince et constituée par un épiderme externe (*e*), formé d'une rangée

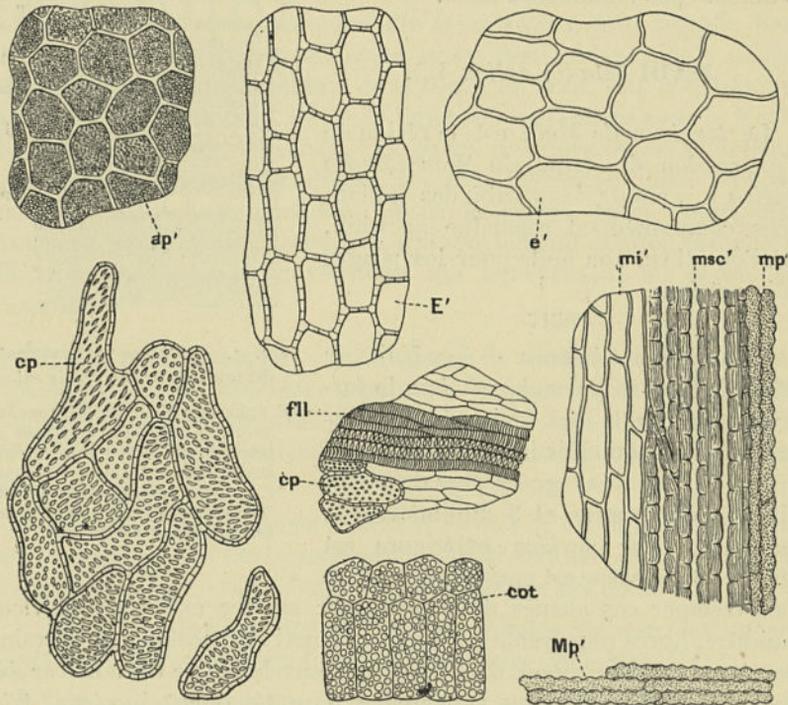


FIG. 92. — Éléments du Tourteau de *Madia sativa*.

E', débris du péricarpe ; *mp'*, *mi'*, *msc'*, mésocarpe ; *cp*, cellules à parois ponctuées du tissu voisin du raphé ; *ap'*, assise protéique ; *e'*, épiderme du tégument séminal.

de cellules aplaties, qui, vues de face, sont polygonales, assez larges, munies de parois faiblement épaissies ; il recouvre une bande parenchymateuse (*t*), comprenant plusieurs rangées de cellules aplaties. Ce tégument renferme un faisceau vasculaire représentant le raphé, qui, dans le voisinage du hile, est bordé d'un amas de grosses cellules à parois épaissies et ponctuées.

Cette enveloppe est bordée intérieurement d'une rangée de cellules très régulières, rectangulaires, allongées tangentiellement, munies de parois faiblement épaissies et remplies d'une matière granuleuse, azotée ; c'est l'assise protéique.

Les cotylédons sont constitués par un tissu, bordé sur ses deux faces de cellules épidermiques régulièrement disposées et dans sa partie moyenne de cellules polygonales, remplies d'huile fixe et d'aleurone.

TOURTEAU

Le tourteau de Madi est assez rare sur le marché ; il figure cependant au nombre des tourteaux qui ont été examinés au point de vue chimique par MM. MÜNTZ et GIRARD. Il est sec, de couleur gris foncé, parsemé de points noirs qui ne sont que des débris du péricarpe. L'épaisseur, la résistance et la proportion relativement considérable de ces débris donnent à ce tourteau une structure et une cassure fibreuses. Il n'a ni odeur ni saveur.

Examen microscopique. — Au point de vue histologique, le tourteau de Madi est caractérisé :

1° Par les cellules de l'épicarpe (*E'*), qui sont très régulières dans leur forme et leur direction, munies de parois épaisses, incolores, finement ponctuées ;

2° Par les débris du mésocarpe (*mi'*), dont les trois couches restent intimement unies : la partie extérieure étant très fortement colorée en brun et recouvrant complètement les fibres striées qui constituent la partie moyenne du mésocarpe. En désagrégeant cette enveloppe, on isole facilement les cellules colorées, qui, vues de face, sont très étroites, très longues et munies de parois finement dentelées (*mp'*) ;

3° Par la présence de cellules épaissies et ponctuées (*cp*), rarement isolées, plus souvent agglomérées, qui bordaient le raphé dans sa partie inférieure ;

4° Par les débris de l'assise protéique (*ap'*) qui entoure les cotylédons.

Composition chimique. — Le tourteau de Madi présente la composition suivante, d'après Boussingault :

	PAYEN.
Eau	11,20
Matière azotée.. . . .	31,60
— grasse.	15 »
— non azotée	9,80
Cellulose.	25,70
Cendres.	6,70

D'après MM. MÜNTZ et GIRARD, ce tourteau renferme 5,06 p. 100 d'azote, 3,40 p. 100 d'acide phosphorique et 15 p. 100 d'huile.

Usages. — L'opinion n'est pas nettement fixée sur les propriétés physiologiques de ce tourteau. Suivant le docteur SACC, de Neufchâtel, il serait vénéneux ; BOUSSINGAULT et PAYEN se sont assurés qu'on pouvait l'employer pour la nourriture des animaux. M. DAVID, de Caen, le considère comme inférieur sous ce rapport à tous les autres tour-

teaux. En présence d'affirmations semblables, il est préférable de l'utiliser comme engrais.

Valeur fertilisante. — Cent kilogrammes de ce tourteau représentent 1.265 kilogrammes de fumier type au point de vue de l'azote et 1.700 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique.

NIGER (*Guizotia oleifera* DC.),

Les FRUITS de NIGER sont fournis par le *Guizotia oleifera* DC. (*G. abyssinica* DC. L.), plante qui croît en Abyssinie et qui est abondamment répandue dans les Indes anglaises.

Ces fruits n'arrivent que par intermittence en France, où l'on extrait leur huile. En 1893, il a été importé chez nous 2.068.700 kilogrammes de ces fruits, représentant une valeur de 413.750 francs.

FRUIT

Caractères extérieurs. — Les fruits sont de petits akènes, dont l'apparence extérieure se rapproche de celle des fruits de Soleil et de Madi. Ils ont 2 à 3 millimètres de longueur et 0 mm. 7 à 0 mm. 8 de largeur. Ils sont légèrement élargis à leur partie inférieure et sont faiblement recourbés. Leur surface extérieure est brun noirâtre ou noir verdâtre, luisante ; elle porte sur chacune de ses faces dorsale et ventrale une crête assez saillante, qui donne à la section transversale une forme anguleuse ou quadrilatérale. Ces fruits sont inodores. Ils ont une saveur huileuse. Ils donnent par la pression 43 p. 100 d'huile fixe, que les Abyssins utilisent comme aliment, mais qui est surtout employée dans l'éclairage.

Structure histologique. — La structure de ces fruits se rapproche dans son ensemble de celle des fruits de Tournesol et de Madi.

Sous un épicarpe mince (*e*.) on observe une ou deux rangées de cellules polygonales, irrégulières, recouvrant plusieurs assises de cellules très petites, fortement comprimées et incrustées d'une matière colorante brune très foncée. A des distances assez régulières, cette couche colorée est entrecoupée de cellules incolores, qui la divisent en massifs bien distincts, difficiles à dissocier. En observant de face les cellules qui les constituent, on voit qu'elles sont superposées en longues files, allongées parallèlement au grand axe du fruit, munies de parois faiblement épaissies, finement dentelées, qui laissent entre elles de petits méats arrondis, punctiformes. Ces cellules sont incrustées d'une matière colorante brune très foncée, présentant les caractères d'un tannin.

Sous cette zone colorée, on observe de nombreux faisceaux libéroli-

gneux arrondis, formés de trachées; de liber et de fibres assez résistantes; la partie interne du mésocarpe comprend un parenchyme lacuneux, qui est tapissé intérieurement par l'endocarpe formé d'une rangée de cellules assez régulières, beaucoup plus longues que larges et allongées parallèlement au grand axe du fruit. Ces cellules incolores sont munies de parois droites et lisses.

La graine est recouverte par un spermoderme peu épais, formé de deux tuniques distinctes : l'une extérieure, tout à fait caractéristique, comprend une rangée de cellules rectangulaires, qui, vues de face, sont très *sinueuses*, garnies de parois ponctuées très nettement. Ces cellules varient de dimension selon les points où on les observe; elles n'ont pas de direction déterminée, sauf dans le voisinage du raphé où elles sont plus petites et allongées parallèlement au grand axe de la graine. Cette enveloppe constitue un caractère de première importance pour la diagnose du fruit de Niger et de son tourteau. La deuxième enveloppe est formée de deux à trois rangées de cellules fort aplaties. Vient ensuite une assise de cellules rectangulaires, très apparentes, qui représentent l'assise protéique. Les cotylédons à structure bifaciale sont remplis de grains d'aleurone et d'huile fixe.

TOURTEAU

Le tourteau de Niger a une couleur d'un gris très foncé ou gris noirâtre. Il est assez dur et compact. Quand on le brise avec les doigts il a une cassure fibreuse ou lamelleuse, qui, examinée à la loupe, présente, au milieu de la gangue grise qui en constitue la majeure partie, une très grande proportion de débris écailleux, allongés ou filiformes, brillants, noirâtres, représentant des débris du péricarpe qui se dissocie très facilement dans le sens de sa longueur. C'est l'abondance de ces débris noirâtres qui donne au tourteau sa couleur foncée. Il se désagrège assez facilement dans l'eau. Le dépôt qui reste après décanation et lavage est nettement caractérisé par l'abondance de filaments noirâtres, plus ou moins fins, représentant les débris du péricarpe.

Examen microscopique. — Le tourteau de Niger est caractérisé anatomiquement :

1° Par les débris du péricarpe qui se laissent désagréger avec la plus grande facilité en fragments filiformes. Ces fragments sont d'un noir verdâtre, très résistants, constitués essentiellement par de longues cellules superposées en files, incrustées de matière colorante et munies de parois finement dentelées (*e, e'*, fig. 93). Ces débris sont généralement accompagnés de fibres à parois épaisses et résistantes ;

2° Par la présence et la forme toute spéciale des cellules qui constituent l'assise externe (*mi'*) de la graine. Ces cellules sont très *sinueuses*, munies de parois faiblement colorées, épaissies et très nettement ponctuées.

Cette enveloppe caractéristique est généralement accompagnée par des cellules polygonales, ondulées, à parois très minces, représentant l'assise interne (*end'*) de la graine, et par une couche de cellules plus régulières, à parois légèrement épaissies, qui représentent l'assise protéique ;

3° Indépendamment de ces éléments, on retrouvera dans ce tourteau des débris de l'endocarpe, qui est formé de cellules très longues, très régulières, allongées dans le même sens, munies de parois droites et lisses.

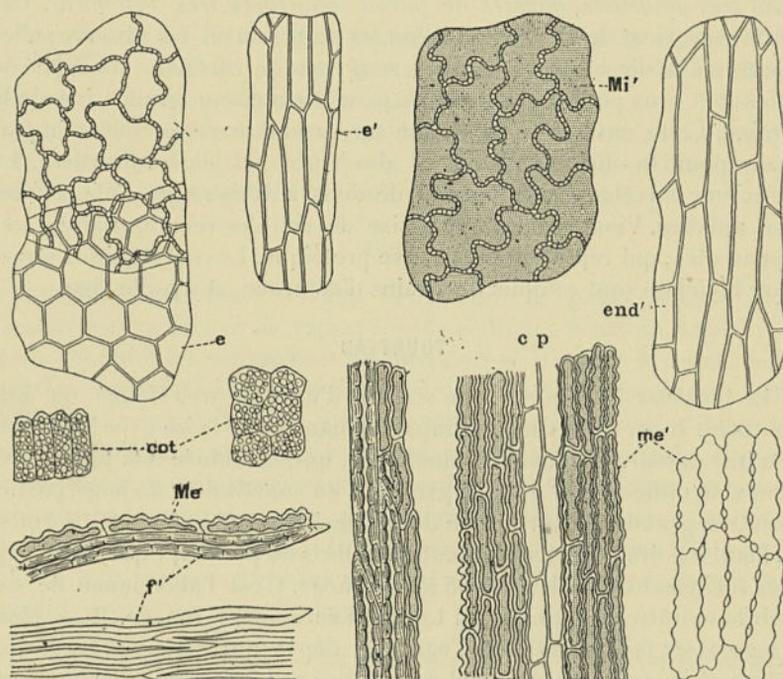


FIG. 93. — Éléments du Tourteau de Niger.

e, *e'*, épicarpe ; *cp*, cellules à pigment ; *Me*, partie externe du mésocarpe ; *Mi'*, enveloppe extérieure de la graine ; *end'*, endocarpe ; *cot*, cotylédon.

Composition chimique. — Le tourteau de Niger présente la composition suivante :

	DIETRICH et KÖNIG.	WÖLKER.
Eau	11,47	12,50
Matière grasse	4,06	5,04
— azotée	23,12	32,08
— non azotée	23,47	20,25
Cellulose	19,56	21 »
Cendres	8,32	7, 8

Ce tourteau renferme 5,01 p. 100 d'azote et 1,72 p. 100 d'acide phosphorique.

Usages. — En Angleterre le tourteau de Niger est fréquemment employé pour l'alimentation des animaux.

Cent kilogrammes de foin normal peuvent être remplacés par 22 kilogrammes de tourteau de Niger et 91 kilogrammes de paille.

Valeur fertilisante. — Comme engrais, 100 kilogrammes de ce tourteau représentent 1.252 kilogrammes de fumier type au point de vue de l'azote et 86 kilogrammes au point de vue de l'acide phosphorique.

PRINCIPALES INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

CONCERNANT L'ÉTUDE DES TOURTEAUX

I. — *Partie générale.*

ADAM, Richesse de la France en produits oléagineux. *Journ. agr. prat.*, 1846, III, 145.

— Droits sur les tourteaux à l'exportation. *Id.*, 1847, IV, 155.

BENECKE, *Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung der Kraftfullermittel*. Berlin, 1886.

BENTLEY et TRIMEN, *Medicinal Plants*. Londres, 1880.

BOÉRY (P.), *Les Plantes oléagineuses, huiles et tourteaux*. Paris, 1889.

BOUSSINGAULT, *Économie rurale*. Paris, 1851, 2^e édition, 2 vol. in-8.

BOUSSINGAULT et PAYEN, Premier mémoire sur les engrais. *Ann. chim. et phys.*, 1841, vol. III.

— Deuxième mémoire sur les engrais. *Ann. chim. et phys.*, 1842, VI.

BRANDZA (M.), Développement des téguments de la graine. *Thèse Doct. Fac. Sc.* Paris, 1891, 1 fasc. in-8, 94 p. avec 10 planches.

BUSSARD et FRON, Tourteaux de graines oléagineuses. *Ann. de l'Inst. nat. agron.*, XV, 20^e année, 1898, 117-174, 2 pl., et XVI, 24^e année, 1901, 244-295, 2 pl. hors texte.

CHEVALIER et BAUDRIMONT, *Dict. des altérations et falsifications*. Paris, 1894.

CLAES (P.) et THYES (E.), *Histologie et morphologie comparée des tests des graines entrant dans la composition normale des principaux tourteaux alimentaires*. Bruxelles, 1893.

COLLIN (Eug.) et VILLIERS (A.), *Altérations et falsifications des denrées alimentaires*. Paris, 1900, 1 vol. in-8, 1173 p. et 633 fig. dans le texte. Doin, édit.

DAMSNER, *Lexikon der Verfälschungen*. Leipsig, 1887.

DÉCUGIS (B.), *Les Tourteaux de graines oléagineuses et leurs applications théoriques et pratiques*, etc. Paris, 1876, 1 vol. in-8, 546 p. J. Michelet, édit.

D'HONT et MOREAU, *Recherches sur les tourteaux de graines oléagineuses*. Courtrai, 1892.

Dictionnaire de l'industrie manufacturière, commerciale et agricole, BAUDRIMONT, t. VI ; GROUVELLE (P.), art. « Huiles ». Paris, J.-B. Baillièrre 1833-1841, 10 vol. in-8.

DIACLÉTIEN, *Edit établissant le maximum dans l'empire romain, publié avec de nouveaux fragments et un commentaire*, par W.-H. WADDINGTON. Paris, Firmin-Didot frères, fils et C^{ie}, 1864, in-folio.

- DUHAMEL DU MONCEAU, *Traité de la culture des terres*. Paris, 1761, t. VI.
— *Eléments d'agriculture*. Paris, 1762, 2 vol.
- GALLOIS-MONTBRUN, Graines oléagineuses de l'Inde. *Revue coloniale*, 1856, XV, 245.
- GAROLA, *Contribution à l'étude des tourteaux alimentaires*. Chartres, 1892.
- GASPARIN (DE), *Cours d'agriculture*. Paris, 1846, t. I, IV, VI.
- GILBERT H. HICKS, Oil producing seeds. *Yearbook of the Un. St. Dep. of agr.* Washington, 1895.
- GIRARD (A.-Ch.), Exposition universelle de 1889 à Paris. Groupe VI, classe 49. *Engrais*.
- GIRARDIN et SOUBEIRAN, Examen comparatif des tourteaux de graines oléagineuses. *Journ. agr. prat.*, 1851, II, 89.
- GIRARDIN et SOUBEIRAN, Composition de divers engrais. *Journ. agr. prat.*, 1862, II, 36.
- GRANDEAU, Composition de quelques tourteaux d'après E. Wolff. *Journ. agr. prat.*, 1869, II, 835.
— *Traité d'analyse des matières agricoles*, 3^e édition. Paris, 1897.
- GUIBOURT et PLANCHON, *Histoire naturelle des drogues simples*. Paris, 1870, 6^e édition.
- GUIGNARD, Recherches sur le développement de la graine et en particulier du tégument séminal. *Journ. de Bot.* Paris, 1893.
- HANAUSEK (T. F.), Lehrbuch der technischen Mikroskopie. *Oelkuchen*, p. 358-401. Stuttgart, 1901, 4 vol. in-8, 455 p. avec 256 fig. dans le texte.
- HARZ (C. D.), *Landwirthschaftliche Samenkunde*. Berlin, 1885, 4 vol. in-8, 1362 p. avec 201 fig. dans le texte.
- HECKEL, Les graines grasses nouvelles ou peu connues des colonies françaises. Ext. des *Ann. de l'inst. colonial de Marseille*. Paris, 1902; Challamel, 4 fasc. 185 p.
- JACQUEMARD, Note sur les graines oléagineuses. *Revue coloniale*, 1855, XIV, 743.
- JEAN (Ferdinand), *Chimie analytique des matières grasses*. Paris, Rousset, édit., 1892, in-8.
- KNIERIEM (W. VON), Untersuch. betreffend den Werthverschiedene Krafftuttermittel. *Saalen-Dünger-und Futtermarkt*, octobre 1898.
- KORNAUTH, *Die landw. wichtigen Rückstände der Oelfabrikation*. Vienne, 1888.
- LARBALÉTRIER, Les tourteaux de graines oléagineuses. Paris, *Encyclopédie LEAUTÉ*, 4 vol. in-16.
- LIGER, *La Nouvelle Maison rustique*. Paris, 1749, 6^e éd.
- MACÉ, *Les Substances alimentaires étudiées au microscope*. Paris, 1891.
- MALAGUTI, *Chimie appliquée à l'agriculture*. Paris, 1868, t. I et II.
- MATHIEU DE DOMBASLE, *Annales agricoles de Roville*. Paris, 1862, t. IV, V, VIII.
- MOELLER, *Mikroskopie der Nahrungs-und Genussmittel aus dem Pflanzenreiche*. Berlin, 1886.
- MORIDE (E.), Tableau de l'essai chimique des graines oléagineuses, *Ann. agronom.*, I, 651.
- MÜNTZ, Méthodes analytiques appliquées aux substances agricoles. *Encyclopédie chimique*, de FRÉMY, t. IV. Paris, Dunod, 1888.

MÜNTZ (A.) et GIRARD (A.-Ch.), *Les Engrais*. Paris, 1889, Firmin-Didot, 1 vol. in-8.

NOBBE, *Handbuch der Samenkunde*. Berlin, 1876.

NEUFCHATEAU (FRANÇOIS DE), *Manière d'enseigner et d'étudier l'agriculture*, 1828.

OLLECH (VON), *Die Ruckstände der OElfabrikation*. Leipsig, 1884.

PAYEN, Analyse de quelques graines oléagineuses des colonies. *Revue coloniale*, 1858, XIX, 159.

Dictionnaire d'agriculture de VIVIEN : PAYEN, Engrais, t. VIII ; GROGNIER, Nourriture des bestiaux, t. XIII.

PIERRE (Isidore), *Recherches sur la valeur nutritive des fourrages et autres substances destinées à l'alimentation des animaux*. Bruxelles, 1859.

— *Chimie agricole*, t. II ; *Les Engrais*. Paris, 1882, 6^e édition.

PLANCHON et COLLIN, *Les Drogues simples d'origine végétale*. Paris, 1896.

PLATT (L.), Essai sur la production coloniale. *Revue coloniale*, 1858, XX, 507.

SCHADLER (C.), *Technologie der Fette*. Berlin, 1883.

SCHNEBLER et BENTSCHE, Rendement des graines en huile. *Bull. Soc. agric. et écon.*, 1828, XII, 140.

SERRES (Olivier DE), *Le Théâtre d'agriculture et mesnage des champs*. Paris, 1600, in-folio.

SINCLAIR (sir John), *L'Agriculture pratique et raisonnée* (trad. Mathieu de Dombasle). Paris, 1825.

TSCHIRCH (A.) et OESTERLÉ (O.), *Anatomischer Atlas*. Leipsig, 1895.

VILLIERS (A.) et COLLIN (Eug.), *Altérations et falsifications des denrées alimentaires*. Paris, 1900, 1 vol. in-8, Doin, édit., 1173 p. et 633 figures dans le texte.

WATT (G.), *Dictionary of the economic products of India*. Calcutta, 1889.

J. WIESNER, *Die Rohstoffe des Pflanzenreiches*. Leipsig, W. Engelmann éditeur, 1900-1903, 2 vol. in-8.

WRAMPPELMEYER (E.), *Unsere Kraftfuttermittel. Saaten-Drücker und Futtermarkt*. 1899.

II. — Partie spéciale.

ANDOUARD (A.), Culture de l'Arachide en Egypte. *Ann. agronom.*, 1883.

ARBAUMONT (D'), Nouvelles observations sur les cellules à mucilage des graines de Crucifères. *Ann. sc. nat. Bot.*, 1890, 7^e s., XI.

AUBAN (J.), Sur l'emploi des tourteaux comme engrais. *Bull. Comice agr. du Var*, 1842, 144.

AUDIBERT, Inconvénients des tourteaux pour la chair et le lait. *Ann. agricult. franç.*, 1844, IX, 35.

— Extrait d'une lettre de M. Tiburce Crespel sur la valeur alimentaire des tourteaux. *Ann. agricult. franç.*, 1847, XVI, 249.

— Lettre sur les accidents produits par les tourteaux de Ricin. *Ann. agricult. française*, 1844, IX, 213.

- AUDIBERT, Rapport à la commission de l'Exposition du Sénégal : Arachides. *Revue coloniale*, 1855, XIV, 490.
 — Beraf. *Revue coloniale*, 1855, XIV, 210.
- BARRAL, Engrais et amendements du nord de la France. *Journ. agr. prat.*, 1852, IV, 444.
- BEAUREGARD (DE), Expériences sur quatre engrais. *Ann. provençales d'agr.*, Marseille, 1828, II, 187.
- BEC (DE), Essais faits à la Montaurone sur divers engrais. *Ann. provençales d'agr.*, Marseille, 1843, XVI, 482; 1844, XVII, 435; 1845, XVIII, 497.
- BÉHAGUE (DE), Guérison de la cachexie aqueuse des moutons par le tourteau de Colza. *Ann. agricult. fr.*, 1855, V, 343.
- BENECKE, Zur mikrosk. Prüfung der Kraftfuttermittel. Erkennung von Ricinusuchen. *Pharmaz. Centralh.*, 1887, n° 42, 521.
 — Zur mikrosk. Prüfung der Kraftfuttermittel. Die versch. Sesamarten und Sesamkuchen des Handels. *Pharm. Centralb.*, 1887, XXIII, n° 44, 545.
 — Die verschiedenen Sesamarten und Sesamkuchen des Handels. *Pharm. Centralhalle*, 1887, VIII, 545.
- BERTHERAND, Huile et tourteau de fusain. *Bull. soc. agric. Poitiers*, 1863, 209.
- BILLE GRAM, Ueber Rapskuchen und deren Verunreinigung. *Die landw. Versuchsst.* Berlin, 1898, I, 449-481, avec 11 planches.
- BOVIS (DE), Engraissement des bestiaux au tourteau de Lin. *Journ. agr. prat.*, 1845, II, 445.
- BOUSCAREN, De l'emploi des tourteaux d'Arachide et de Sésame comme engrais pour la fumure de la vigne. *Bull. comice agr. d'Apt*, 1864, IV.
- BRETFELD, Anatomie der Baumwolle und Kapoksamen. *Journ. f. Landwirtsch.*, 1887, XXXV, 51.
- BURCHARD, Ueber den Bau der Samenschale einiger *Brassica* und *Sinapis* Arten. *Journ. für Landw.*, 1894-1896.
- CARLIER, Mémoire sur l'huile de Faines. *Biblioth. physico-économique*, 1783, 81.
- CHANCEL, Empoisonnement produit par le tourteau de Prunier de Briançon. *J. de ph. et ch.*, 1817, III, 275.
- CLAES et THYES, Morphologie comparée de tests des *Brassica* et des *Sinapis*. *Bull. de l'agr.* Bruxelles, 1894.
- CLOEZ, Culture de la Glaucie. *Ann. Chim. et Phys.*, LIX, 1860.
- COLLIN (Eug.), Tourteau de Ricin : ses dangers, ses caractères anatomiques. *J. de ph. et ch.*, 1903, 6° s., XVII, 361-366 et 422-428.
- COLOMBEL, Du tourteau de Colza considéré sous le double rapport de la nourriture du bétail et de l'engrais. *Ann. provençales d'agr.*, Marseille, 1841, XIV, 455.
- CORENWINDER, Expériences sur la puissance fertilisante de quelques tourteaux. *Journ. agr. prat.*, 1856, VI, 455.
 — L'Arachide, son fruit, son huile et son tourteau. *Journ. de l'agricult.*, 1869, IV, 593.
- CORNEVIN, *Des Résidus industriels dans l'alimentation du bétail*. Paris, 1892.

- CORNEVIN. — Étude physiol. sur un toxique des graines et des tourteaux de Cotonnier. *Ann. agronomiques*, 1896.
- DAVID, Mémoire sur la *Madia*. *Mém. soc. agr. de Caen*, 1852, 100-120.
- DECROMBECQUE, Alimentation des bœufs de travail et des animaux d'engraissement. *Journ. agr. prat.*, I, 357.
- DE CURZON, De l'alimentation du bétail. *Bull. soc. agric. Poitiers*, 1867, 139.
- D'ESPINE, Mémoire sur l'emploi des tourteaux de Colza comme engrais. *Ann. provençales d'agricult.*, Marseille, 1828, II, 167.
- DUFOUR, Des tourteaux comme nourriture et comme engrais. *Bull. soc. agr. de Boulogne*, 1863, 419.
- DUMAS, Rapport sur les engrais. *Journ. agr. prat.*, 1866, 11, 33, 91.
- DUSUZEAU, Alimentation des moutons et des brebis. *Ann. agricult. fr.*, 1856, VII, 46.
- D'HONT (F.), *Contribution à l'étude des tourteaux et farines alimentaires pour le bétail*. Bruxelles, 1897.
- EMMERLING (A.), Ueber Palmkernkuchen und-mehl (*Elæis guineensis*). *Die landw. Versuchsst.* Berlin, 1898 ; L, 5-63 avec une planche.
- *Enquête sur les engrais industriels*. Paris, 1865 ; imprim. impériale, t. I et II.
- Expériences comparatives de Möbius sur la valeur alimentaire des tourteaux de Colza et de Navette. *Journ. agr. prat.*, 1858, II, 207.
- FABRÉ, Fumure des vignes par les tourteaux. *Messenger agr. du Midi*, Montpellier, 1863, 41.
- FALAISE (DE), Elève des veaux par le tourteau de Colza. *Le Cultivateur*, 1846, 275.
- B. FALLOT, Le tourteau de Noix. *Journ. agr. pratique*, 1898.
- FÉLIX, De l'emploi des tourteaux des graines oléagineuses. *Ann. provençales d'agr.*, Marseille, 1838, XI, 306.
- FICKEL, Ueber die Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Samenschalen einiger Cucurbitaceen. *Bot. Zeit.*, 1876, XXXIV, n^{os} 47-50, 737, avec 1 planche.
- FLUCKIGER, Zür Kenntniss des Sesamsamens. *Schweiz, Wochensch. f. Ph.*, 1865, n^o 37, 282.
- FÖRSTER (Otto), Rapskuchen. *Die landw. Versuchsst.* Berlin, 1898, L, 372-447.
- GASPARIN (DE), Rapport sur l'exploitation rurale de M. Decrombecque. *Journ. agr. prat.*, 1855, IV, 41.
- Tourteaux de Faines. *Journ. agr. prat.*, 1843, I, 358.
- et PAYEN, Expériences sur la valeur nutritive des tourteaux de Sésame. *C. R. Ac. sc.*, 1844, XVIII, 797.
- GAYOT (E.), Perfectionnements apportés par M. Picot à la fabrication des tourteaux. *Journ. agr. prat.*, 1862, II, 367.
- L. GEBECK, Ueber Cocosnüsskuchen und Cocosnussmehl. *Landwirtsch. Versuchsst.*, 1894, XLIII, 427-440.
- Ueber Baumwollsaatmehl und Baumwollsaamenkuchen. *Die landw. Versuchsst.*, 1893, XLII, 279-309.
- GIL et DINGLER, Moyen de corriger le goût d'huile occasionné par les tourteaux. *Journ. agr. pratique*, 1839, III, 287.

GIRARDIN, Utilisation au moyen du sel du tourteau d'Arachide. *Journ. agr. progressive*, 1860, V, 67.

— Falsification du tourteau de Lin par les tourteaux de Lin et de Navette. *Journ. agr. progressive*, 1863, XII, 445.

GOUREY (C. DE), Engraissement des bêtes ovines et bovines. *Agriculteur praticien*. Paris, 1856, 254.

GRANDROINET, Des concasseurs de tourteaux. *Agriculteur praticien*. Paris, 1856, 170.

P. GUÉRIN, *Sur le développement du tégument séminal et du péricarpe des Graminées*. Paris, 1899. Thèse Doct. Fac. sc.; 1 fascicule in-8, 60 pages avec 70 fig. dans le texte.

GUILLIBERT, Les vignes anciennes et le tourteau. *Bull. comice agr. d'Apt*, 1866, IX, 235.

HANAUSEK, Entwicklungsgesch. des Perikarps von Helianthus annuus. *Berichte d. d. vol. Gesellsch.*, 1902, n° 8, XX, 449-454.

HASELHOFF et VON PESCH, Ueber Leinsamenkuchen und Mehl. *Landw. Versuchsst.* Berlin, 1892.

HASELHOFF, Ueber die Fabrikation und Beschaffenheit des Leins Küchend bezw. des Leinsmehles. *Landwirthsh. Versuchsst.*, 1892, XLI, 54-72.

HEDEBRAND (A.), Ueber den Sesam. *Landw. Versuchsst.*, 1899, LI, 45.

HERVÉ-MANGON, Sur l'emploi du Thlaspi comme plante oléifère. *Bull. soc. encourag. pour l'ind. nationale*, 1857, IV, 6.

— Emploi des tourteaux pour la nourriture des bestiaux. *Id.*, 1867, XIV, 730.

HEUZÉ (G.), *Matières fertilisantes*. Paris, 1862.

HÖHNEL, Morphol. Untersuch. über die Samenschale der Cucurbitaceen. *Sitzb. der Wiener Akad.*, 1876, LXXXIII.

HUSSON, Sur les équivalents et la valeur des aliments. *Journ. agr. Côte-d'Or*, 1860, V, 82.

— Emploi des tourteaux pour la fumure des vignes. *Id.*, 1860, V, 317.

JAMET (E.), Valeur comparative des tourteaux de Colza et du Guano. *Journ. agr. prat.*, 1860, II, 501.

JÖRGENSEN (Gunner), Weitere Untersuchungen über die aus mehreren käuflichen Rapskuchen gewonnenen flüchtigen Senföle. *Die landw. Versuchsst.* Berlin, 1899, LII, 269-290.

— Ueber die Entwicklungsbedingungen und die Zusammensetzung dew. aus Cruciferensamen hauptsächlich in Form von Futterkuchen, gewonnenen flüchtigen Senföle. *Die landw. Versuchsst.* Berlin, 1899, LI, 314-333.

KJAERSKOU, Sur la structure du test de quelques sortes de Colza indien. *Journ. bot.*, 1885.

KOSNTANY (Th.), Ueber Sonnenblumen Kuchen. *Landwirth. Versuchsst.*, 1893, XLIII, 253-263.

— Die Kurbiskern Kuchen. *Landwirthch. Versuchsst.*, 1893, XLIII, 264-269.

KULHMANN, Expériences sur l'huile des tourteaux comme engrais. *Ann. chim. et phys.*, 1846, XVIII.

LAGAN, Emploi des tourteaux de graines de Coton. *Journ. agr. prat.*, 1855, III, 186.

LEBEL, Expériences et recherches sur la valeur nutritive des tourteaux de Sésame. *Ann. agricult. fr.*, 1854, III, 576.

LEFOUR, Empoisonnement de chevaux par le tourteau de Faines. *Journ. agr. pratique*, 1840-1841, IV, 325.

LEMCKE (Alf.), Ueber Hanfkuchen. *Die landw. Versuchsst.* Berlin, 1901, LV, 161-182.

LEROY (de Béthune), Rapport sur le commerce des graines oléagineuses. *Journ. agr. prat.*, 1842, V, 322.

MACH (F.), Mohn und Mohnkuchen. *Die landw. Versuchsst.*, Berlin, 1902, LVII, 419-459.

MALPEAUX, Culture des plantes oléagineuses herbacées en France. *Rev. gén. des sc.* Paris, 1897.

MALNIGIÉ-NOUËL, Fumure avec le tourteau de Colza. *Journ. agr. prat.*, 1852, IV, 244.

MARÈS, Fumure des vignes par les tourteaux. *Messenger agr. du Midi.* Montpellier, 1864, 22.

E. MARIE, Résultats produits par divers engrais. *Journ. agr. prat.*, 1863, II, 611.

MÉNIÈRE, Notes sur les graines oléagineuses importées à Marseille. *Bull. soc. indust. Angers*, 1861, 243.

MEUREIN, Présence de la morphine dans le tourteau d'Oeillette. *J. de ph. et ch.*, 1853, XXIII, 339.

MILON et REISET, Accidents produits par du pain contenant du tourteau de Lin cuivreux. *Annuaire de chimie.* Paris, 1849, 462.

MOLL, Guérison de la cachexie aqueuse par les tourteaux de Colza et de Navette. *Journ. agr. prat.*, 1854, I, 314.

MORCHIO, Emploi du marc d'Olives. *Bull. sc. agric. et économ.*, 1830, XVI, 59.

PAYEN, Procédé Deiss pour extraire l'huile des tourteaux au moyen du sulfure de carbone. *Bull. soc. imp. et cent. d'agricult.*, 1861-1862, XVII, 162.

— Note sur les tourteaux mal pressés et l'emploi des tourteaux contre la cachexie aqueuse. *Id.*, XVII, 164.

PERROT (Em.), Anatomie du fruit de Coriandre. *Bull. sc. pharmacol.*, 1901, III, 385.

— Produits utiles des Cotonniers. *Bull. sc. pharmacol.*, Paris, 1902, V, 333-347.

— De l'Arachide et de ses produits utiles. *Rev. cult. col.*, Paris, 1903, XII, n° 121, 161-170.

PFISTER (R.), Oellifernde Compositen fruchte. *Landw. Versuchsst.*, 1893, XLIII, 441.

PLANCHE, Emploi des tourteaux de Lin et de Sésame comme engrais. *Ann. provençales d'agr.*, Marseille, 1843, XVI, 498.

— Tourteaux de Sésame, leur emploi comme engrais. *Id.*, 1846, XIX, 169.

Rapport du jury international sur l'Exposition de 1867 : BARRAL, *Huiles*, t. XI.

RAYNAUD, Droits de douane sur les graines oléagineuses. *Moniteur de la propriété et de l'agr.*, 1845, 97.

— Emploi et valeur des tourteaux de Noix comme engrais. *Moniteur de la propriété et de l'agr.*, 1841, 305.

RAYBAUD L'ANGE, Des effets des tourteaux sur la culture des céréales dans le Midi. *Recueil encycl. d'agr.*, 1851, I, 432.

— Résultats des expériences de Lawes et Gilbert sur la graine et le tourteau de Lin. *Journ. agr. prat.*, 1862, I, 186.

RAYNAUD, Du marc d'Olive comme aliment. *Journ. de l'agriculture*, 1871, II, 377.

RISLER, Engraissement des bêtes à corne. *Journ. agr. prat.*, 1855, III, 155.

ROBLIN, Travaux sur l'alimentation en Allemagne; composition de quelques tourteaux. *Journ. de l'agricult.*, 1869, III.

ROZIER (abbé), *Traité de la culture du Colza*, 1774.

SACC, Analyse de la graine de Pavot blanc. *Ann. chim. et phys.*, 1849, XXVII.

SAINTE-COLOMBE, Sur l'engraisement des animaux domestiques; effets des nougats. *Annales agricoles de l'Ariège*, 1839, 252.

SCHRÖDER, Recherches sur le genre *Brassica*. *Landw. Versuchsst.*, XIV, 1871.

— Untersuch. der Samen *Brassica* Arten und var. *Landwirtsch. Versuchsst.*, 1871, XIV, 179.

SOUVIGNY, Note sur les engrais commerciaux. *Bull. soc. agric. de Poitiers*, 1863, 9.

SHAUD DE BURNS, Emploi des tourteaux de Colza. *Bull. sc. agricoles et économ.*, 1827, VII, 163.

SJOLLEMA (B.), Entwickelung und schädliche Wirkung von Senföl aus Rapskuchen. *Die landw. Versuchsst.*, Berlin, 1900, LIV, 311-318.

Statistique agricole de la France. Résultats de l'enquête de 1892. Paris, 1897.

THÉNARD (P.), Destruction de l'eumolpe de la vigne par le moyen des tourteaux de Colza et de Navette. *Ann. chim. et phys.*, 1855, XLIII.

THOUIN et VILMORIN, *Maison rustique du dix-neuvième siècle*, Paris, 1842, t. I.

TUINZING (R.-W.), Ueber das Aufbesvahren von Futterkuchen. *Die landw. Versuchsst.*, Berlin, 1902, LVI, 153-154.

UHLITZCH, Rückstände der Erdnussöl fabrikation. *Landwirtsch. Versuchsst.*, Berlin, 1892, XLI, 385-431.

— Rückstände der Fabrikation ätherischer Oele. *Die landwirtsch. Versuchsst.*, 1893, XLII, 215-277.

VAN DER BERGHE, *Tourteaux et farines de Lin*. Bruxelles, 1894; 4 fascicule in-8, 28 p. avec 6 planches et 24 microphotographies.

VILLENEUVE (DE), Considérations sur la phorométrie. *Ann. provençales d'agr.*, Marseille, 1845, XVIII, 145; 1846, XIX, 522.

— Question des tourteaux au point de vue agricole et industriel, commerce, production, etc. *Id.*, 1854, XXVII, 192.

— Tourteau de Ricin comme engrais. *Ann. provençales d'agr.*, Marseille, 1851, XXIV, 72.

VILLEROY, Emploi des tourteaux secs par les éleveurs anglais. *Jour. agr. prat.*, 1862, I, 19.

— Emploi des tourteaux de Faines. *Journ. agr. prat.*, 1842-1843, VI, 246.

VIREY, Notes sur les graines de Teel. *J. de Ph. et Ch.*, 1837, XXIII, 349.

WINDISCH (Rich.), Ueber Sonnenblumensamenkuchen. *Die landw. Versuchsst.*, Berlin, 1902, LVII, 305-316.

YSABEAU, Emploi des tourteaux pour la fumure des Cucurbitacées. *Ann. provençales d'agr.*, Marseille, 1842, XV, 124.

— Engraissement des bestiaux par le tourteau de Lin. *Journ. agr. pratique*, 1840-1844, IV, 205.

TABLE DES MATIÈRES ⁽¹⁾

Abricotier.	234	<i>Carum Carvi</i> L.	241
Ajowan.	247	<i>Carum Ajowan</i> B. et Hooks.	247
<i>Aleurites triloba</i> Forst.	134	Carvi.	241
Amandes douces et amères.	234	<i>Centaurea Cyanus</i>	198
— (pâte).	237	Céraiste.	206
Ampélidées.	217	<i>Cerastium triviale.</i>	206
<i>Amygdalus dulcis</i> L.	234	Chanvre (fruit).	113
Anis vert.	239	— (tourteau).	114
Ansérine.	204	Chènevis.	113
<i>Anobium paniceum</i>	20	<i>Chenopodium polyspermum.</i>	205
Arachides	222	Cocotier (noix de coco).	91
— (tourteau).	227	— (fruit et graine).	92
<i>Arachis hypogæa</i> L.	222	Colza de Bombay.	167
<i>Armeniac vulgaris</i> Lam.	234	— brun de Calcutta.	167
Bancoul (noix).	134	— blanc —	168
— (tourteau).	135	— brun de Cawnpore.	171
Bancoulier.	134	— jaune —	168
<i>Bassia latifolia</i> Roxb.	267	Colza de Ferozépore.	167
— <i>longifolia.</i>	267	— Guzérat.	168
— <i>villosa</i> Wall.	267	— Pondichéry.	167
Beraff (tourteau).	272	— Sonmécane.	167
<i>Brassica asperifolia</i> v. <i>oleifera.</i>	159	Colza chaud.	163
<i>Br. campestris</i> v. <i>oleifera</i> L.	162	Colza froid.	163
<i>Br. oleracea</i> v. <i>campestris</i> Décugis.	162	Colzas de l'Inde.	167
<i>Br. oleracea</i> van den Berghe.	162	Colza d'Europe.	162
<i>Br. napus</i> Benecke.	162	Colza indigène	162
<i>Br. napus</i> v. <i>oleifera</i>	162	— vert.	162
<i>Br. juncea.</i>	167 et 171	Composées	275
<i>Br. napus</i> v. <i>oleifera</i> V. Tiegh.	159	Compost.	77
<i>Br. nigra</i> Koch.	153	Coprah.	91
<i>Br. Rapa</i> Koch.	159	— (tourteau).	94
Cacao.	193	Coprah de Cochinchine.	94
<i>Camelina sativa</i> L.	147	Coriandre	250
Cameline.	147	<i>Coriandrum sativum</i> L.	250
— (tourteau).	148	Cotonniers.	178
Camomène.	147	— (tourteau).	183
Camomille.	147	Courge.	270
Cannabinées	113	— (tourteau).	126
<i>Cannabis sativa</i> L.	113	Croton.	126
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	209	— (tourteau)	127
<i>Carapa Touloucouna</i> G. et Perrott.	209	<i>Croton Tiglium</i> L.	126

(1) Voir, pour la division de l'ouvrage, le plan détaillé à la suite de l'Introduction.

Crucifères.	143	<i>Lychnis Gylhago</i>	198
<i>Cucurbita maxima</i> Duch.	270	<i>Madia sativa</i> L.	279
— <i>Melo</i> L.	270	— (tourteau)	281
— <i>minor</i>	270	Maffoura.	213
— <i>Pepo</i> Duch.	270	Maffouraire	213
Cucurbitacées	270	— (tourteau)	215
Cumin des prés	241	Mahwrah (graines).	257
Cupulifères.	104	Maïs.	97
<i>Cuscuta epithymum</i>	198	— (tourteau).	98
<i>Elæis guineensis</i>	87	Malvacées.	178
<i>Endoconidium temulentum</i>	21	Méliacées.	209
Equivalent d'un engrais	75	Moutarde blanche.	150
<i>Eriodendron anfractuosum</i>	189	— (tourteau)	151
<i>Eruca sativa</i> L.	167 et 174	Moutarde noire	153
<i>Eumolpus Vitis</i>	80	— (tourteau).	154
Euphorbiacées.	118	Moutarde sauvage.	156
Faines	104	Navette.	159
— (tourteau)	106	— (tourteau).	160
Farine de cocotier	95	Nielle.	21
Fenouil	244	Niger.	282
Fenouil doux	241	— (tourteau)	283
— vulgaire	241	Noix	109
<i>Fœniculum capillaceum</i> Gill	241	— (tourteau)	110
Gingembre (tourteau).	96	Noyaux d'Olives (poudre).	257
Giraumon	270	Œillette (tourteau)	140
<i>Gossypium arboreum</i> L.	178	<i>Olea europæa</i> L.	254
— <i>Barbadense</i> L.	178	Oléacées	254
— <i>herbaceum</i> L.	178	Olivier.	254
— <i>hirsutum</i> L.	178	Ombellifères.	238
— <i>peruvianum</i> DC.	178	<i>Oryza sativa</i>	102
— <i>punctatum</i> Sch. et Th.	178	Pain de Chênevis.	115
— — Guill. et Perr.	178	Palmier Avoira	87
— <i>prostatum</i> Sch. et Th.	178	Palmiers	87
— <i>vitifolium</i> Lamk.	178	Palmiste.	87
Graminées.	97	— (fruit et graine).	88
Gribouri	80	— (tourteau)	89
Grignon d'Olives.	255	<i>Papaver somniferum</i> L.	138
<i>Guizolia abyssinica</i>	282	Papavéracées	138
— <i>oleifera</i> DC.	282	Pavot-œillette	138
<i>Helianthus annuus</i> L.	275	Pédaliacées.	263
Hêtre.	104	Pignon d'Inde	129
Illipé	257	<i>Pimpinella anisum</i> L.	239
Indigotier	233	Pistache de terre	222
Ivraie.	21	<i>Polygonum aviculare</i>	198
<i>Jatropha Curcas</i> L.	129	— <i>Lapathifolium</i>	198
Juglandées	109	<i>Ptychotis Ajowan</i> DC.	247
Kapok.	189	Pulgère.	129
— (tourteau).	191	Purgère.	129
Légumineuses	222	— (tourteau)	131
Lin.	195	Raisin.	217
— (tourteau).	198	— (tourteau).	218
— (paillettes).	203	Ravison	156
<i>Linum usitatissimum</i> L.	195	— (tourteau)	157
Linacées	195	Relation nutritive	52
<i>Lolium linicola</i>	198	Ressences.	255

Ricin.	119	Spergule des champs.	205
— (tourteaux).	121	Tableau des graines oléagineuses fournissant les principaux tour- teaux.	12
<i>Ricinus communis</i> L.	119	Tableau de la composition chi- mique des tourteaux-aliments. . .	17
Rosacées.	234	Tableau de la composition des tourteaux-engrais.	67
Sapotacées	257	Touloucouna	209
Seigle enivrant.	21	— (tourteau).	210
Sésame	263	Tournesol.	275
Sésame bâtard.	147	— (tourteau).	277
— d'Allemagne	147	Tourteaux bigarrés.	7
Sésame	261	— épurés	10
— (tourteaux)	266	— dégraissés	10
<i>Sesamum indicum</i> DC.	263	— panachés	7
— <i>occidentale</i> Heer et Regel.	263	— repassés	10
— <i>orientale</i> L.	263	<i>Trichilia emelica</i> Vahl.	213
— <i>radiatum</i> Sch. et Th.	263	<i>Viola tricolor arvensis</i>	198
<i>Setaria glauca</i>	198	<i>Vitis vinifera</i> L.	217
<i>Sinapis alba</i> L.	150	<i>Zea Mays</i>	97
<i>Sinapis dichotoma</i>	167 et 171		
<i>Sinapis glauca</i>	167 et 168		
<i>Soja hispida</i> Mœnch.	233		
Sorgho.	102		
<i>Spergularia arvensis</i>	205		

