

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

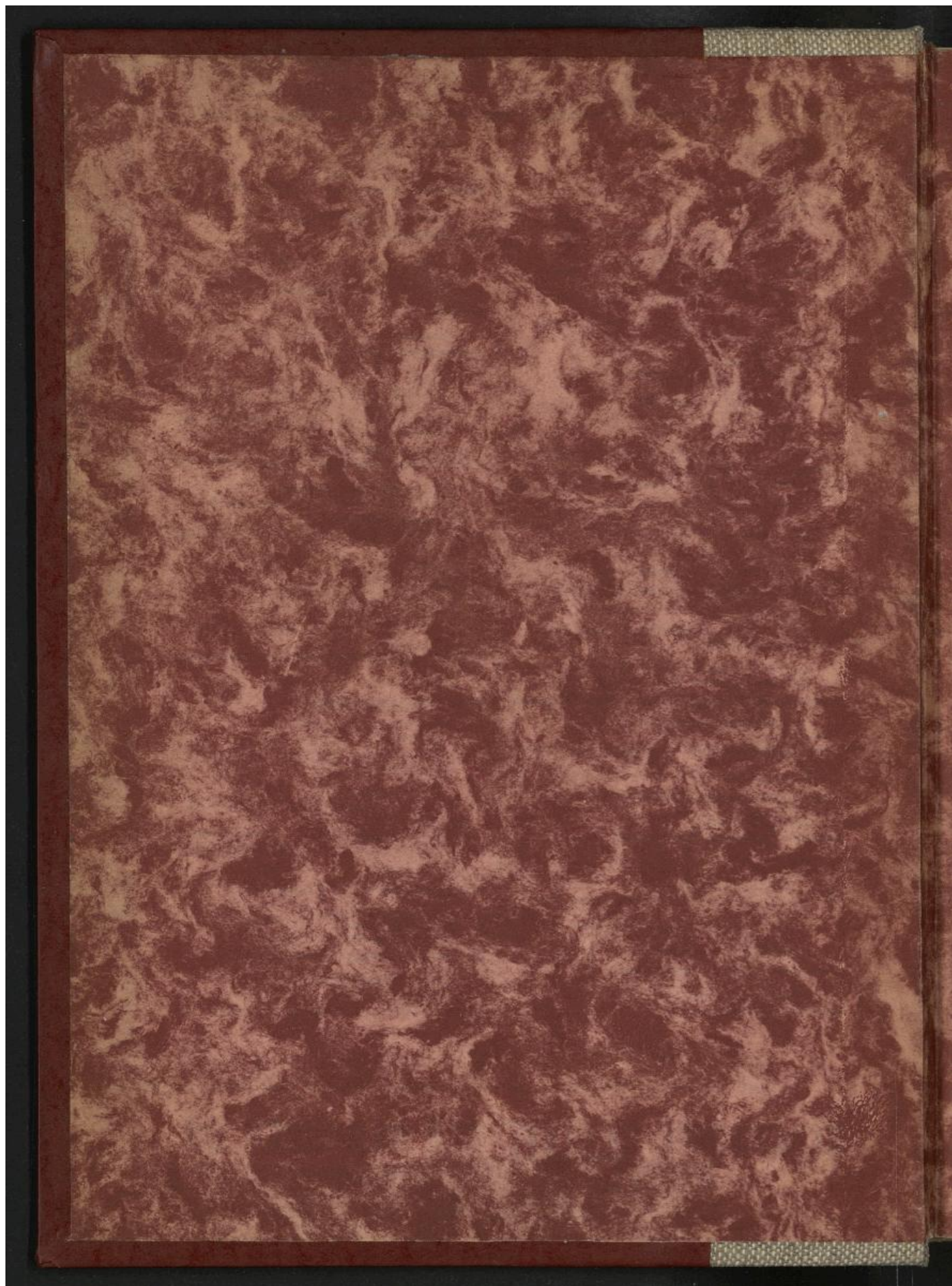
4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

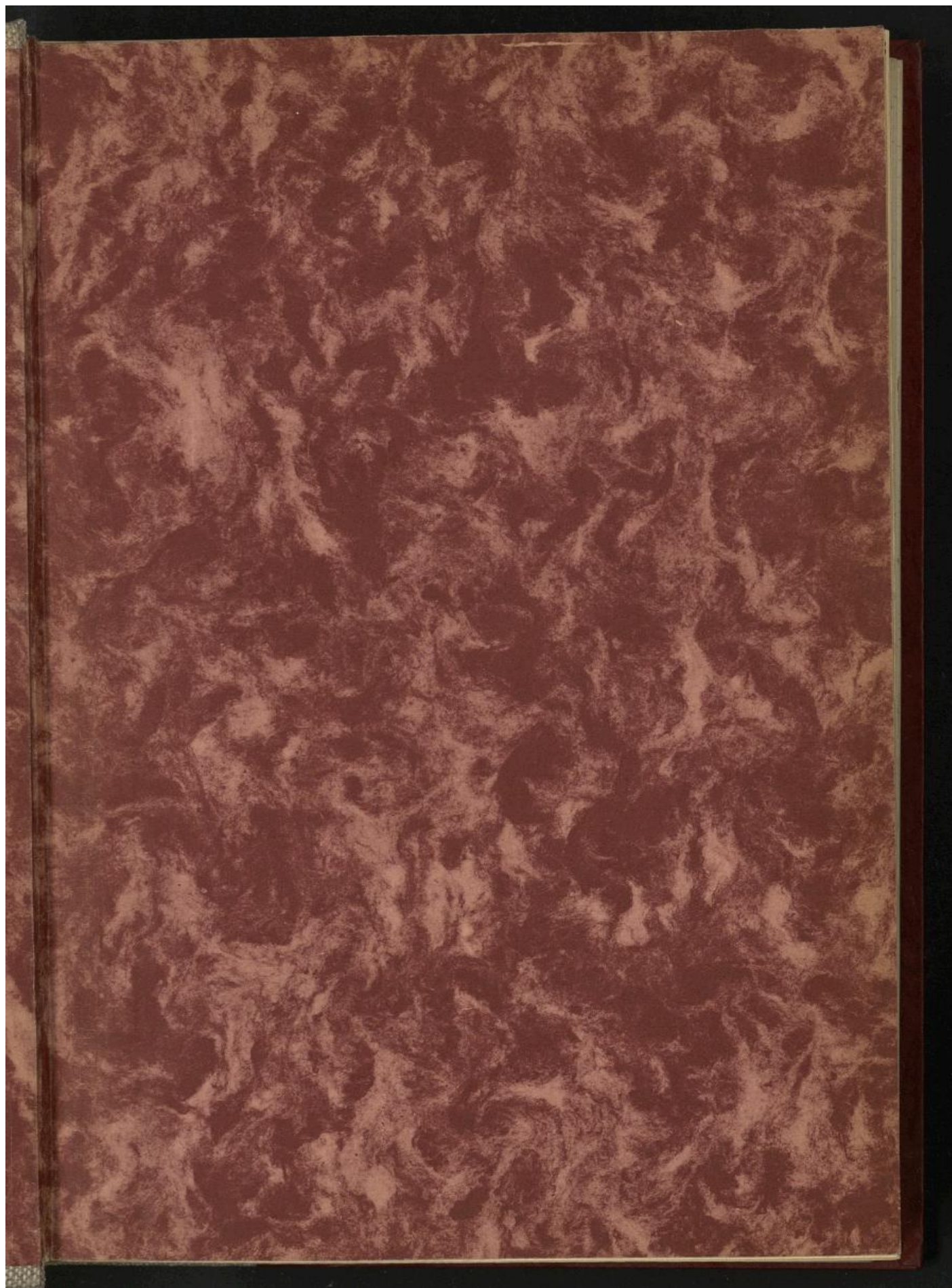
6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

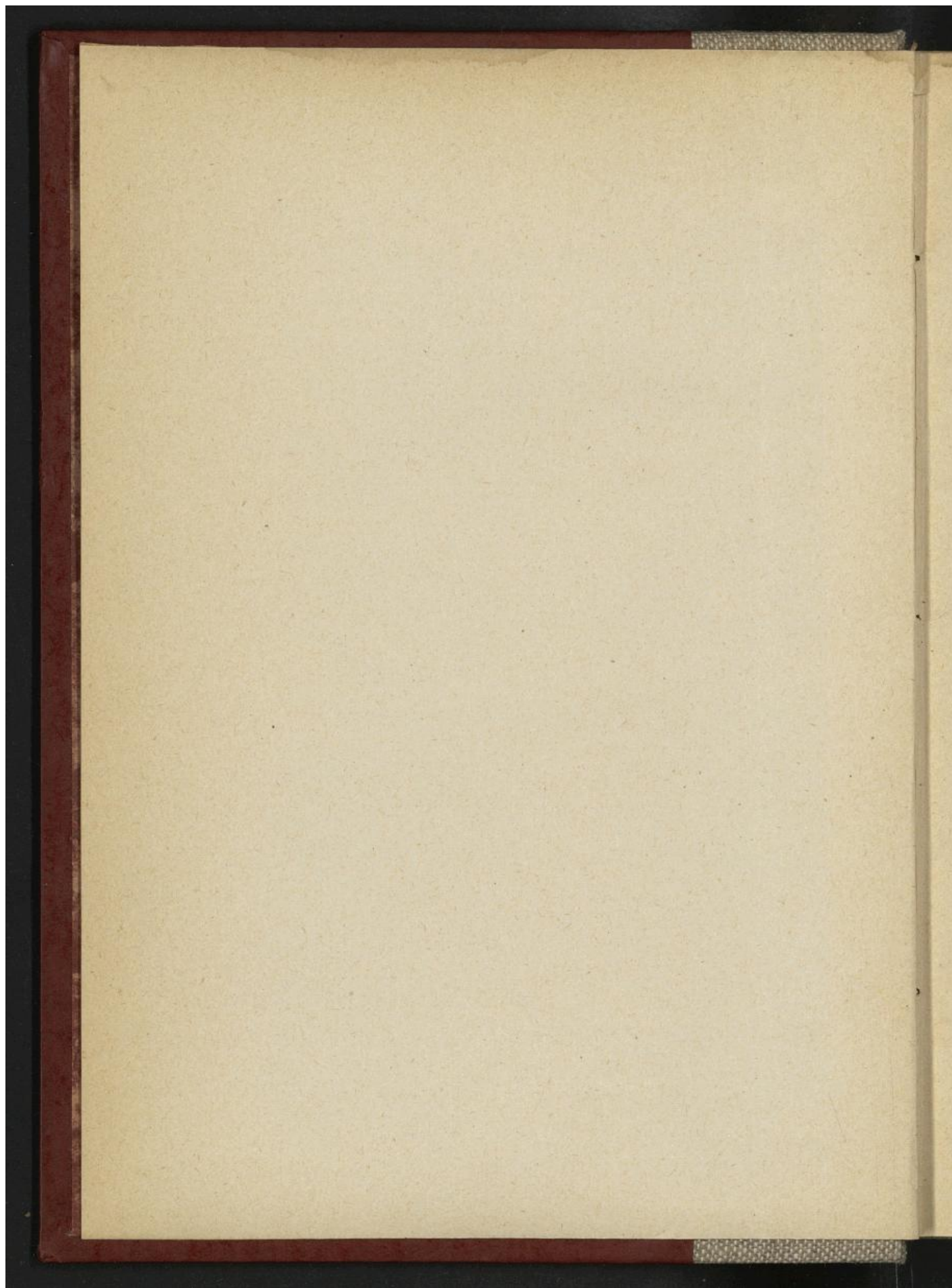
Auteur(s)	Girard, Aimé (1830-1898)
Titre	Le froment et sa mouture : traité de meunerie
Adresse	Paris : Gauthier-Villars, imprimeur-libraire du Bureau des longitudes, de l'École polytechnique, 1903
Collation	1 vol. (VII-355 p.-III f. de pl. doubles) : ill. ; 25 cm
Nombre d'images	383
Cote	CNAM-BIB 8 Ki 67
Sujet(s)	Blé Broyeurs Farine de blé Meules (outils) Meunerie
Thématique(s)	Matériaux
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	20/05/2021
Date de génération du PDF	20/05/2021
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?8KI67

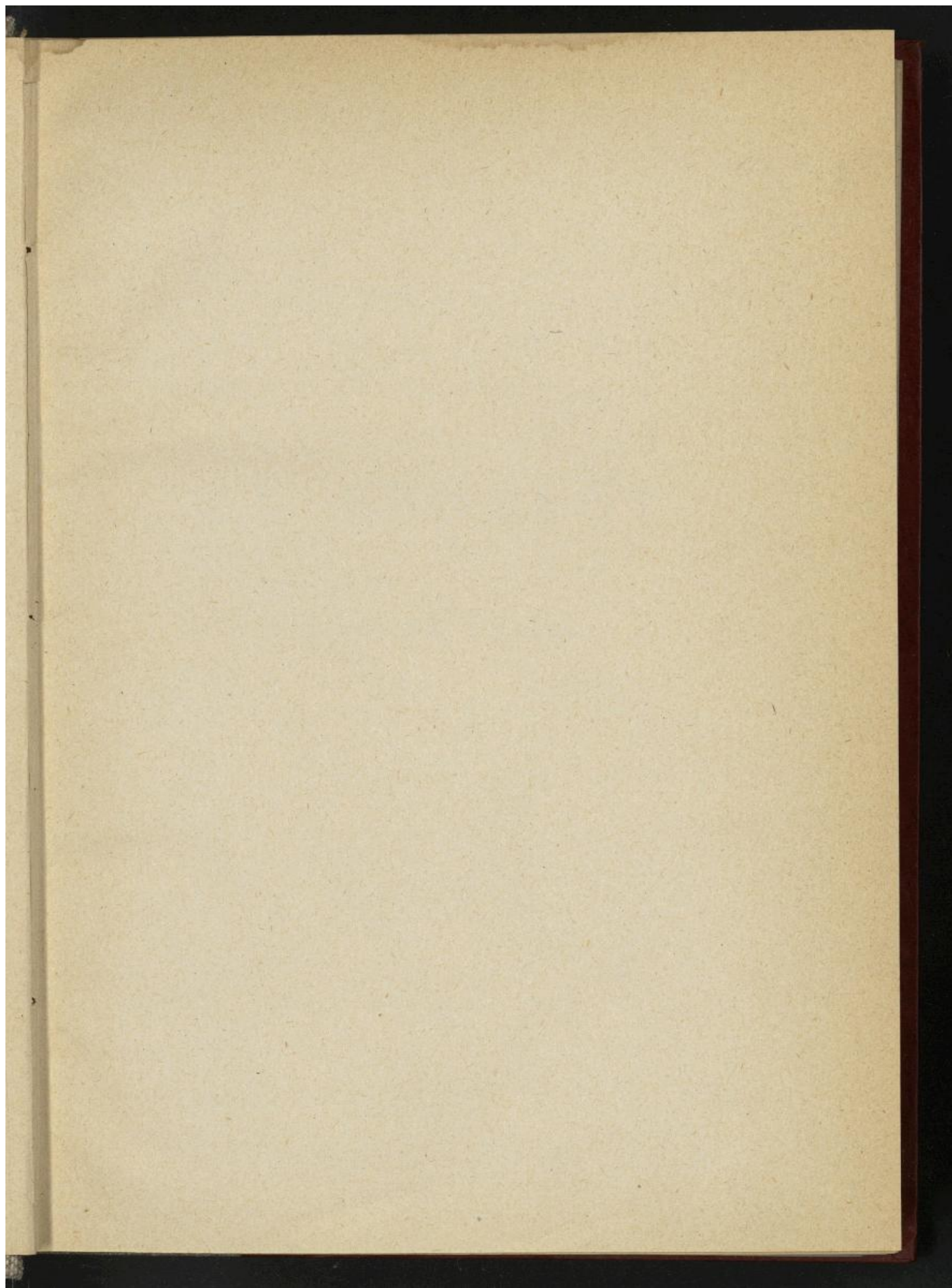


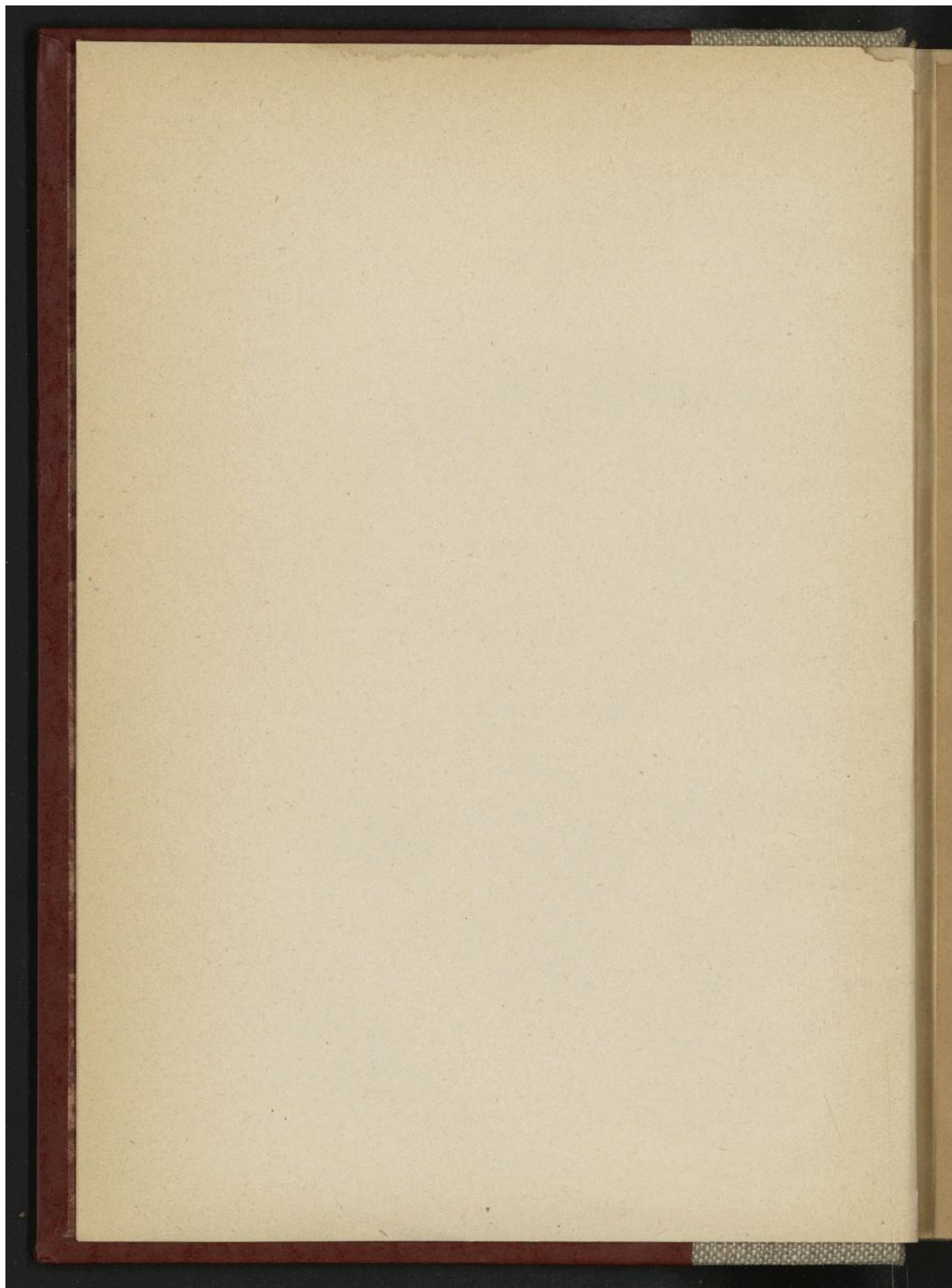
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires







CONSERVATOIRE DES ARTS & MÉTIERS

COURS D'AGRICULTURE

n° 512

LE FROMENT

ET

SA MOUTURE.

Cake de kinké lindet → Grandeau
f. boile portacuits ghe NAR

8° Ki.67

AIMÉ GIRARD ET LINDET.

LE FROMENT

ET

SA MOUTURE.

TRAITÉ DE MEUNERIE,

D'APRÈS UN MANUSCRIT INACHEVÉ

DE

AIMÉ GIRARD,

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS
ET A L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE,

PAR

L. LINDET,

DOCTEUR ÈS SCIENCES,
PROFESSEUR A L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE.

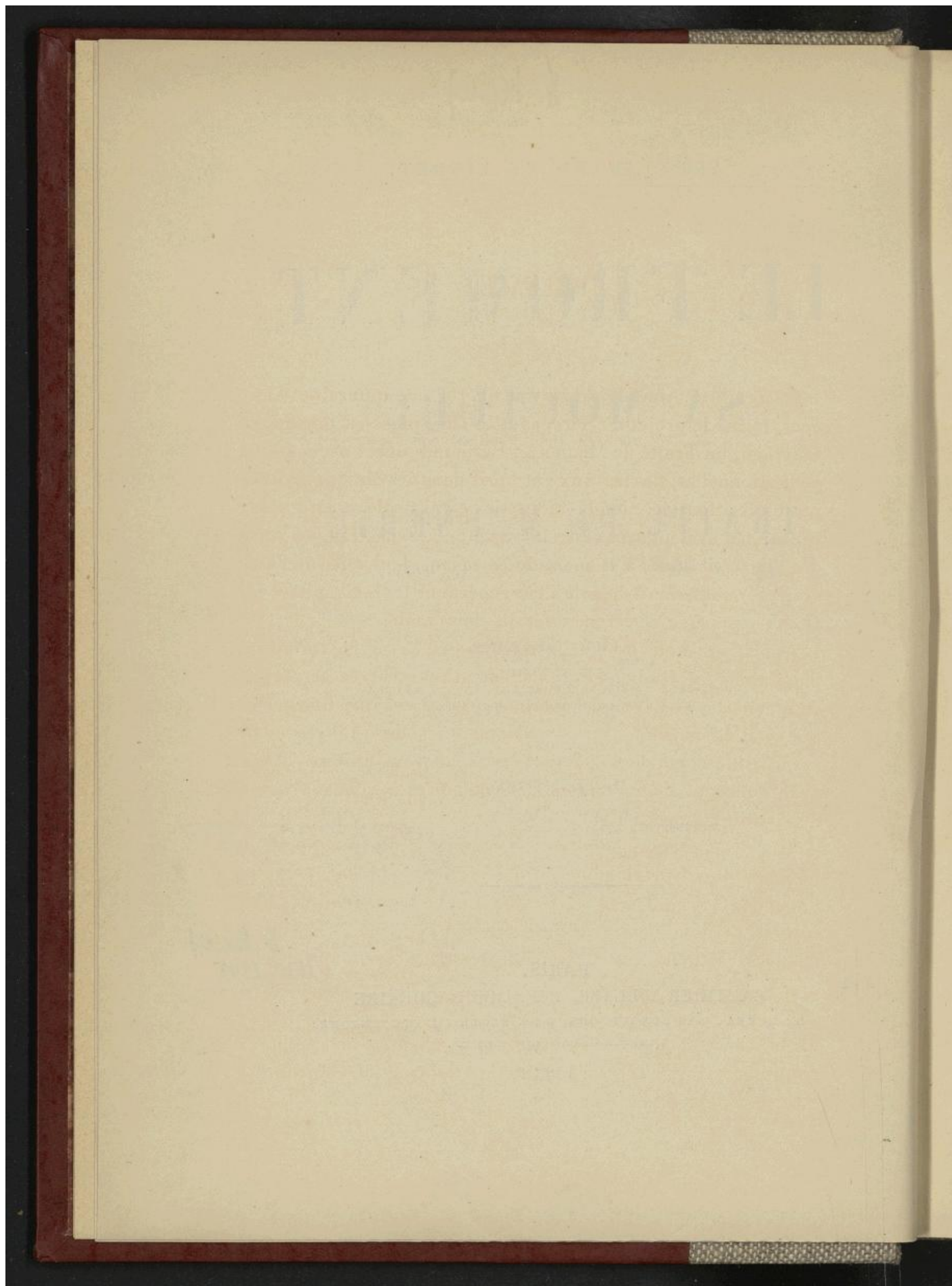
PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1903





PRÉFACE.

Le regretté Aimé Girard avait, il y a une quinzaine d'années, formé le projet d'écrire, sous le titre placé en tête de cet Ouvrage, un Traité de Meunerie. Ses nombreuses occupations professionnelles, des travaux entrepris dans des directions différentes, et dont le monde industriel et agricole a largement profité, en avaient sans cesse interrompu la rédaction, en sorte que, en avril 1898, à la mort de ce savant, le dossier de l'Ouvrage ne renfermait que le plan général et trois Chapitres (I, II, VI), presque entièrement écrits de sa main.

Appelé par mon enseignement, comme il l'avait été lui-même par le sien, à étudier continuellement les progrès accomplis en Meunerie, sachant quel intérêt portait à ces questions celui qui avait été mon maître, connaissant les idées qu'il possédait sur les différents points qui vont être ci-dessous traités, j'ai cru devoir me substituer à lui pour achever, de mon mieux, l'œuvre qu'il avait commencée.

Certains lecteurs seront peut-être surpris de voir que deux hommes de science, qui n'ont jamais été meuniers, aient eu l'idée d'écrire un Traité de Meunerie et se demanderont quels conseils ces hommes de science ont la prétention de donner à des praticiens dont ils reconnaissent d'ailleurs avoir beaucoup appris.

C'est qu'il en est de la Meunerie comme de presque toutes les industries : à une technique, en général habile, toujours routinière, a succédé une véritable science, qui emprunte à

l'Anatomie végétale du grain de froment, à la composition chimique des différentes parties de ce grain, à la connaissance de leur valeur alimentaire, à leur résistance relative aux actions des instruments de broyage, etc. les éléments qui doivent servir de guide dans l'appréciation des résultats de la mouture; sans doute on produisait de la farine avant que la Science s'introduisît au moulin; on s'attachait à suivre les pratiques dont l'expérience avait reconnu la valeur : on faisait ce qu'on savait; il importe aujourd'hui de savoir ce qu'on fait.

Aimé Girard a montré que, des différentes parties du grain, il convenait de rejeter l'enveloppe et le germe, et cela au moment même où la diffusion du bien-être et du luxe faisait adopter le pain blanc par la plupart des consommateurs; d'autre part, la concurrence générale, aidée par la facilité des transactions commerciales, la cherté de la main-d'œuvre, sont entrées en jeu pour obliger le meunier à diminuer le prix de revient de la farine.

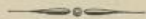
Le problème à résoudre consiste donc à produire le maximum de farine blanche, sans débris d'enveloppe et de germe, avec le minimum de frais. Les différents éléments scientifiques dont il vient d'être question, joints à l'expérience et à l'habileté professionnelles, permettent au meunier de juger la valeur des instruments qui lui sont proposés pour résoudre ce double problème.

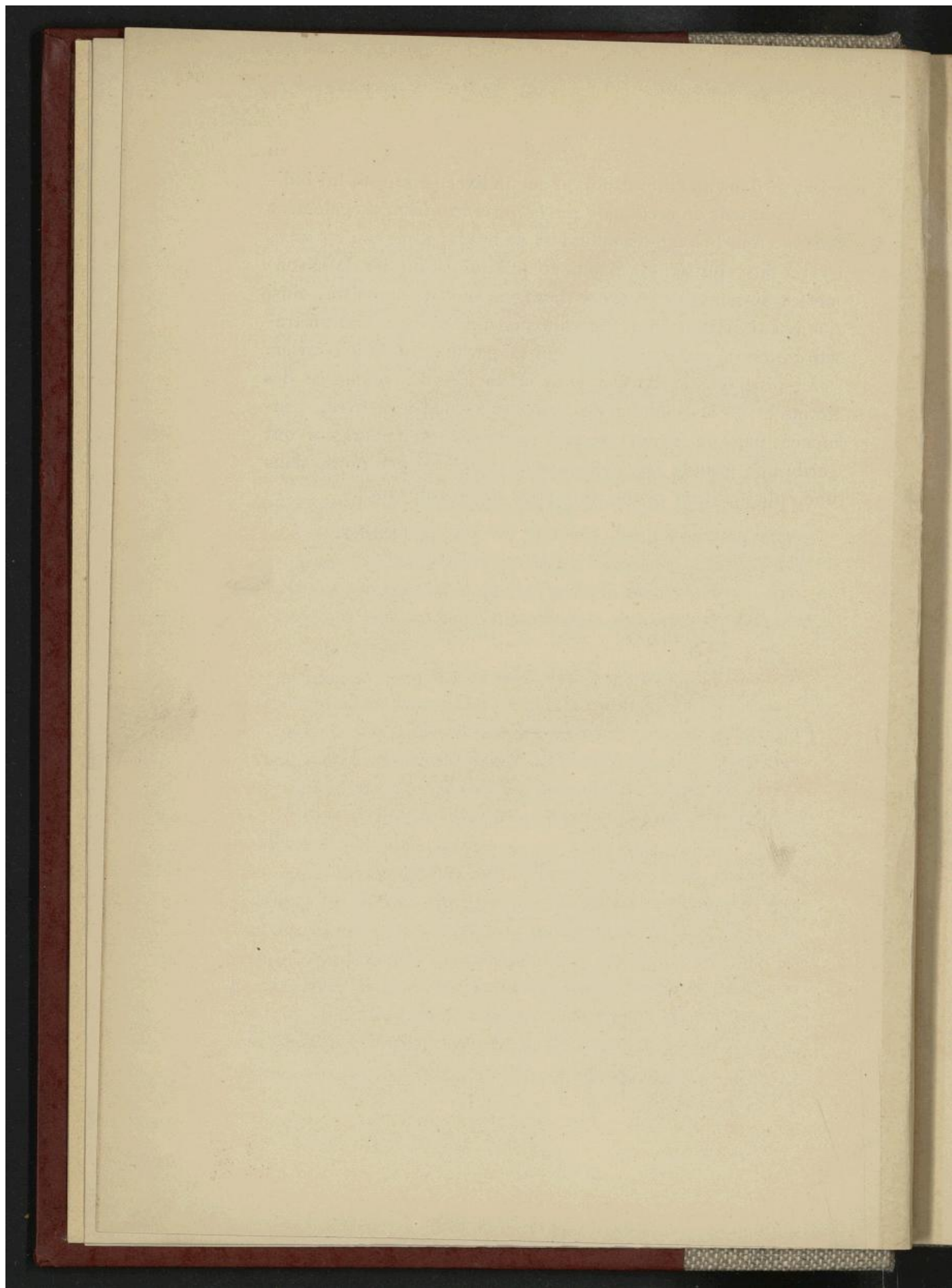
Ce sont ces principes scientifiques, aussi bien ceux qui regardent l'Anatomie du grain, sa composition chimique, que ceux sur lesquels sont construits les appareils de nettoyage, de broyage, de blutage, de sassage, etc., qui vont être exposés dans ce livre. Sans doute, celui qui l'aura étudié ne devra pas avoir la prétention de s'improviser meunier; on ne peut le devenir qu'après avoir accompli un stage dans un moulin, comme on ne devient chimiste qu'après avoir longtemps

séjourné dans un laboratoire, et aucun livre ne saurait lui indiquer comment on reconnaît que la *marchandise* est également *touchée* tout le long des cylindres de broyage, qu'elle est *usée*, c'est-à-dire épuisée de farine, et qu'il lui est inutile de la soumettre de nouveau au *convertissage*. Mais il connaîtra, ainsi que je l'ai dit plus haut, les principes qui lui imposent un travail rationnel et les appareils qui lui permettent de le réaliser.

J'espère que le monde de la Meunerie, du commerce des grains et de la Boulangerie fera bon accueil à ce livre, commencé par un savant auquel meuniers et boulangers ont gardé une grande reconnaissance, et achevé par nous, dans une collaboration pleine de regrets et de souvenirs.

L. LINDET.





LE FROMENT

ET

SA MOUTURE.

INTRODUCTION.

Les plantes auxquelles, dans le langage moderne, on applique spécialement la dénomination de *Céréales* sont celles dont le grain, petit et plein, fait d'une amande blanche qu'entoure une enveloppe colorée, est susceptible de se réduire en farine comestible sous l'action des engins que le meunier met en œuvre.

On en compte une douzaine au moins que bien souvent, au lieu de désigner sous leur nom propre, on désigne sous le nom générique de *Blés*. Pour l'habitant du Nord, le Blé ne représente pas la même céréale que pour l'habitant de l'Ouest; et si, en France, généralement, nous connaissons le Froment sous le nom de *Blé*, c'est parce que, de toutes les céréales, celui-ci est, dans notre pays, le plus usité pour l'alimentation humaine; mais nous ne devons pas être surpris si, dans d'autres contrées, nous entendons donner le nom de *Blé* au seigle, à l'orge, etc.

Sous ce nom de *Céréales* ou de *Blés*, il faut comprendre alors :

- 1^o Le Froment (*Triticum sativum, durum*, etc.);
- 2^o L'Épeautre (*Triticum spelta*);
- 3^o Le Seigle (*Secale cereale*);
- 4^o L'Orge (*Hordeum vulgare, hexastichum*, etc.);
- 5^o L'Avoine (*Avena sativa*);
- 6^o Le Maïs (*Zea mais*);
- 7^o Le Riz (*Oriza sativa*);
- 8^o Le Sarrasin (*Polygonum fagopyrum*);
- 9^o Le Millet commun (*Panicum miliaceum*);
- 10^o L'Alpiste (*Phalaris canariensis*);
- 11^o Le grand Mil, Sorgho ou Dari (*Holcus sorghum*);
- 12^o Le Millet d'Italie (*Panicum italicum*), etc., etc.

L.

1

Toutes ces plantes, à l'exception du sarrasin, appartiennent à la famille des *Graminées*; celui-ci, que ses emplois alimentaires seuls ont fait rapprocher des autres céréales, appartient à la famille des *Polygonées*.

Si loin que l'on regarde dans l'histoire des temps passés, à quelque contrée, d'ailleurs, que l'on s'adresse, toujours et partout on voit l'homme, à partir du jour où il est devenu cultivateur, faire des grains des céréales l'un de ses aliments de prédilection.

Cette prédilection, instinctive d'abord, raisonnée ensuite, on n'en saurait trouver la cause déterminante qu'en étudiant la constitution physique, la composition chimique et enfin la valeur alimentaire de ces grains.

Cette étude détaillée trouvera bientôt sa place; mais, dès à présent, il convient de constater que l'on rencontre dans les grains des principes hydrocarbonés : l'amidon, les sucres, la matière grasse; des principes azotés : le gluten, l'albumine végétale; des principes minéraux, parmi lesquels les phosphates alcalins et alcalinoterreux. Or, c'est la réunion d'espèces chimiques, appartenant à ces trois ordres de matières, qui représente la condition première, indispensable à la constitution d'un aliment complet.

Ce n'est jamais à l'état entier que les grains des céréales sont consommés par l'homme. A ces grains, avant de les approprier à notre alimentation, l'industrie d'abord, l'économie domestique ensuite font subir des transformations importantes, et, du fait de ces transformations, on les voit prendre des formes différentes. Ramenées à leur plus simple expression, ces formes sont au nombre de cinq, et il convient d'y distinguer le pain, les pâtes (macaronis, nouilles ou knots), les gruaux, les galettes et les bouillies.

Ce n'est pas, comme on le pourrait croire, par suite d'un goût particulier pour l'une ou l'autre de ces formes, que l'homme a été conduit à les choisir; c'est la nature même du produit alimentaire, ce sont ses qualités propres qui, en toute circonstance, l'ont obligé à les adopter.

Le pain, lorsqu'il est prêt à paraître au repas, est constitué par une pâte poreuse et levée, et la levée du pain ne peut se produire que si le grain a apporté dans la masse pétrie une substance douée d'élasticité, susceptible de s'étirer et de se transformer en petites cloches sous l'influence du gaz que la fermentation dégage. Cette substance, on la rencontre, possédant au plus haut degré la propriété qui vient d'être indiquée, dans le grain de froment : c'est le *gluten*.

Les grains des autres céréales renferment des glutens également, mais ces glutens n'ont aucune élasticité; soulevés par un dégagement gazeux, ils se rompent, et la pâte dont ils font partie se désagrège.

De cette observation il résulte que le grain de froment seul peut fournir un pain léger et bien levé, qu'à l'aide du grain de seigle, on peut obtenir un pain médiocre, lourd et imparfaitement levé, et que les grains des autres céréales ne peuvent fournir de pain dans le sens propre du mot.

Une autre conséquence encore découle de cette différence dans la propriété des glutens. Pour fabriquer des pâtes alimentaires, des nouilles, des macaronis, c'est chose indispensable que l'intervention d'un gluten doué de propriétés adhésives, et c'est dans le gluten du froment seulement que ces propriétés se rencontrent; elles font défaut au gluten des autres céréales.

De là la nécessité de donner aux grains une forme autre que celle de pain ou de pâtes, lorsqu'on veut les faire intervenir à l'alimentation humaine.

Souvent alors, c'est la forme de gruaux, c'est-à-dire de fragments concassés, qu'on leur donne; il en est ainsi surtout de l'avoine et de l'orge; plus souvent, c'est la forme de galettes minces ou de crêpes; il en est ainsi surtout pour le sarrasin; plus souvent encore, c'est la forme de bouillie épaisse, ainsi qu'on le pratique en maintes contrées pour l'avoine, pour l'orge, pour le sarrasin et pour le maïs.

Mais, quelle que soit celle de ces formes que la composition du grain qu'il entend consommer impose, il est, avant toutes choses, un travail que l'appropriation de ces grains à l'alimentation rend indispensable; ce travail, c'est leur fragmentation, leur réduction en gruaux, en farines et en sons; c'est, en un mot, le travail de la mouture.

Moudre le grain, c'est le diviser en fragments tantôt fins, tantôt grossiers, de manière à pouvoir ensuite, par des procédés mécaniques, séparer les uns des autres : d'un côté, les parties utiles à l'alimentation humaine; d'un autre, les parties qui lui sont inutiles.

Cette définition, cependant, ne s'applique pas à tous les cas; en certaines circonstances, c'est simplement à la division du grain que le travail du meunier se borne; toutes les parties que sa mouture fournit, utiles ou inutiles, sont alors confondues dans la préparation alimentaire. C'est par ce procédé incorrect que l'on opérait le plus souvent autrefois; il n'en est plus que rarement ainsi aujourd'hui; les progrès modernes ont fait à la mouture d'autres conditions, et,

dans l'immense majorité des cas, c'est à la première méthode, à celle qui comprend la division du grain d'abord, la séparation ensuite des parties utiles et des parties inutiles que le meunier recourt.

Le principe sur lequel l'art de celui-ci repose tout entier est le passage du grain entre des surfaces opposées, au contact desquelles ce grain se trouve concassé ou écrasé, entre lesquelles il est soumis tantôt à des froissements doux, tantôt à des chocs énergiques.

Quel que soit le mode suivant lequel ce principe est appliqué, on donne à l'ensemble des appareils à l'aide desquels il est mis en pratique le nom de *moulins*, à l'ensemble du travail le nom de *mouture*, au produit brut obtenu le nom de *boulangé*.

Reprise à la sortie du moulin, tantôt au cours même des opérations de mouture, tantôt lorsque ces opérations ont pris fin, la boulangé, ou partielle ou totale, est soumise à l'action d'appareils de division, bluteries et sasseurs, à travers lesquels se poursuit progressivement le travail de séparation mécanique des parties du grain utiles à l'alimentation humaine et des parties qui, lui étant inutiles, sont, d'autre part, utilisables pour l'alimentation du bétail.

Les céréales ne sont pas toutes, habituellement du moins, soumises à la mouture; deux d'entre elles seulement, le froment, d'un côté, le seigle, d'un autre, sont toujours destinés au moulin; le sarrasin et le maïs sont également soumis à la mouture lorsqu'ils sont destinés à l'alimentation humaine, mais ils ne vont pas au moulin lorsqu'ils doivent, ou bien être consommés par les animaux, ou bien être utilisés par l'industrie de la distillerie, de l'amidonnerie, etc., un simple concassage suffit alors, en général, à leur donner la forme que leur destination réclame.

L'avoine et l'orge ne sont moulues que dans les contrées où ces céréales doivent concourir à l'alimentation de l'homme : l'avoine en Écosse, l'orge en Allemagne, etc. En France, cependant, l'avoine est quelquefois passée entre meules, lorsque, par exemple, on veut l'écraser pour la donner à des chevaux âgés ou malades. On voit encore, dans quelques cas assez rares, ces céréales moulues, dans notre pays, pour la préparation de gruaux ou de farines de luxe.

C'est seulement dans quelques circonstances tout à fait exceptionnelles que le riz est soumis à la mouture. C'est à l'état de grains entiers, en effet, qu'on le consomme toujours, après que, par un travail dont l'étude est particulièrement intéressante, on a déshabillé le grain et poli sa surface.

Mais si toutes les céréales ne sont pas tributaires du meunier, par

contre, il est des cas où d'autres grains, en certaines régions du moins, sont l'objet d'une mouture régulière : telles sont les graines des Légumineuses (fèves, féverolles, pois, haricots, lentilles, etc.).

De tous les grains de céréales, le grain de froment est celui qui, dans nos pays, offre le plus d'intérêt. Lui seul peut donner un pain blanc, un pain bien levé. Aussi est-ce à la mouture des grains de froment que le meunier moderne, que le constructeur de moulins donne toute son attention, et les progrès accomplis dans l'industrie meunière n'ont eu pour objectif que de produire, au meilleur compte, la farine la plus blanche et la plus savoureuse qu'il soit possible d'extraire des grains de froment. La mouture ou le concassage des autres grains de céréales a suivi le progrès, mais ne l'a pas provoqué. On broie aujourd'hui du seigle et du maïs aux cylindres; mais ceux-ci ont été imaginés pour la mouture du froment.

Nous avons cru, en présence de ces considérations, devoir limiter notre travail à l'étude du grain de froment et de sa mouture. L'Ouvrage y gagnera en unité. L'histologie, la composition chimique, la valeur alimentaire des autres grains de céréales nous auraient entraînés à dépasser les limites d'un *Traité de Meunerie*; les procédés de mouture de ces autres grains de céréales se déduisent de ceux qui vont être exposés à propos du froment; ils sont toujours appliqués dans des conditions bien moins perfectionnées.

CHAPITRE I.

LE FROMENT AU DOUBLE POINT DE VUE DE SA PRODUCTION ET DE SON COMMERCE.

I. — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES CULTURES DU FROMENT.

Les considérations qui précèdent suffisent pour expliquer le rôle prépondérant que joue aujourd'hui, dans l'économie agricole de toutes les parties du monde, la culture des céréales.

Mais ce serait se tromper que de tenir un compte exclusif de ce qui se passe journellement sous nos yeux, et de croire à la prépondérance, dans tous les pays, de la culture du froment sur la culture des autres céréales.

Dans la zone du nord de l'Europe, et spécialement en Suède et en Norvège, c'est l'avoine qui, parmi les céréales destinées à l'alimentation humaine, joue le rôle principal.

Dans la zone du Midi, au contraire, spécialement en Roumanie, en Italie, dans la Russie méridionale, la culture du maïs prédomine sur la culture du froment.

Mais dans la zone centrale de l'Europe, en Allemagne, en Autriche, en Hollande, en Belgique et en France, le froment est cultivé concurremment au seigle; tantôt, comme en France, la production du froment représente quatre fois celle du seigle; tantôt, comme en Allemagne, la production du seigle est deux fois plus forte que celle du froment. En Angleterre, la production du froment est presque exclusive. Une certaine incertitude plane sur le chiffre de consommation, dans ces pays, de l'orge, du maïs et même du seigle; car une partie des grains récoltés sont consommés par le bétail ou servent comme matière première de distillerie, tandis que le froment est réservé en général à l'alimentation humaine.

Le Tableau suivant, emprunté à un travail de M. Grandeau, paru dans le journal *l'Économiste français*, donne en milliers de tonnes la production du froment dans le monde.

TABLEAU I.

Production du froment dans le Monde en milliers de tonnes
(période quadriennale 1892-1895).

EUROPE.	Russie.....	10 829	ASIE.....	Total pour l'Europe.	39 869
	France.....	8 574		Indes	6 679
	Autriche-Hongrie...	5 242		Asie Mineure.....	870
	Italie.....	3 214		Perse.....	490
	Allemagne.....	2 983		Syrie.....	299
	Espagne.....	2 449	AFRIQUE...	Algérie.....	495
	Roumanie.....	1 532		Égypte.....	268
	Grande-Bretagne et			Tunisie.....	132
	Irlande.....	1 418		Colonies du Cap....	122
	Bulgarie, Roumèlie..	1 072	AMÉRIQUE.	États-Unis	13 717
	Turquie d'Europe...	925		République Argentine.	1 679
	Belgique.....	509		Canada.....	1 347
	Serbie.....	253		Mexique.....	305
	Grèce.....	199		Chili.....	414
	Portugal.....	166		Uruguay.....	193
	Hollande.....	147	OCÉANIE. —	Australie.....	1 085
	Suisse.....	139		Total général.....	67 964
	Danemark.....	120			
	Suède et Norvège...	98			
Total pour l'Europe.		39 869			

On estime à 131 000 000^t la production en Europe des cinq grandes céréales, froment, seigle, orge, maïs, avoine, et à 39 869 000^t celle du froment. La récolte du froment représente donc 30 pour 100 de la récolte des céréales cultivées en Europe.

En dehors d'Europe, il est plus difficile de déterminer l'importance de la culture du froment par rapport à celle des autres grains alimentaires, car les statistiques sont muettes sur la production du riz aux Indes, en Chine, au Japon, en Cochinchine, en Égypte, au Sénégal, au Brésil, aux Antilles, à Bornéo, à Java, en Polynésie, en Mélanésie, etc., sur la production du mil ou millet et du sorgho aux Indes, en Ethiopie, au Sénégal, au Soudan, à Madagascar, etc.

Mais si l'on ne considère que les céréales dont les statistiques font mention, froment, seigle, orge, maïs, avoine, on voit que l'importance du froment est exclusive en Asie, presque exclusive en Australie où elle représente 80 pour 100, moins importante en Afrique où elle n'atteint que 30 pour 100, et enfin relativement faible en Amérique (22 pour 100) où l'on cultive autant d'avoine et quatre fois plus de maïs que de froment.

II. — STATISTIQUE DES RESSOURCES MISES A LA DISPOSITION DE LA MEUNERIE DE FROMENT PAR L'AGRICULTURE FRANÇAISE ET PAR L'IMPORTATION.

Ce serait sortir du cadre de cet Ouvrage que de chercher à établir pour les divers pays européens l'importance de leur production annuelle en froment, de leurs importations et de leurs exportations.

Mais, pour la France, ce travail est indispensable; lui seul peut permettre au meunier de mesurer la grandeur des ressources que l'agriculture nationale et l'importation mettent à sa disposition.

C'est à l'aide des remarquables ouvrages publiés en 1887 et en 1897 par la direction du Ministère de l'Agriculture, à l'aide des statistiques agricoles annuelles, et enfin du Tableau du commerce de la France, que ces ressources peuvent être établies.

1. Les surfaces cultivées.

La première question qui se pose, dans cette étude, est celle de savoir quelle superficie l'agriculture française consacre tous les ans à la culture du froment.

Cette superficie, ainsi que le Tableau ci-dessous permet de le constater, diminue plutôt chaque année, tandis que la production augmente; c'est à la culture intensive et à l'augmentation du rendement à l'hectare qu'est due cette diminution dans les emblavements.

TABLEAU II.

Milliers d'hectares consacrés en France à la culture du froment.

1882.....	7 191
....	
....	
1892.....	7 166
....	
....	
1896.....	6 870
1897.....	6 583
1898.....	6 963
1899.....	6 940
1900.....	6 864

La superficie consacrée au seigle diminue également, mais on ne saurait invoquer ici la même raison, la production du seigle s'affaiblissant plutôt au profit de la culture du froment. La surface culti-

vée ne représente en tout cas que de 1450 à 1500 milliers d'hectares (1500000), c'est-à-dire un peu plus du 20 pour 100 de la surface cultivée en froment. La surface cultivée en avoine représente environ 60 pour 100 de cette même surface, atteint près de 4000 milliers d'hectares (4000000).

On verra plus loin comment les milliers d'hectares de froment se répartissent sur le sol français, et la surface cultivée en froment dans chaque département devra être, à ce moment, mise en regard de la quantité de grains récoltés.

Mais auparavant, il est bon de montrer l'importance que chacun de nos départements donne à la culture du froment par rapport aux autres cultures des terres labourables. On voit en étudiant le Tableau ci-dessous que plus de soixante-deux départements consacrent à cette culture de 20 à 40 pour 100 de leurs terres. Seize seulement présentent un chiffre inférieur à cette moyenne, mais huit la dépassent et se rapprochent de 50 pour 100.

TABLEAU III.

*Rapport de la superficie en froment à 100 hectares
de terre labourable.*

	Hectares.
Var.....	55
Basses-Alpes, Alpes-Maritimes, Drôme, Lot, Lot-et-Garonne, Tarn-et-Garonne, Vaucluse.....	de 40 à 49
Ain, Hautes-Alpes, Bouches-du-Rhône, Calvados, Charente, Charente-Inférieure, Dordogne, Eure, Gard, Haute-Garonne, Gers, Gironde, Isère, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Nord, Pas-de-Calais, Basses et Hautes-Pyrénées, Rhône, Saône- et-Loire, Seine-Inférieure, Tarn, Tarn-et-Garonne, Vendée..	de 30 à 39
Aisne, Allier, Ardèche, Ardennes, Ariège, Aube, Aude, Aveyron, Belfort, Cher, Côte-d'Or, Côtes-du-Nord, Doubs, Eure, Ille- et-Vilaine, Indre, Indre-et-Loire, Jura, Landes, Loir-et-Cher, Loire, Manche, Haute-Marne, Mayenne, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Haute-Saône, Sarthe, Savoie, Haute-Savoie, Seine- et-Marne, Seine-et-Oise, Deux-Sèvres, Somme, Vienne, Yonne.	de 20 à 29
Corrèze, Corse, Creuse, Finistère, Hérault, Loiret, Marne, Mor- bihan, Puy-de-Dôme, Seine, Haute-Vienne, Vosges.....	de 10 à 19
Cantal, Haute-Loire, Lozère, Pyrénées-Orientales.....	de 5 à 9

Il importe maintenant d'entrer plus en avant dans la question, et de calculer ce que la meunerie française a reçu chaque année de la culture et de l'importation.

2. Production en grains.

C'est par l'étude du premier et du plus important des deux contingents, par l'étude de la production, qu'il convient naturellement de commencer. Le Tableau ci-dessous donne les chiffres qui représentent la production du froment en France, par période décennale, de 1831 à 1891, et par année de 1892 jusqu'à 1900. Cette production est estimée d'une part en milliers d'hectolitres, comme on le faisait autrefois, d'autre part en milliers de quintaux métriques, comme il semble aujourd'hui plus rationnel de le faire.

Ce Tableau montre que, malgré les alternatives de bonne et de mauvaise récolte que l'on constate dans l'histoire de la production du froment, les chiffres moyens décennaux rendent compte de la marche progressive que la production a suivie. En 60 ou 70 ans elle a presque doublé, augmentant au fur et à mesure du développement de la population. Aujourd'hui que l'accroissement de celle-ci est lent, la production reste un peu stationnaire, car le prix de revient du blé ne nous permet guère d'exporter.

TABLEAU IV.

Production du froment en France (1832-1900).

	En milliers	
	d'hectolitres.	de quintaux.
1832-1841 (moyenne).....	69 636	»
1842-1851 Id.	81 042	»
1852-1861 Id.	88 987	»
1862-1871 Id.	88 506	»
1872-1881 Id.	100 295	»
1882-1891 Id.	107 099	»
1892.....	109 538	84 567
1893.....	97 792	75 592
1894.....	122 469	93 671
1895.....	119 967	92 424
1896.....	119 742	92 607
1897.....	86 900	86 900
1898.....	128 096	99 312
1899.....	128 419	99 460
1900.....	114 711	88 599

C'est en grande partie à l'amélioration de la culture, à l'emploi des engrais, et surtout à l'adoption des races de blé à haut rende-

ment que cette progression est due. Si l'on calcule les rendements à l'hectare (en hectolitres) des périodes correspondant à celles que l'on a énumérées plus haut, on voit que ceux-ci ont en 60 ou 70 ans augmenté d'environ 30 pour 100.

TABLEAU V.

Production du froment en hectolitres par hectare.

1832-41.....	12,93	1892.....	15,67
1842-51.....	13,94	1893.....	13,82
1852-61.....	13,67	1894.....	17,52
1862-71.....	14,11	1895.....	17,13
1872-81.....	14,53	1896.....	17,42
1882-91.....	15,60	1897.....	13,19
		1898.....	18,40
		1899.....	18,50
		1900.....	16,71

Pour compléter cette étude des ressources que le meunier trouve à sa portée, comme aussi des débouchés dont cette industrie doit se préoccuper, il n'est pas sans intérêt de rechercher quelles sont, sur le territoire de la France, les régions les plus puissantes au point de vue de la production du froment.

La culture du froment se rencontre aujourd'hui dans tous nos départements, mais l'importance qu'elle y possède tant au point de vue de sa prédominance sur la culture des autres plantes, qu'au point de vue des rendements, varie dans des proportions considérables.

La première de cette question a été étudiée plus haut, et on a classé les départements suivant l'étendue qu'ils consacrent à la culture du froment, en comparaison de l'étendue des terres labourables.

Les départements peuvent être également classés suivant les rendements que l'on obtient à l'hectare sur la surface de chacun d'eux. En se plaçant à ce point de vue, on constate que les départements du Nord et des environs de Paris, comprenant Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, Eure-et-Loir, ont une production égale ou supérieure à 20^{hl} par hectare; qu'au-dessous et à l'ouest de cette région se trouve une autre région que l'on peut appeler *région du Centre* et qui est limitée au sud par une ligne qui envelopperait les départements de la Vendée, des Deux-Sèvres, de la Vienne, de la Haute-Vienne, de la Corrèze, du Puy-de-Dôme, de la Loire, de l'Isère, de la Savoie,

celle-ci ne produisant que de 15^{hl} à 20^{hl} à l'hectare. Au-dessous de cette ligne sont les départements qui produisent moins de 15^{hl} à l'hectare.

C'est précisément cette division, mise en relief par la *Statistique décennale* de 1892, que l'on adoptera ici pour étudier, en même temps que la production en froment de chaque département, la superficie qui lui est consacrée.

La culture de la betterave dans la région du Nord a donné un développement considérable à la culture du froment, celle-ci succédant toujours à celle-là dans l'assolement. Là, la surface cultivée pour chaque département représente de 100 000^{ha} à 150 000^{ha}, et la récolte moyenne environ 2500 000^q. Le département d'Eure-et-Loir atteint également ce chiffre, bien qu'il cultive peu de betteraves. Seul, le département des Ardennes, dont le sol est montagneux, ne produit guère que 1 000 000^q.

TABLEAU VI.

	Milliers d'hectares cultivés.			Milliers de quintaux de froment récolté.		
	1898.	1899.	1900.	1898.	1899.	1900.
Nord	133	131	129	2792	2605	2685
Pas-de-Calais	151	152	148	2667	2663	2807
Somme	133	129	129	2363	2009	1832
Aisne	147	147	138	2529	2498	2409
Oise	105	108	96	2263	2222	1737
Seine-et-Marne	114	113	113	2338	2349	2346
Seine-et-Oise	79	81	90	1658	1601	1743
Eure-et-Loir	121	119	111	2647	2432	2543
Ardennes	68	67	68	1111	951	1236

A l'ouest de cette riche région, se placent, parmi ceux qui ne produisent que moins de 20^{hl} à l'hectare, les départements de la Normandie et de la Bretagne; leur production est plus faible : ce sont des pays d'herbages; les Côtes-du-Nord présentent également une grande superficie de prairies naturelles; le Finistère et le Morbihan cultivent de fortes quantités de seigle.

Immédiatement au-dessous se découpent trois départements (la Loire-Inférieure, le Maine-et-Loire, la Vendée) dont la production atteint des chiffres élevés, voisins de ceux qui représentent la production des départements betteraviers.

Les départements du Centre, les Deux-Sèvres, l'Indre-et-Loire, la Vienne, le Loir-et-Cher, le Loiret, le Cher, l'Indre, la Nièvre,

l'Yonne, l'Allier, n'atteignent pas en général une production de 2 000 000^q. Il en est de même des départements de la Bourgogne et de la Champagne, l'Ain, la Saône-et-Loire, la Côte-d'Or, la Haute-Marne, l'Aube, la Marne; il en est de même enfin des départements lorrains, la Meuse et la Moselle.

Aux confins de cette grande région que l'on a dit ne recueillir que de 15^{hl} à 20^{hl} à l'hectare, se trouvent des départements à faible production, soit que ceux-ci consacrent une grande partie de leurs terres labourables à la production du seigle, comme la Haute-Vienne, la Creuse, le Puy-de-Dôme, la Corrèze, la Loire, etc., soit que les régions montagneuses les condamnent à restreindre leurs cultures, comme l'Isère, la Savoie, la Haute-Savoie, le Jura, le Doubs, la Haute-Saône, les Vosges.

TABLEAU VII.

	Milliers d'hectares cultivés.			Milliers de quintaux de froment récolté.		
	1898.	1899.	1900.	1898.	1899.	1900.
Seine-Inférieure.....	113	118	111	1 810	1 666	1 680
Eure.....	104	123	101	1 759	1 624	1 440
Calvados.....	92	85	70	1 426	1 309	967
Manche.....	77	77	68	900	900	746
Orne.....	61	61	69	988	931	719
Mayenne.....	107	108	108	1 741	1 660	1 231
Sarthe.....	78	77	77	1 106	1 120	994
Ille-et-Vilaine.....	141	138	148	1 755	1 782	1 800
Côtes-du-Nord.....	103	103	100	1 497	1 655	1 308
Morbihan.....	40	39	44	399	472	482
Finistère.....	60	60	55	951	865	789
Loire-Inférieure.....	152	155	154	2 188	2 108	1 976
Maine-et-Loire.....	165	165	160	2 822	2 294	1 078
Vendée.....	159	157	153	2 252	2 211	1 950
Deux-Sèvres.....	106	106	136	1 435	1 513	1 527
Vienne.....	108	109	127	1 573	1 651	1 797
Indre-et-Loire.....	102	99	99	1 832	1 811	1 446
Loir-et-Cher.....	73	75	76	1 372	1 305	1 207
Loiret.....	90	91	90	1 838	1 604	1 554
Cher.....	100	100	103	1 506	1 752	1 470
Indre.....	110	111	110	1 561	1 573	1 378
Nièvre.....	83	85	85	1 413	1 308	1 128
Yonne.....	120	120	121	1 950	1 906	1 584
Allier.....	112	114	118	1 922	2 374	1 635

TABLEAU VII (suite).

	Milliers d'hectares cultivés.			Milliers de quintaux de froment récolté.		
	1898.	1899.	1900.	1898.	1899.	1900.
Ain.....	93	94	95	1 334	1 313	1 375
Côte-d'Or.....	127	127	127	1 780	1 780	1 615
Haute-Marne.....	112	100	89	1 428	1 223	1 054
Aube.....	85	85	84	1 242	1 277	1 161
Marne.....	97	99	98	1 556	1 503	1 356
Meuse.....	94	96	94	1 189	1 233	1 174
Meurthe-et-Moselle.	80	81	77	929	1 112	1 056
Haute-Vienne.....	50	50	50	529	599	439
Creuse.....	26	26	31	338	364	388
Puy-de-Dôme.....	57	58	60	958	992	924
Corrèze.....	24	26	25	248	330	218
Loire.....	54	54	54	603	684	625
Rhône.....	49	49	49	649	650	574
Isère.....	111	113	118	1 318	1 315	1 406
Savoie.....	18	18	20	140	183	227
Haute-Savoie.....	31	31	32	387	452	448
Jura.....	43	44	49	623	578	577
Doubs.....	31	32	31	541	541	444
Haute-Saône.....	63	73	73	850	871	901
Vosges.....	44	48	46	550	583	580

Dans la région où la récolte ne représente pas même 15^h^l, on trouve quelques départements à assez forte production : la Dordogne, le Gers, la Haute-Garonne, le Tarn ; mais partout ailleurs la production ne saurait être comparée à celle des autres départements ; que l'on se dirige vers le bassin du Rhône (Drôme, Vaucluse, Hautes et Basses-Alpes, Alpes-Maritimes, Var), que l'on se dirige vers le bassin de l'Aude (Gard, Hérault, Aude, Pyrénées-Orientales), c'est presque toujours une récolte inférieure à 1 000 000^q, à 500 000^q et même à 200 000^q que l'on constate ; il est vrai que, dans ces derniers départements, la vigne occupe une grande superficie du territoire ; il en est de même dans la Charente, la Charente-Inférieure, la Gironde ; les départements limitrophes et qui s'étendent entre cette région du Sud-Est et celle du Sud-Ouest ne fournissent pas non plus de grandes quantités de froment.

TABLEAU VIII.

	Milliers d'hectares cultivés.			Milliers de quintaux de froment récolté.		
	1898.	1899.	1900.	1898.	1899.	1900.
Dordogne.....	147	147	139	1932	2656	1387
Haute-Garonne....	130	130	131	1735	1947	1472
Gers.....	136	137	136	1279	1493	1481
Tarn.....	103	102	109	1331	1370	966
Drôme.....	102	98	96	1252	1352	1435
Vaucluse.....	73	73	64	875	873	773
Hautes-Alpes.....	25	25	24	231	251	216
Basses-Alpes.....	54	53	58	478	500	545
Alpes-Maritimes....	18	19	18	135	142	145
Var.....	40	38	37	271	262	226
Gard.....	43	42	40	476	481	479
Hérault.....	10	8	9	86	78	91
Aude.....	47	47	38	660	641	409
Pyrénées-Orientales.	3	4	3	72	76	46
Charente-Inférieure.	156	150	133	1751	1965	1663
Charente.....	145	136	130	1480	1548	1052
Gironde.....	70	71	72	874	554	1634
Landes.....	35	35	34	369	437	356
Basses-Pyrénées....	52	52	53	592	691	409
Lot-et-Garonne....	160	160	120	1146	1163	1286
Lot.....	81	82	80	636	793	576
Tarn-et-Garonne...	100	102	99	949	961	976
Cantal.....	7	7	7	65	60	82
Aveyron.....	75	71	76	935	757	672
Lozère.....	13	12	13	83	85	130
Haute-Loire.....	17	16	18	244	234	211
Ardèche.....	37	37	30	249	249	270
Hautes-Pyrénées....	31	31	32	310	409	365
Ariège.....	42	42	41	336	340	288
Corse.....	13	13	14	81	62	100

3. Importation et exportation des grains et de leurs produits de mouture.

Les quantités de grains indiquées en nombres absolus et en valeur relative aux Tableaux qui précèdent ne représentent pas cependant le chiffre exact des approvisionnements de grains dont la meunerie française d'abord, dont l'alimentation nationale ensuite, peuvent disposer.

D'une part, en effet, il convient de tenir compte de nos importations, tant sous forme de grains que sous forme de farine, de gruaux, de pâtes alimentaires et de pain; d'une autre, et par réciprocité, des exportations de grains, de farine et des différents produits dérivés de la mouture, ci-dessus désignés.

L'entrée et la sortie des produits agricoles présentent une relation directe avec la production; elles comblent le déficit ou créent un débouché à la surproduction; aussi semble-t-il nécessaire de faire connaître ici tout au moins les chiffres relatifs aux dernières années 1896, 1897, 1898, 1899, 1900, dont nous avons indiqué ci-dessus la production.

C'est au Tableau général du commerce extérieur que sont empruntés les chiffres qui vont suivre; ceux qui expriment l'importation des grains et des produits dérivés de la mouture ne comprennent pas les quantités soumises à l'admission temporaire et qui doivent, sous une forme déterminée, farine, gruaux ou pâtes alimentaires, être réexportées; ils représentent les quantités qui restent et sont consommées sur le territoire français; en un mot, ce sont les chiffres, non pas du *commerce général*, mais bien du *commerce spécial*. On a également conservé les chiffres du commerce spécial pour l'exportation des grains, c'est-à-dire de produits agricoles ayant végété sur notre sol; on les a conservés enfin pour le pain et le biscuit, qui ne servent pas à apurer les comptes d'admission temporaire; mais on a adopté les chiffres du commerce général pour les produits dont la majeure partie provient de la réexportation sous forme de farine, de gruaux, de pâtes, de grains admis temporairement.

TABLEAU IX.

Mouvement commercial des grains et des produits de leurs moutures.

			En milliers de quintaux.				
			1896.	1897.	1898.	1899.	1900.
Importation du froment	(comm. sp.).		1 584	5 227	19 545	1 305	1 295
Id. de la farine de froment	Id.		217	184	381	196	208
Id. des gruaux et semoules	Id.		1 719	1 131	1 569	3 119	4 279
Id. des pain et biscuit	Id.		3 485	3 348	4 308	3 915	3 292
Id. des pâtes alimentaires	Id.		403	442	538	587	548
Exportation du froment	(comm. sp.).		11	5	17	19	15
Id. de la farine de froment	(comm. gén.).		3 180	2 949	1 532	2 687	2 759
Id. des gruaux et semoules	Id.		62 710	67 429	42 341	38 760	37 759
Id. des pâtes alimentaires	Id.		3 488	4 125	4 663	3 776	5 420
Id. des pain et biscuit	(comm. sp.).		581	835	831	1 090	2 138

L'examen du Tableau qui précède est fertile en enseignements.

On remarque tout d'abord que l'importation des blés (au commerce spécial) est éminemment variable; on l'a vu passer de 1 584 000^q en 1896 à 19 545 000^q en 1898; cela tient à ce que la récolte 1895 a été forte : 119 967 000^{hl} ou 92 424 000^q, tandis que la récolte 1897 a été faible : 86 900 000^{hl} ou 65 924 000^q. Mais, quelle que soit l'importance de la production indigène, le commerce d'importation trouve toujours sa place sur le marché intérieur. Par contre, nos exportations (commerce spécial) sont faibles; elles ne dépassent pas 10 000^q à 20 000^q.

Nos farines ont subi, vers 1882, une très sérieuse dépréciation à l'étranger; on vit en cinq années l'exportation (commerce général) des farines tomber de 1 113 000^q (1882) à 549 000^q (1886); c'est à l'état arriéré dans lequel s'était à cette époque maintenu l'art du meunier en France qu'était due cette décadence, et si les farines françaises, jadis si renommées, ont été, pour une large part, repoussées des marchés étrangers, c'est à notre indifférence en face des progrès réalisés hors de France qu'il le faut attribuer. Cette indifférence, bien heureusement, n'existe plus aujourd'hui. Les meuniers français ont compris la nécessité de perfectionner leur outillage, d'améliorer leurs produits, et l'on est heureux de constater que l'exportation des farines, provenant tant des blés indigènes que des blés soumis à l'admission temporaire, non seulement a atteint le chiffre de 1882, mais a doublé et même triplé ce chiffre.

L'exportation des gruaux ou semoules, que nos moulins, montés aujourd'hui avec les derniers perfectionnements, retirent des blés importés temporairement, a augmenté depuis 1882; elle atteint aujourd'hui des chiffres considérables (37 700 000^q en 1900); il en est de même de l'exportation des pâtes alimentaires produites au moyen de ces mêmes semoules (5420 000^q en 1900).

L'importation des gruaux et semoules est importante, ce sont presque exclusivement des semoules de blé dur destinées aux usages culinaires ou à la fabrication des pâtes alimentaires.

III. — DES PRINCIPAUX MARCHÉS DE GRAINS.

Cependant, et pour épuiser la question des ressources en matières premières que le commerce met à la disposition de notre meunerie, il n'est pas sans intérêt de chercher à se rendre compte des conditions dans lesquelles ont lieu en France les transactions sur les

L.

grains; ces conditions, il est aisé de les établir d'une façon générale en faisant une revue rapide des marchés de grains de notre pays (1).

Lorsqu'on se place au point de vue de la consommation nationale, c'est le marché de Paris qui aussitôt se présente comme le plus important. Là s'achètent et se vendent, on peut le dire, tous les blés propres à fournir du pain de bonne qualité.

On y fait des transactions considérables, et celles-ci sont traitées alors, en général du moins, suivant un règlement établi par la Commission dite du *Marché au blé de Paris*, dépendant du Syndicat général à la Bourse du Commerce. Ce règlement a pour but surtout de garantir, par l'exécution de certaines conditions, la bonne qualité du grain et la régularité des opérations commerciales. Cette Commission n'accorde son estampille qu'aux blés tendres, de bonne qualité; elle admet, à l'exclusion de tous autres, les blés de France et d'Algérie, les blés blancs d'Australie, de Nouvelle-Zélande, de Californie, d'Orégon; ceux qui proviennent des provinces des États-Unis situées sur le versant de l'Atlantique; les blés d'Italie, d'Espagne, de Portugal, de Hollande, de Danemark, d'Allemagne, des contrées de l'Autriche ayant fait partie de la Confédération germanique, les blés jaunes de Pologne et de Hongrie, et enfin, sous certaines réserves, les blés d'Angleterre et du Chili; sont exclus les blés étuvés, les blés durs, les blés mitadins, les poulards, les blés de mars et tous ceux qui, par leur nature, sont d'une valeur commerciale inférieure aux blés que l'on doit considérer comme types de bonne qualité.

Le marché a toujours pour base le poids de 77^{kg} net par hectolitre avec une tolérance de 2^{kg}, sauf certaines bonifications pour divers écarts de poids et de déchets.

Les opérations du marché de Paris intéressent plus spécialement les affaires à terme. Les cours s'établissent soit pour les marchandises disponibles, soit pour les marchandises à livrer à certaines époques et dans une période de temps déterminée.

En dehors de la Commission du *Marché au blé de Paris*, il se traite encore sur la place des affaires directes entre cultivateurs et meuniers. Chaque mercredi, notamment, les uns et les autres, comme aussi les négociants en grains, se réunissent aux abords de la

(1) Nous devons ces renseignements commerciaux à l'obligeance de M. Cornu, Secrétaire général de l'*Association nationale de la Meunerie française*, auquel nous adressons nos meilleurs remerciements.

Bourse du Commerce et de nombreuses transactions s'engagent sur les blés des divers rayons avoisinant Paris, très variables selon l'abondance des récoltes et les prix, auxquels s'ajoutent les frais de transport. Les prix s'entendent généralement aux 100^{kg}, en gare Paris ou parité.

Les blés étrangers tiennent également leur place dans les ventes; on les cote sur wagon au Havre, à Dunkerque ou à Rouen; les principaux sont les blés de Californie et d'Australie, les blés roux d'hiver d'Amérique, de Walla-Walla, de la Nouvelle-Zélande.

Au point de vue du chiffre des affaires, cependant, le marché de Paris n'est pas le plus important; c'est dans ce cas au marché de Marseille qu'appartient le premier rang. Mais là ce n'est pas exclusivement pour répondre aux besoins de la boulangerie nationale que la meunerie va s'approvisionner. Marseille, qui reçoit des quantités considérables de blés étrangers, est le centre d'un grand mouvement d'exportation de farines, semoules et autres produits dont l'écoulement au dehors est rendu possible par le régime des admissions temporaires. C'est en effet le port qui profite de cette faculté dans les proportions les plus larges. Sur 4271649^q de grains importés temporairement en 1900, Marseille comptait pour 3324932^q. Les réexportations de farines et autres produits farineux à la décharge de ces blés entrés temporairement se sont élevées, pour le département des Bouches-du-Rhône seul, à 1916021^q.

On doit citer ensuite comme marchés de grains et par ordre d'importance les ports des départements de la Seine-Inférieure et du Nord qui ont importé temporairement, les premiers 427606^q, les seconds 168004^q, et ont réexporté ensemble 605607^q de produits, dont partie à la décharge d'importations faites à Marseille.

Les importations par les frontières de terre sont à peu près nulles. Les blés importés temporairement par les directions de douane de ces frontières provenaient, pour Lyon, de Saint-Louis-du-Rhône; pour Paris, de Rouen ou du Havre; pour Lille, de Dunkerque; de sorte que les exportations importantes qui ont eu lieu par ces frontières ont été bien plutôt effectuées à la décharge de comptes pour admissions temporaires de blés dont les acquits ont été cédés et par la substitution de blés indigènes tirés des régions surproductrices aux blés étrangers utilisés en France pour la fabrication de produits spéciaux ou l'amélioration de nos espèces.

Ainsi, Bordeaux, qui n'avait reçu temporairement que 19974^q de blé, a pu réexpédier 47880^q de produits; Bellegarde, pour 14795^q

introduits, a ressorti 505012^q de produits; Delle, qui n'a rien reçu, a sorti 151131^q des mêmes produits.

A Marseille, les blés s'achètent par charge de 160^l, soit huit doubles décalitres. Le vendeur garantit un poids maximum et minimum avec une différence de 4^{kg} et même de 5^{kg}.

Les affaires s'y traitent sur une vaste échelle et souvent par cargaisons entières. On y vend surtout des blés provenant d'Odessa, de Berdianska, de Marianopoli, de Sébastopol, de Taganrok, de Burgas, de Dédéagh, de Varna, d'Alexandrette, de Tunisie et d'Algérie.

Viennent ensuite les marchés de nos autres ports. A Bordeaux, dans les années d'importation, se traitent surtout les affaires sur les blés roux d'hiver d'Amérique, les Australie, les Sandomirka, les Plata, les Hongrie, les Danube et les Saint-Louis.

A Nantes, en dehors des blés de Pont-Rousseau, de la vallée de l'Erdre, de Haut et de Bas de Loire, des côtes de la Vendée, on peut signaler encore des blés d'importation, notamment des Australie.

Enfin, le Havre reçoit, suivant les époques et aussi notre production indigène, des quantités considérables de blés d'Amérique, des blés des Indes de réexportation anglaise, des blés de Californie, d'Australie, d'Odessa, etc.

Puis ce sont les marchés des grands centres et des villes situées dans les pays de bonne production agricole, Lyon, Lille, Arras, Dijon, Beauvais, Bergues, Dreux, Sens, Chartres, Rouen, le Mans, Toulouse, Sablé, Roanne, etc.

Enfin, en dehors de ces grands marchés, on en rencontre de moindre importance dans tous les départements. Leur nombre s'élève à près d'un millier.

En outre, dans les pays où les petits moulins ont subsisté, le marché a lieu au moulin même ou chez le marchand de farine; le cultivateur apporte son grain et reçoit en échange une quantité de farine correspondante; c'est un marché fait avec paiement en nature.

C'est ordinairement le quintal qui sert d'unité pour les transactions sur les blés. Cependant, malgré tous les efforts tentés pour généraliser cette manière de faire, il existe encore beaucoup de marchés où l'on vend à la mesure ou au poids à peu près correspondant. C'est ainsi qu'on compte aux *dix doubles* dans les Basses-Alpes, au *double* dans l'Indre, aux 121^{kg} à Troyes, aux 80^{kg} dans la Charente, aux 80^{kg} et 90^{kg} dans la Charente-Inférieure, aux 165^{kg} sur quelques marchés de l'Eure, aux 120^{kg} dans l'Eure-et-Loir, la Seine-et-Marne et la Seine-et-Oise, aux 81^{kg} dans le Gers et dans l'Indre,

aux 170^{ks} dans la Manche, à l'hectolitre dans beaucoup de départements et à la *charge* dans quelques autres.

Il est inutile d'insister sur les graves inconvénients que présente l'usage d'unités aussi différentes; le temps n'est pas éloigné, il faut l'espérer, où, au grand avantage de la clarté des transactions, le quintal métrique leur sera généralement substitué.

En dehors du blé, le seigle se trouve coté sur presque tous les marchés de France; le sarrasin approvisionne plus particulièrement les marchés de la Bretagne. Enfin le maïs, dont la culture est relativement peu abondante en France, est importé dans notre pays en proportions considérables par Marseille, par Bordeaux et par Rouen.

CHAPITRE II.

DÉTERMINATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE ET DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DES DIVERSES PARTIES DU GRAIN DE FROMENT.

Les grains des céréales et les grains du froment surtout ont été, depuis un demi-siècle, l'objet de recherches nombreuses.

Soumis à l'examen microscopique ou à l'analyse chimique, tantôt dans leur entier, tantôt dans quelques-unes de leurs parties, ces grains ont fourni à Vauquelin⁽¹⁾, à Dumas, Boussingault et Payen⁽²⁾, à Payen encore⁽³⁾, à Boussingault⁽⁴⁾, à Trecul⁽⁵⁾, Peligot⁽⁶⁾, Reiset⁽⁷⁾, Krockher⁽⁸⁾, Poggiale⁽⁹⁾, Graham, Millon⁽¹⁰⁾, Mège-Mouriès⁽¹¹⁾, Rathay⁽¹²⁾, Kick⁽¹³⁾, Vogl⁽¹⁴⁾, Pappenheim⁽¹⁵⁾, Kudelka⁽¹⁶⁾, etc., l'occasion quelquefois de découvertes importantes, toujours au moins d'intéressantes observations.

Malgré tout cependant, le point de vue principal dont, au cours de leurs recherches, ces savants s'étaient préoccupés, ne paraissait pas fixé, et c'était encore pour beaucoup de personnes une question que

(1) VAUQUELIN, *Journal de Pharmacie*, t. VIII, p. 353.

(2) DUMAS, BOUSSINGAULT et PAYEN, *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. XXIV, p. 22.

(3) PAYEN, *Mémoires des Savants étrangers*, t. IX, p. 12.

(4) BOUSSINGAULT, *Économie rurale*, t. I, p. 440.

(5) TRECUL, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. IX, p. 450.

(6) PELIGOT, *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. XXIX, p. 5.

(7) REISET, *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. XXIV, p. 22.

(8) KROCKER, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. XLVIII, p. 212.

(9) POGGIALE, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XXXVII, p. 171; t. XLIV, p. 128.

(10) MILLON, *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. XXVI, p. 1.

(11) MÈGE-MOURIÈS, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XXXVII, p. 351; t. XXXVIII, p. 505; t. XLVI, p. 126; t. LIV, p. 445.

(12) RATHAY, *Rapport annuel (1874) de l'École de Lechsans-Klosterneburg* (Autriche).

(13) KICK, *Mehl-fabrication*.

(14) VOGL, *Schrotbrod* (Prague).

(15) PAPPENHEIM, *Lerbuch der Mulleier* (Vienne).

(16) KUDELKA, *Land. Jahrbücher L.*, 1875.

de savoir de quelle façon il convient de préparer les grains de froment pour les mieux approprier aux besoins de l'alimentation humaine.

Les résultats que fournissent les divers modes suivant lesquels ces grains sont, par le meunier d'abord, par le boulanger ensuite, transformés en vue de cette appropriation, se montrent très différents en effet. Tantôt le pain qu'on obtient des produits ainsi fabriqués est blanc et léger; tantôt, au contraire, il est bis et lourd. Sur la valeur alimentaire de ces pains, on voit aujourd'hui encore les opinions différer; pour les uns, il convient de faire concourir à leur préparation tous les produits de la mouture, le son aussi bien que la farine; pour d'autres, le son, les farines bises en doivent être absolument exclus; pour quelques-uns enfin, c'est à un terme moyen qu'il convient de s'arrêter.

Ces divergences d'opinion en face d'une question qui, à un si haut degré, intéresse l'alimentation humaine, ont conduit Aimé Girard ⁽¹⁾ à reprendre l'étude détaillée du grain de froment, non pas en le considérant dans son entier (cette étude a été faite en 1850 par Peligot, de la façon la plus complète), mais en le considérant au contraire et successivement dans ses diverses parties. Il a ainsi cherché à fixer la proportion relative des divers tissus dont chaque grain de froment est composé, à établir la composition chimique et à reconnaître la valeur alimentaire de chacun de ces tissus, de façon à permettre, à l'aide de ces documents, la détermination des conditions vers lesquelles doivent tendre les procédés de la meunerie rationnelle.

Depuis la publication du Mémoire d'Aimé Girard, la question de l'histologie du grain et des modifications qu'il subit au cours de la maturation a fait un très grand pas. Ce point de vue n'étant pas de ceux qui préoccupent le plus le meunier, nous nous contenterons de citer les travaux de M. Jumelle ⁽²⁾, de MM. Tschirch et Oesterle ⁽³⁾ et surtout ceux de M. Guérin ⁽⁴⁾ auquel nous empruntons la terminologie des différentes parties du grain.

(1) AIMÉ GIRARD, *Annales de Chimie et de Physique*, 6^e série, t. III; 1884.

(2) JUMELLE, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CVII, p. 285; 1888.

(3) TSCHIRCH et OESTERLE, *Anat. Atlas*, 1895.

(4) GUÉRIN, *Thèse*, 1899. Paris, Masson.

I. — DISTINCTION BOTANIQUE ET SÉPARATION TECHNIQUE
DES DIVERSES PARTIES DU GRAIN. — LEUR DOSAGE.

Chacun sait aujourd'hui que le grain de blé est composé de deux parties : le péricarpe qui a subsisté et la graine. Dans le péricarpe formé par le développement des parois de l'ovaire, l'examen microscopique fait reconnaître trois membranes superposées : l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe; dans la graine formée par le développement de l'ovule, cet examen microscopique fait de même reconnaître autour de l'albumen farineux auquel l'embryon est attaché, trois membranes superposées également, constituant, d'après M. Guérin, le *tégument séminal*, la *bande hyaline* et l'*assise protéique* ⁽¹⁾.

Cependant, cette division si nette en péricarpe et en graine n'a rien de commun avec la division matérielle des grains de froment que déterminent nos procédés de mouture, et c'est à faire des divers tissus dont le grain est composé un départ tout différent que tendent ces procédés. Du fait de ce départ on voit, d'un côté, les membranes extérieures de l'albumen rester unies à celles du péricarpe pour constituer les sons; d'un autre, les cellules glutineuses et amylacées de la graine fournir, par leur écrasement, les farines premières; d'un autre enfin, ces deux produits, sons et farines, mélangés ensemble, mélangés aussi aux débris de l'embryon, donner naissance aux matières inférieures : farines bises, petits sons, bâtards, remoulages, etc.

Quel que soit le procédé de mouture employé, c'est toujours vers un résultat de cette sorte qu'on le voit tendre; de telle façon que, en se plaçant au point de vue pratique et pour étudier les procédés de la meunerie, c'est autrement que ne le fait l'histologie qu'il convient de grouper les différentes parties dont le grain de froment est composé.

Dans ce grain il importe de considérer alors trois parties essentielles : en premier lieu, l'enveloppe, qui comprend non seulement le péricarpe, mais encore les membranes extérieures de la graine; en

(1) Le tégument séminal correspond à ce que les botanistes nommaient, au moment de l'apparition du travail d'Aimé Girard, le *testa*. La bande hyaline correspond à l'ancienne *endoplèvre*, et l'assise protéique n'est autre que l'ancien *tégument séminal*. Certains botanistes donnent à cette assise protéique le nom d'*assise digestive* ou de *couche à aleurone* ou de *couche à gluten*. Cette dernière définition n'est pas exacte, car les cellules de l'assise protéique ne renferment pas de gluten.

second lieu, le germe, c'est-à-dire l'embryon détaché de l'albumen; en troisième lieu enfin, l'amande farineuse, c'est-à-dire l'albumen lui-même.

Il est aisé de reconnaître et de caractériser ces trois parties essentielles du grain. Pour cela il suffit de faire, comme le montrent les vues photo-micrographiques (*Pl. I, fig. 1 et 2*) ⁽¹⁾, une coupe longitudinale ou transversale du grain de froment; sur l'une comme sur l'autre, on voit alors se dessiner nettement l'albumen farineux *b* portant à sa base l'embryon *a* et qu'entourent de tous côtés les six membranes successives dont l'enveloppe *c* est constituée, membranes qui, remontant d'abord le long du sillon, rentrant ensuite sous forme de crochet à l'intérieur de l'albumen, constituent à celui-ci, et de tous côtés, un manteau protecteur. Sur les détails d'organisation de ces diverses parties, il convient de ne pas insister pour le moment; les faibles agrandissements que l'on a dû adopter, afin de pouvoir reproduire photographiquement, sous le microscope, l'ensemble du grain de froment, ne permettent pas de les étudier utilement; c'est à un agrandissement plus considérable que, dans les paragraphes suivants, cette étude se présentera.

Aussitôt ces trois parties essentielles reconnues et caractérisées, un problème se pose dont l'importance est capitale au point de vue de la recherche des conditions de travail auxquelles l'art de la meunerie doit s'attacher. Ce problème, c'est celui de la détermination des quantités proportionnelles d'enveloppe, de germe et d'amande dont la réunion constitue le grain de froment.

La solution en est plus difficile qu'elle ne semble au premier abord. C'est chose malaisée, en effet, que d'isoler en un groupe unique les six téguments dont l'amande farineuse est entourée.

Divers moyens ont été proposés pour y parvenir, mais aucun d'eux ne donne de résultats satisfaisants; Aimé Girard a fait connaître en 1873 un artifice simple qui repose sur les différences que présentent, une fois le grain convenablement mouillé, d'un côté l'adhérence des assises entre elles, d'un autre l'adhérence de l'ensemble de l'enveloppe à cet albumen lui-même ⁽²⁾.

Des grains en nombre quelconque (25 à 50 suffisent pour obtenir

(1) Vues extraites des *Annales de Physique et de Chimie*, 6^e série, t. III, 1884.

(2) M. le Professeur Kick, de l'Institut Polytechnique de Prague, auquel la connaissance des résultats publiés par Aimé Girard n'était pas parvenue, a décrit, en 1878 (*Oesterr.-Ungar. Müller-Zeitung*, n° 1; 1878), un procédé reposant sur le même principe.

un résultat exact) sont pesés, puis immergés dans l'eau distillée et abandonnés au contact de celle-ci pendant un temps qui, suivant la dureté du grain, peut varier de 3 à 6 jours.

L'immersion, en tout cas, est prolongée jusqu'à ce que l'amande, imprégnée d'eau dans toute sa masse, ait acquis un commencement de plasticité, sans cependant être encore passée à l'état de bouillie. Dans ces conditions, et par suite de l'hydratation du gluten, la masse farineuse perd l'adhérence si forte qu'à l'état de siccité elle possède vis-à-vis de l'enveloppe qui la recouvre, tandis que l'adhérence des assises successives entre elles ne subit pas de modification marquée.

La question se ramène alors à l'exécution d'un départ mécanique entre, d'un côté, l'ensemble des téguments dont l'enveloppe est formée et, d'un autre, l'amande farineuse avec laquelle le germe se trouve entraîné.

Les résultats fournis par ce départ seraient cependant entachés d'inexactitude si, au cours de l'immersion du grain, on voyait celui-ci abandonner à l'eau, dans laquelle il est plongé, une quantité notable de matières solubles. Il n'en est rien heureusement, et l'expérience montre que, tant que le grain n'est pas pénétré par l'eau jusqu'en son milieu, le mouvement d'exosmose est assez faible pour que les quantités de matières solubles enlevées au grain soient négligeables.

Une expérience exécutée en laissant immerger, dans une même eau et pendant 5 jours, un poids de 150^g de blé poulard d'Australie a fait voir que les quantités de matières dissoutes par l'eau ne dépassaient pas, dans ces conditions, 0^g,865, soit 0,59 pour 100 du poids de ce grain.

Une autre expérience exécutée en faisant digérer pendant 6 jours, et dans six eaux consécutives, 50^g de blé Galland a abouti à la solubilisation de 0^g,340 de matière, soit 0,68 pour 100 du poids du grain.

Ces quantités sont telles qu'elles ne peuvent influer d'une manière sensible sur les résultats fournis par l'application, au grain, du procédé de départ mécanique de l'enveloppe et de l'amande dont nous avons plus haut indiqué le principe.

Pour opérer ce départ, chaque grain mouillé est, à l'aide d'une lame tranchante, recoupé suivant le sillon et séparé en ses deux lobes. Couché alors sur une lame de verre, retenu à l'aide d'une aiguille ou d'une pince fine, chaque lobe est fouillé à l'aide d'un couteau de bois mince et à bout arrondi, et, sous l'action de cet outil que l'opérateur a soin de maintenir toujours mouillé, débarrassé peu

à peu de la masse farineuse et demi-plastique dont il est rempli. La solidité de l'enveloppe interne est telle d'ailleurs que l'on peut, sans craindre de la déchirer, la frotter énergiquement et, par ce frottement, enlever les dernières traces de gluten et d'amidon qui pourraient y être restées adhérentes.

Soumis à ce traitement mécanique, chaque lobe laisse entre les mains de l'opérateur une petite coquille nette et propre, qu'il suffit, après l'avoir réunie aux produits semblables fournis par un nombre de grains suffisant, de sécher à 105°-110°, et de peser pour en obtenir le poids de l'enveloppe.

Aimé Girard, dans un travail fait en collaboration avec M. Fleurent, et dont il sera parlé plus loin, a substitué à cette méthode une méthode plus exacte, parce qu'elle porte sur une plus grande quantité de matières; cette méthode sera décrite dans le prochain Chapitre.

Quant au germe, c'est à sec qu'il convient de le séparer du grain et de le recueillir. Le grain, couché sur le dos, est refendu suivant le sillon, à l'aide d'une lame fine dont on limite l'action de façon qu'elle s'arrête immédiatement au-dessous du germe lui-même. Sur l'un des deux lobes ainsi séparés, ce germe apparaît alors toujours bien en vue, saillant au dehors, et en une situation telle qu'il devient aisé de l'enlever à l'aide d'une pince effilée. Le poids en est, du reste, si faible que, pour avoir un résultat exact, il convient d'opérer sur 50 à 100 grains au moins.

C'est en suivant la marche que l'on vient de décrire qu'Aimé Girard a pu réussir à déterminer, pour un certain nombre de blés, les proportions relatives d'enveloppes, de germe et d'amande farineuse entrant dans la composition du grain.

Le Tableau ci-dessous résume les résultats qu'il a obtenus sur ce point, et fait connaître en 1884 :

	Eau.	Enveloppes sèches.	Germe sec.	Amande sèche.
Blé rouge d'Écosse....	15,53	13,25	1,17	70,05
Blé poulard d'Australie.	13,60	12,76	1,22	72,22
Blé de Flandre.....	14,66	13,05	1,58	70,71
Blé de Noé.....	14,69	11,65	1,06	72,60
Blé de Pologne.....	12,59	12,62	1,21	73,58
Blé de pays.....	14,81	11,45	1,26	72,48
Blé de pays.....	15,14	11,21	1,42	72,23

Ces résultats pourront être comparés à ceux obtenus dans l'analyse des blés français, étudiés plus loin. La méthode employée pour

déterminer la proportion d'enveloppe donne des résultats de 1 à 2 pour 100 inférieurs à ceux obtenus par la seconde méthode, à laquelle il vient d'être fait allusion.

Si, d'ailleurs, on admet que l'état d'hydratation des diverses parties du grain est le même; que l'eau contenue dans ce grain, en un mot, s'y répartit proportionnellement à leur poids, sur l'enveloppe, le germe et l'amande, on voit, pour les blés ci-dessus, considérés en l'état de siccité normale que l'atmosphère ambiante leur impose, les trois parties du grain se présenter dans les proportions suivantes :

	Enveloppes.	Germe.	Amande.
Blé rouge d'Écosse.....	15,68	1,39	82,93
Blé poulard d'Australie.....	14,77	1,41	83,82
Blé de Flandre.....	15,29	1,85	82,26
Blé de Noé.....	13,65	1,24	85,11
Blé de Pologne.....	14,45	1,38	84,17
Blé de pays.....	13,44	1,48	85,08
Blé de pays.....	13,26	1,57	85,17

Les sept échantillons dont la composition se trouve établie par les analyses précédentes étant, du reste, des échantillons courants, on peut admettre, sans crainte d'erreurs sérieuses, que les blés de bonne qualité, offerts à la meunerie par le commerce, renferment, en moyenne, sur 100 parties :

Enveloppes.....	14,36
Germe.....	1,43
Amande.....	84,21
Total.....	100,00

L'auteur de ce Livre a tenu à conserver ce Tableau que le travail d'Aimé Girard a rendu classique, mais il fait remarquer, conformément à ce qui a été dit du procédé de dosage des enveloppes, que leur proportion doit être relevée de 1 à 2 pour 100, et la proportion d'amande abaissée de la même quantité.

Quelle est la composition chimique de ces trois parties essentielles du grain de blé? Quelle en est la valeur nutritive? Faut-il les faire toutes concourir à l'alimentation de l'homme? Convient-il, au contraire, de rejeter quelques-unes d'entre elles? C'est ce que maintenant il convient d'examiner.

II. — ÉTUDE DE L'ENVELOPPE ENTOURANT L'AMANDE FARINEUSE.

1. Constitution histologique.

Ainsi qu'il a été précédemment indiqué, l'étude histologique de l'enveloppe qui entoure l'amande farineuse du grain de froment a été esquissée en 1837 par Payen, approfondie en 1857 par Trécul, et en 1899 par M. Guérin. Un simple coup d'œil jeté sur les vues micrographiques (*Pl. I, fig. 3*) suffit pour rappeler les détails de son organisation.

Sous le n° 3 (*Pl. I*), Aimé Girard en a reproduit, à l'agrandissement de 180 diamètres ⁽¹⁾, une coupe longitudinale, c'est-à-dire parallèle à la direction du sillon; sous le n° 4 (*Pl. I*), une coupe transversale, c'est-à-dire perpendiculaire à cette direction même.

Sur l'une comme sur l'autre de ces vues, l'épaisseur de l'enveloppe atteint $\frac{1}{10}$ de millimètre environ. Jamais on ne la voit s'abaisser au-dessous de ce chiffre; quelquefois, mais rarement, elle est un peu plus considérable et se rapproche de $\frac{1,25}{10}$ à $\frac{1,50}{10}$ de millimètre.

En général, c'est à peu près par moitié que cette épaisseur se répartit entre le péricarpe et les enveloppes de la graine.

A la constitution du péricarpe intervient d'abord l'épicarpe *a*, formé de cellules épaissies; au-dessous, deux ou trois assises du mésocarpe offrent une structure analogue; puis vient, constituant l'assise la plus interne du mésocarpe, *b*, une rangée de cellules ponctuées, fortement allongées dans le sens tangentiel; elles portent le nom de *cellules transversales*. Au-dessous de ces cellules et principalement sur la face dorsale du grain, un certain nombre de cellules de l'endocarpe persistent, *c*; elles apparaissent en coupe transversale, sous forme de disques plus ou moins épaissis, affectent, vues de face, l'aspect de tubes plus ou moins sinueux: ce sont les *cellules tubulaires*; elles font partie de l'endocarpe.

Contre le péricarpe s'aperçoit ce qui persiste du *tégument sémi-nal*, *d*; d'après M. Guérin, le tégument externe de l'ovule a disparu; le tégument interne seul persiste; on l'isole en immergeant des coupes dans l'eau de Javel ou le chlorure de zinc iodé, qui détruit les assises voisines; ce tégument sémi-nal, que l'on nommait à tort autre-

(¹) L'agrandissement des diverses vues, relatives à la constitution du grain de froment, est toujours indiqué par les dimensions du quadrillé dont chaque division représente, à des échelles variables suivant cet agrandissement, $\frac{1}{10}$ de millimètre.

fois le *testa*, est formé de deux couches de cellules assez étroitement appliquées l'une contre l'autre, et renfermant un pigment brun ou jaunâtre.

Au-dessous du tégument séminal on retrouve l'épiderme de la nucelle sous forme d'une *bande hyaline, e*, et enfin au contact de cette bande hyaline, de grosses cellules transparentes, de section rectangulaire, à angles arrondis et à surface généralement convexe du côté de l'albumen : c'est l'*assise protéique, f*.

Directement attachées à cet albumen, les cellules de cette assise protéique se montrent, à l'intérieur, remplies tantôt complètement, tantôt incomplètement, d'une matière jaunâtre que l'on a regardée jusqu'ici comme granuleuse, et que l'on considère aujourd'hui comme de l'*aleurone*, imprégnée de matière huileuse.

2. Composition chimique de l'enveloppe.

Si la constitution histologique de l'enveloppe qui entoure l'amande farineuse du grain de froment est depuis longtemps connue, il n'en est pas de même de la composition chimique des diverses assises dont cette enveloppe est faite. Sur cette question, on ne possédait, il y a quelques années, que des données sommaires.

A ces données sommaires Aimé Girard s'est efforcé de substituer des renseignements précis, renseignements dont la possession lui a paru indispensable à la poursuite du but qu'il s'était proposé, c'est-à-dire à la détermination des parties qui, dans le grain de blé, possèdent une composition telle que l'on puisse leur attribuer une valeur alimentaire.

Si, en effet, après avoir amené l'enveloppe de froment à l'état de pureté, après l'avoir débarrassée de l'amande et du germe, on la soumet à l'analyse, on reconnaît aussitôt que cette enveloppe est particulièrement riche en matières azotées.

C'est entre 2,80 et 3,10 pour 100 qu'on voit alors osciller les proportions d'azote que contient cette enveloppe préalablement desséchée à 105°; c'est à 3 pour 100 qu'on la peut fixer en moyenne. D'où résulte, pour cette enveloppe, une richesse en matières azotées qui n'est pas moindre de 18,75 pour 100. Or, c'est à un chiffre notablement moindre que s'élève, en général, la richesse en azote et, par suite, en matières azotées, des farines les plus pures, c'est-à-dire des meilleurs produits alimentaires fournis par la mouture de l'amande. C'est entre 1,9 et 2,2 pour 100 que cette richesse en azote

oscille d'habitude pour les farines desséchées de première qualité.

Ce n'est pas tout, et, dans cette enveloppe, la combustion directe permet de reconnaître une proportion de matières minérales, particulièrement phosphatées, qui s'élève à 4,50 pour 100.

De cette grande richesse de l'enveloppe en matières azotées et en matières minérales résulte, au point de vue de l'étude des procédés de la meunerie, la nécessité, d'une part, de se préoccuper, au premier chef, de l'introduction de tout ou partie de cette enveloppe dans le compost alimentaire; d'une autre, de rechercher si les 18,75 pour 100 de matières azotées et les 4,50 pour 100 de matières minérales que l'analyse y fait reconnaître, sont également répartis dans les diverses assises qui la constituent, ou, au contraire, localisés dans quelques-unes d'entre elles.

3. Analyse de l'enveloppe sous le microscope.

L'étude qualitative de l'enveloppe entière sous le microscope, et à l'aide des réactifs ordinaires, fournit déjà à ce sujet des renseignements intéressants. Au contact de ces réactifs, en effet, on voit les couches qui forment le péricarpe, d'un côté, les couches qui recouvrent l'amande, d'un autre, se comporter d'une manière différente.

L'eau iodée impose aux premières une coloration sensible, elle rend plus foncée la couleur du tégument séminal; la bande hyaline, les parois des cellules de l'assise protéique se colorent sensiblement en jaune à son contact, comme le font les tissus azotés; mais c'est surtout sur la matière dont les cellules de l'assise protéique sont remplies que s'exerce l'action de ce réactif. Sous son influence, on voit cette matière prendre une coloration brune d'une grande intensité. L'acide nitrique, les sels de rosaniline, etc., donnent, avec les mêmes tissus, des résultats de même sens.

Les faits ainsi constatés permettent, d'une part, de prévoir que le péricarpe et le tégument séminal contiennent une certaine proportion de matières azotées; d'une autre, de reconnaître qu'à la constitution de la bande hyaline et des parois des cellules de l'assise protéique, ces matières azotées interviennent pour une proportion notable; d'une autre enfin, ils établissent que la masse dont les cellules de cette assise sont remplies est, pour la plus grande partie, faite de matière azotée.

L'action des alcalis sur l'enveloppe confirme cette manière de voir. Au contact de la potasse au $\frac{1}{100}$ seulement, la bande hyaline et les

parois des cellules de l'assise protéique se gonflent, prennent, comme l'indique la figure 5 (*Pl. I*), un énorme développement et, finalement, se distendent à un point tel qu'elles paraissent, comme le montre la figure 6 (*Pl. I*), se dissoudre complètement, laissant à l'état d'indépendance les petites masses de matière azotée et grasse particulièrement résistante que les cellules contenaient, et qui cependant, au contact prolongé de la potasse, finissent elles aussi par se gonfler.

Cependant, ce serait se tromper que de conclure de ces diverses réactions, caractéristiques de la présence des matières azotées, que la bande hyaline et les parois des cellules de l'assise protéique, ont entièrement la composition des matières de cet ordre; d'autres réactions permettent d'y reconnaître la présence prédominante de la cellulose.

L'action du chlorure de zinc iodé suffit à établir cette présence. A son contact, les couches du péricarpe, d'un côté, la bande hyaline et les parois de l'assise protéique, d'un autre, se colorent fortement en bleu.

Si bien que, du fait de ces réactions réunies; du fait, en outre, de la coloration brun foncé que prend le péricarpe au contact de l'acide sulfurique, on se trouve autorisé à conclure : que les couches du péricarpe sont faites de ligneux, c'est-à-dire de cellulose mélangée d'une faible proportion de matières azotées, et incrustées de substances riches en carbone; à conclure également que la bande hyaline et les parois des cellules de l'assise protéique sont faites de cellulose pénétrée de matières azotées.

Les mêmes réactions encore permettent de pressentir la composition chimique des matières logées dans les cellules de l'assise protéique. Au contact de l'iode, de l'acide azotique, etc., ces matières accusent fortement les caractères des composés azotés. Au contact de la potasse faible, elles se modifient à peine tout d'abord, et à la longue seulement augmentent de volume sans se dissoudre; au contact du chlorure de zinc iodé, elles ne se colorent pas en bleu, et l'on se trouve ainsi conduit à admettre que la masse principale en est constituée par des composés non cellulodiques, riches en azote et fortement agrégés.

Au milieu de cette masse se montre logée, en globules d'une certaine finesse, cette matière grasse dont Payen jadis a rendu la présence évidente en soumettant le tégument interne du blé à l'action de l'acide sulfurique. L'élégant phénomène dont on lui doit la découverte se produit avec plus de netteté encore lorsqu'à l'acide

sulfurique on substitue une solution sirupeuse de chlorure de zinc. Au contact de cette solution, on voit les parois des cellules, se gonflant fortement, comme il a été tout à l'heure indiqué, presser sur la masse azotée dont les cellules sont remplies et par cette pression obliger, comme le ferait une machine puissante, les globules huileux dont la masse est toute persillée, à se réunir et à s'échapper au dehors, ainsi qu'on le peut voir sur la figure 6 (*Pl. I*), où, du fait d'une action physique analogue due à la présence de la potasse, plusieurs cellules laissent exsuder des gouttelettes de matière grasse.

Quant au tégument séminal, l'action des différents réactifs le laisse absolument indemne, et sa résistance est telle que c'est chose aisée que de le séparer de l'enveloppe à l'état de pureté. Il suffit, pour obtenir ce résultat, de laisser pendant quelques heures l'enveloppe entière recouverte, soit d'acide sulfurique, soit préférablement de chlorure de zinc; au contact de ces réactifs, le tégument séminal reste inaltéré alors que toutes les autres couches se dissolvent ou se désagrègent. Isolé de cette façon, le tégument séminal se montre, comme la cuticule des plantes, rebelle à l'action de presque tous les agents chimiques.

4. Analyse immédiate de l'enveloppe entière.

L'action des réactifs sur les divers tissus qui constituent l'enveloppe de l'amande farineuse du blé permet de prévoir quel est, dans cette enveloppe, le gisement principal des 18,75 pour 100 de matière azotée qu'elle renferme. Ce gisement principal, c'est dans l'assise protéique qu'on doit le trouver.

L'analyse immédiate de cette enveloppe entière permet déjà de donner à cette manière de voir une certaine solidité; l'analyse immédiate des diverses parties qui la composent en montre ensuite toute l'exactitude.

Pour résoudre la première partie du problème que cette double analyse comprend, Aimé Girard a eu recours à des réactifs aussi peu énergiques que possible et s'est contenté de traiter l'enveloppe entière des grains de froment par l'eau d'abord, ensuite par une eau très légèrement acidulée, en dernier lieu enfin par une solution alcaline très faible pour, en même temps, suivre au moyen du microscope les modifications apportées par l'emploi de ces liquides à la constitution apparente des divers téguments, doser, dans les produits fournis par chacun de ces traitements, la proportion de

matière azotée, et déduire enfin, du rapprochement entre l'aspect des tissus modifiés et leur composition, la personnalité de ceux dans lesquels cette matière azotée se trouve logée.

L'enveloppe, préalablement desséchée, placée dans un vase conique bouchant à l'émeri, y a été recouverte de trente fois son poids d'eau distillée et, en cette situation, mise à macérer au bain-marie à 50° pendant 2 heures; sur le résidu pressé de cette macération, une nouvelle quantité d'eau a été versée, qu'à 50° encore on a laissée en contact avec l'enveloppe pendant 6 heures; les liquides ont été réunis, évaporés, et ont fourni un extrait représentant 17,6 pour 100 du poids de l'enveloppe.

Dans cet extrait, d'une part, dans le résidu de la macération, d'une autre, l'azote a été dosé et l'on a ainsi trouvé, d'un côté, que l'extrait avait emporté une quantité de matière azotée représentant en azote 0,39 pour 100 du poids de l'enveloppe sèche; d'un autre, que, celle-ci contenant à l'origine 3 pour 100 d'azote, le résidu de la macération n'en contenait plus que 2,60 pour 100. La concordance de ces deux nombres, se reproduisant à la suite de plusieurs essais, a permis de conclure qu'à l'enveloppe séchée l'eau enlève une quantité de matière soluble qui représente 17,6 pour 100 du poids de celle-ci et qui se décompose en :

Matières azotées	2,40
Matières non azotées	15,20
	17,60

C'est parmi ces matières azotées solubles que figure le ferment que Mège-Mouriès a désigné sous le nom de *céréaline* et dont le rôle à la panification est si important.

Étudiée sous le microscope à la suite de ce traitement par l'eau, l'enveloppe n'accuse aucune modification appréciable, et de son aspect général il est impossible de déduire à quelle partie ces substances solubles ont été enlevées. Si cependant on considère la nature essentiellement ligneuse du péricarpe, l'insolubilité générale du tégument séminal, la facilité, au contraire, avec laquelle l'assise protéique se modifie en donnant naissance à des produits solubles, l'influence enfin que cette membrane exerce sur les produits de la mouture, il semble permis d'admettre que c'est à l'assise protéique surtout que l'eau emprunte les 17,60 pour 100 de matière soluble que perd, par la macération, l'enveloppe du grain.

A l'action de l'eau, Aimé Girard a fait succéder l'action d'une

solution chlorhydrique extrêmement faible, contenant seulement $\frac{5}{1000}$ d'acide; une partie du résidu de la macération précédente en a été couverte, le tout logé dans un vase conique et maintenu, le vase bouché, à 60° pendant 18 heures. La liqueur acide provenant de cette nouvelle macération, additionnée des eaux de lavage, a été ensuite évaporée à basse température et séchée dans le vide; elle a fourni un extrait dont le poids représentait 43,6 pour 100, c'est-à-dire près de la moitié du poids de l'enveloppe tout entière.

Soumise à l'analyse, cette matière a donné une quantité d'azote représentant 0,92 pour 100 du poids de l'enveloppe sèche et correspondant, par conséquent, à une quantité de matière azotée égale à 5,75 pour 100 de ce poids.

Le résidu de la macération, d'autre part, ne renferme plus alors qu'une proportion de matière minérale bien inférieure à celle que l'enveloppe renfermait avant d'être soumise à l'action de l'eau acidulée.

Brûlée en son entier, et après dessiccation à 105°, cette enveloppe laisse une proportion de matière minérale qui n'est pas moindre de 5,40 pour 100; brûlé dans les mêmes conditions, le résidu de la macération à l'eau acidulée ne laisse plus qu'une quantité de cendres représentant 1,05 pour 100 du poids de l'enveloppe.

D'où résulte que, dans les 43,60 de matière enlevée à l'enveloppe par la solution acidulée, il faut compter une proportion de matière minérale égale à $5,40 - 1,05 = 4,35$ du poids de cette enveloppe et que, par suite, l'effet exercé sur l'enveloppe séchée et déjà macérée à l'eau, par une macération nouvelle en présence d'une solution légèrement acidulée, peut s'exprimer en disant que, dans ces circonstances, l'enveloppe abandonne :

Matières azotées.....	5,75
Matières cellulosiques.....	33,50
Matières minérales.....	4,35
	43,60

L'examen microscopique des diverses parties de l'enveloppe, à la suite de cette macération à l'eau acidulée, est d'ailleurs très instructif.

Si d'abord on considère le péricarpe, on reconnaît que les parois de ses cellules se sont amincies; l'ensemble, comme le montre la figure 7 (*Pl. II*), en est devenu plus clair, moins compact, et c'est chose évidente que, sous l'influence de l'acide faible, une partie de la même matière cellulosique (légèrement azotée, on le verra

plus loin) dont le péricarpe est fait, est entrée en dissolution.

Sur le tégument séminal, l'action paraît avoir été nulle, et plus tard l'analyse de ce tégument, qui, pris à l'état isolé, conserve, malgré l'action du chlorure de zinc acidulé, sa teneur normale en azote, montrera qu'en réalité il en doit être ainsi.

Mais sur la bande hyaline et l'assise protéique, l'effet exercé par l'eau acidulée à $\frac{5}{1000}$ est, au contraire, considérable; la bande hyaline d'un côté, les parois des cellules de l'assise protéique d'un autre, ont, dans une mesure importante, diminué d'épaisseur; quelques-unes de ces cellules se sont vidées, laissant échapper, sous la forme de petits blocs, la matière grasse et azotée qu'elles contenaient, et, du fait du départ de ces petites masses, il faut nécessairement conclure qu'en certains points au moins les parois des cellules se sont dissoutes.

Sur les coupes d'enveloppe traitées par l'eau acidulée, d'ailleurs, on rencontre souvent, comme sur la figure 7 (*Pl. II*), une preuve curieuse de la dissolution, au moins partielle, des parois des cellules de l'assise protéique. Après déshydratation par l'alcool, on voit alors la convexité habituelle de ces parois faire place à une concavité prononcée qui détermine la compression des masses intérieures.

Les observations diverses qui viennent d'être résumées conduisent à admettre que c'est, d'une part, sur le péricarpe, auquel elle enlève une partie notable des matières ligneuses dont il est formé, d'une autre, sur la bande hyaline et l'assise protéique, que l'eau acidulée a porté son action.

A cette action, cependant, qui a amené la dissolution partielle du péricarpe, de la bande hyaline et de l'assise protéique, mais qui a laissé intactes les masses mêmes dont les cellules de cette dernière assise sont remplies, ne correspond, il faut le remarquer aussitôt, qu'une élimination relativement faible de la matière azotée. L'enveloppe totale en renfermait 18,75 pour 100; l'eau lui en a enlevé 2,40; l'eau acidulée, 5,75; elle en contient encore, par conséquent, 10,60 pour 100 et, dès lors, il semble naturel d'admettre, à partir de ce moment, que c'est surtout dans les cellules mêmes de l'assise protéique que la plus grande partie de cette matière azotée se trouve concentrée.

Pour s'en convaincre, il suffit de faire succéder à l'action de l'eau acidulée l'action d'une solution alcaline faible et non caustique obtenue, par exemple, en dissolvant dans 100 parties d'eau une

partie de carbonate de soude hydraté. Mise à macérer au contact de ce liquide à 60° pendant 36 heures, une portion de l'enveloppe déjà macérée d'abord à l'eau, puis à l'eau acidulée, laisse un résidu dont le poids représente 12,6 pour 100 de l'enveloppe sèche et qui, à l'analyse, se montre absolument dépourvu de matière azotée.

Si l'on étudie alors le liquide que cette macération a fourni, et qui contient, partie à l'état de dissolution, partie à l'état de masses désagrégées, toutes les matières que la solution alcaline a détachées de l'enveloppe, si on l'évapore à siccité dans le vide, et si l'on soumet l'extrait sec à l'analyse, on y constate la présence d'une proportion d'azote qui représente 1,70 pour 100 du poids de l'enveloppe et correspond, par conséquent, à 10,62 pour 100 de matières azotées.

Examiné sous le microscope, le résidu de cette dernière macération se présente, du reste, comme le montre la figure 8 (*Pl. II*), avec une constitution d'une extrême simplicité, et l'on n'y retrouve plus que le péricarpe attaqué par l'acide, puis gonflé par la potasse, et le tégument séminal qui semble, lui, n'avoir subi aucune modification notable, quoique, en réalité, il ait à l'alcali abandonné la matière azotée qu'il contenait. Quant à la bande hyaline que l'eau acidulée avait déjà partiellement dissoute, quant à l'assise protéique dont les parois cellulaires avaient, en partie, cédé sous l'influence du même agent, la solution faible de carbonate de soude cristallisée les a entièrement emportés avec toute la matière azotée que l'enveloppe contenait encore.

Les résultats fournis par l'analyse qui précède, analyse qu'il a semblé utile, à cause de sa délicatesse, de décrire en détail, sont faciles à résumer. Ils consistent, en effet, essentiellement en ceci que, soumis à l'action des réactifs faibles, l'enveloppe abandonne :

A l'eau.....	2,40 de matière azotée provenant surtout de l'assise protéique.
A l'eau acidulée...	5,75 de matière azotée provenant du péricarpe, de la bande hyaline et des parois de l'assise protéique.
A l'eau alcaline....	10,62 de matière azotée provenant de l'assise protéique et, pour une faible proportion, du tégument séminal.
Soit au total...	18,77 de matière azotée contenue dans l'enveloppe.

D'où, par conséquent, il convient de conclure, ainsi que l'avait fait prévoir l'analyse qualitative faite au microscope, que c'est dans

l'assise protéique qu'il faut aller chercher le gisement des deux tiers au moins de la matière azotée que l'enveloppe contient.

5. Analyse élémentaire des divers téguments isolés de l'enveloppe.

L'étude analytique de l'enveloppe prise, non plus dans son entier, mais successivement dans ses diverses parties, apporte à cette proposition une netteté plus grande. Si, en effet, elle fait reconnaître dans les tissus superposés à l'assise protéique la présence de l'azote, elle ne l'y montre jamais qu'en proportion relativement faible; tandis que dans cette assise, au contraire, elle permet de constater une proportion d'azote qui atteint 4 pour 100 de son poids, une proportion, par conséquent, de matière azotée qui s'élève à 25 pour 100.

Pour soumettre individuellement à l'analyse élémentaire les diverses couches dont l'enveloppe du froment est formée, Aimé Girard a dû d'abord se préoccuper d'obtenir ces téguments à l'état d'indépendance.

La récolte du péricarpe a été facile. En certaines circonstances, en effet, on voit, dans les moulins à cylindres, la boulange partielle, passée aux appareils broyeurs, fournir des feuilletés légers qui, par une sorte de sassage naturel, se séparent des autres produits et remontant à la surface, se montrent constitués exclusivement par les trois couches du péricarpe nettement détachées du reste de l'enveloppe.

A l'aide d'un artifice, Aimé Girard est parvenu à déterminer le poids proportionnel de ce péricarpe par rapport à l'enveloppe. Cet artifice a consisté à projeter, au moyen d'une lanterne, agrandie, sur des feuilles d'un papier bien homogène, d'abord l'image des enveloppes pesées provenant d'un nombre connu de grains, puis l'image d'un certain nombre de feuilles de péricarpe d'un poids connu également, à comparer les surfaces couvertes dans l'un et l'autre cas, par la pesée des portions de papier découpées que couvraient l'une et l'autre image, et à déduire enfin des données ainsi recueillies et, par un calcul simple, les poids respectifs d'enveloppe et de péricarpe.

En opérant de cette façon, Aimé Girard a reconnu que le péricarpe représente 31,0 pour 100 du poids de l'enveloppe entière non séchée, et comme, d'autre part, l'enveloppe elle-même représente en moyenne 14,36 pour 100 (sous réserve de ce qui a été dit plus haut) du poids du grain, on en peut conclure que c'est à 4,45 pour 100 du poids de ce grain que s'élève la proportion du péricarpe.

Recueilli au moulin dans les conditions que nous avons tout à l'heure indiquées, contenant 11,33 pour 100 d'eau, le péricarpe fournit à l'analyse 1,25 pour 100 d'azote et 1,87 pour 100 de cendres blanches infusibles, calcaires et siliceuses à la fois; de telle sorte qu'à l'ensemble des trois couches qui le composent il convient d'assigner la composition suivante :

Eau.....	11,33
Ligneux non azoté.....	78,99
Matières azotées.....	7,81
Matières minérales.....	1,87
	100,00

Pour isoler les couches adhérentes à la graine et dont l'assise protéique forme la partie principale, Aimé Girard a eu recours à un procédé jadis indiqué par Mège-Mouriès ⁽¹⁾, procédé qui consiste à immerger le grain dans une solution de potasse faible à 1 pour 100, pour ensuite en frotter la surface avec un linge dur et grossier. Dans ces conditions, d'après Mège-Mouriès, l'assise protéique devrait, à l'exclusion de tout autre tissu, rester à la surface de l'amande farineuse. Aimé Girard a reconnu qu'en réalité il n'en est pas ainsi; le péricarpe seul se détache dans ces circonstances, et à la surface de l'amande farineuse on retrouve, non pas l'assise protéique isolée, mais cette membrane recouverte encore de la bande hyaline et du tégument séminal.

Quoi qu'il en soit, on acquiert dans ce procédé le moyen de séparer les membranes de la graine des membranes du péricarpe. Il suffit, en effet, reprenant le grain ainsi entamé à la surface, de le ramollir par l'eau pour en pouvoir ensuite, mécaniquement et comme il a été indiqué pour la préparation de l'enveloppe, détacher l'ensemble des couches qui entourent la graine.

De cet ensemble, d'ailleurs, c'est chose possible que d'isoler le tégument séminal à l'état de pureté. Il suffit, pour cela, de détruire ou de désagréger la bande hyaline et l'assise protéique. C'est à quoi l'on arrive aisément, comme il a été dit plus haut, en soumettant pendant quelques heures, et à la température de 40°, les téguments de la graine à l'action du chlorure de zinc sirupeux et légèrement acidulé. Sous l'influence de ce réactif énergique, le tégument séminal résiste seul, de sorte qu'il suffit d'étendre d'une grande masse

(1) *Comptes rendus*, t. XLVIII, 1859, p. 431.

d'eau le produit de la réaction, de jeter le tout sur un tamis fin, du n° 100, par exemple, pour retenir à la surface de ce tamis le tégument séminal débarrassé des matières dissoutes et des produits simplement désagrégés, tels que les masses cellulaires de l'assise protéique.

Obtenu de cette façon, le tégument séminal se présente sous la forme de feuilles d'une minceur extrême, fortement colorées, qui nagent au milieu du liquide, et dont le poids, après dessiccation, représente 8,7 pour 100 de l'enveloppe sèche, soit, en l'état d'hydratation normale, 7,69 pour 100 du poids de l'enveloppe non séchée.

Soumis à l'analyse, le tégument séminal, séparé des autres tissus par le procédé qui vient d'être indiqué, se montre riche à 2,59 pour 100 d'azote, à 16,18 de matière azotée, par conséquent; sa teneur en matière de cette sorte est donc très voisine de celle que l'analyse a fait constater pour l'enveloppe prise dans son ensemble. Elle confirme, d'ailleurs, l'analogie du tégument séminal avec la cuticule des plantes, cuticule dans laquelle on trouve habituellement de 2,6 à 3 pour 100 d'azote.

Le procédé suivi pour la préparation du tégument séminal n'a pas permis d'y doser les matières minérales, et par conséquent on doit se contenter d'admettre que, celles-ci intervenant à sa composition dans la même proportion que pour le reste de l'enveloppe, le tégument séminal doit être regardé comme composé de :

Eau.....	12,00
Matières non azotées.....	66,32
Matières azotées.....	16,18
Matières minérales.....	5,50
	100,00

Des résultats fournis par l'analyse du tégument séminal et de leur comparaison avec les résultats que fournira l'analyse du groupe formé par les trois couches qui recouvrent la graine, couches que l'on ne peut, par le procédé de Mège-Mouriès, recueillir que jointes encore les unes aux autres, il est possible de déduire, d'une part le poids, d'une autre la composition de la bande hyaline et de l'assise protéique réunies.

La détermination du poids de ces deux couches, proportionnellement au poids de l'enveloppe entière, est aisée. Il suffit, en effet, de défalquer du poids de cette enveloppe le poids, expérimentalement

constaté dans les pages précédentes, du péricarpe et du tégument séminal, pour en conclure que l'enveloppe non séchée est formée de :

Péricarpe.....	31,00
Tégument séminal.....	7,69
Bande hyaline et assise protéique.....	61,31 ⁽¹⁾
	100,00

Soumis à l'analyse, l'ensemble des trois téguments de la graine, représentant $7,69 + 61,31 = 69$ pour 100 de l'enveloppe, séparé du péricarpe par le procédé qui, tout à l'heure, a été rappelé, accuse une teneur en azote qui, en l'état d'hydratation normale, n'est pas moindre de 3,82 pour 100.

Dans cet ensemble, le tégument séminal, comme on l'a précédemment établi, figure à la proportion de $\frac{7,69 \times 100}{69} = 11,14$ pour 100; sa teneur en azote est de 2,59, sa part contributive aux 3,82 pour 100 d'azote contenus dans l'enveloppe n'est que de

$$\frac{11,14 \times 2,59}{100} = 0,29 \text{ pour } 100.$$

D'où résulte que la teneur de la bande hyaline et l'assise protéique, débarrassées du tégument séminal, doivent être fixées à

$$\frac{(3,82 - 0,29) \times 100}{88,86} = 3,97.$$

La richesse en matière azotée de ces deux téguments réunis s'élève donc à 25,0 pour 100.

Ainsi se trouve vérifiée, d'une façon indiscutable, la proposition émise au début de cette étude et consistant en ceci que, étant donnée la grande masse de matières azotées que l'enveloppe contient, c'est dans l'assise protéique, et l'on peut ajouter maintenant dans la substance résistante dont les cellules de cette membrane sont remplies, qu'il faut aller chercher le gisement principal de ces matières azotées.

Pour se bien rendre compte de l'exactitude et de l'importance de cette proposition, il suffit d'établir par le calcul, et d'après les ana-

(¹) On ne saurait s'empêcher de remarquer l'identité que cette analyse établit entre les poids proportionnels des divers tissus de l'enveloppe et les volumes apparents de ces mêmes tissus.

lyses ci-dessus inscrites, quelles sont les proportions d'azote et, par suite, de matière azotée qu'apporte individuellement à la composition de l'enveloppe chacune des couches qui en constituent l'ensemble.

La part pour laquelle chacune de ces couches contribue à la teneur en azote ou en matière azotée de l'enveloppe totale se répartit alors ainsi qu'il suit :

	Azote pour 100.	Matière azotée pour 100.
Péricarpe.....	0,387	2,41
Tégument séminal.....	0,199	1,25
Bande hyaline et assise protéique....	2,434	15,21
Enveloppe totale...	3,020	18,87

En dehors de cette conclusion essentielle, c'est chose possible, d'ailleurs, que de demander à l'analyse immédiate des différentes couches de l'enveloppe d'autres données encore, et que d'établir à l'aide de ces analyses mêmes la composition complète de ces divers téguments.

Pour y parvenir, il suffit d'adjoindre aux déterminations déjà faites la détermination des matières minérales et celle des matières grasses. Sur la première de ces deux déterminations nous n'insisterons pas, et il nous suffira de dire que, brûlées directement à température aussi basse que possible, les enveloppes entières et non desséchées laissent des cendres fusibles renfermant une grande quantité de phosphates et dont la proportion s'élève, en moyenne, à 4,68 pour 100 de l'enveloppe prise en son état d'humidité normale ; que le péricarpe brûlé dans les mêmes conditions laisse des cendres toutes différentes, infusibles, principalement calcaires, dont la proportion s'élève à 1,87 pour 100. D'où résulte que, en tenant compte du poids proportionnel des divers téguments dont l'enveloppe est faite, il convient d'attribuer aux membranes de la graine, tégument séminal, bande hyaline et assise protéique réunis, une teneur en matière minérale que l'on peut calculer d'après la relation :

$$\frac{100 - 31}{4,68 - (0,31 \times 1,87)} = \frac{100}{x},$$

et que l'on trouve ainsi égale à 5,97 pour 100.

Mais sur le dosage de la matière grasse, il paraît utile d'insister ; c'est à l'intérieur des cellules du tégument séminal que cette matière grasse est presque exclusivement logée ; au microscope, on la voit

s'y présenter en globules de très petite dimension, disséminés à travers une masse compacte de matière fortement azotée, très résistante.

Emprisonnée ainsi au milieu de cette masse que les réactifs ne pénètrent qu'avec peine, la matière grasse n'en peut être que difficilement extraite en totalité, et la difficulté de cette extraction suffit à expliquer les différences importantes que l'on constate entre les chiffres donnés par divers expérimentateurs pour l'estimation de la richesse, non pas des enveloppes pures, mais des sons de froment en matière grasse.

Pour obtenir de cette richesse une estimation exacte, il est bon de soumettre l'enveloppe du blé à un traitement qui en modifie l'état physique et qui rende perméable le tissu corné dans lequel la matière huileuse est disséminée. C'est à quoi Aimé Girard est parvenu en transformant en hydrocellulose tous les tissus cellulotiques de l'enveloppe et en leur communiquant, de ce fait, une friabilité qui en rendit la pulvérisation facile.

Humectée d'acide chlorhydrique à 5 pour 100, soigneusement essorée ensuite, maintenue pendant 5 heures à la température de 60°, l'enveloppe, qui dans ces conditions brunit légèrement, se désagrège à ce point que l'on peut, au mortier, la réduire en poudre d'une ténuité extrême et facile à attaquer par les dissolvants.

Traitée à la suite de cette modification par la benzine cristallisable, que, pour éviter certains inconvénients signalés par Peligot⁽¹⁾, Aimé Girard a cru devoir substituer à l'éther, l'enveloppe fournit, ainsi qu'on devait s'y attendre, une quantité d'huile considérable, une quantité qui ne représente pas moins de 6,40 pour 100 du poids de l'enveloppe séchée à 105 — 110°, soit 5,60 pour 100 de l'enveloppe prise en son état d'hydratation normal.

Réunies aux données précédemment établies par l'analyse des divers téguments de l'enveloppe, ces deux dernières déterminations permettent, en groupant les chiffres obtenus, de donner, comme le montre le Tableau suivant, une expression au moins approchée de la composition de l'enveloppe de froment considérée en ses diverses parties⁽²⁾.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIX, p. 14; 1850.

(²) Ces nombres, bien entendu, n'ont qu'une valeur moyenne; ils s'appliquent aux blés sur lesquels les analyses ont porté : blé de Noé, blé poulard d'Australie, blé rouge d'Écosse, etc. Mais on n'aperçoit, *a priori*, aucun motif pour que d'autres blés fournissent à l'analyse des nombres très différents de ceux-ci.

Enveloppe = 14,36 du poids du grain.

Péricarpe.	Eau.....	3,58	} = 31,00
	Ligneux non azoté....	24,43	
	Matières azotées.....	2,41	
	Matières minérales... .	0,58	
Tégument séminal.	Eau.....	0,92	} = 7,69
	Matières non azotées.	5,06	
	Matières azotées.....	1,25	
	Matières minérales ...	0,46	
Bande hyaline et assise protéique.	Eau.....	7,23	} = 61,31
	Matières cellulosiques.	29,61	
	Matières azotées.....	15,21	
	Matières grasses.....	5,60	
	Matières minérales...	3,66	
		100,00	

6. Influence de l'introduction des diverses parties de l'enveloppe dans les produits de mouture destinés à la panification.

De l'examen des nombres que ce tableau présente, comme aussi des propriétés reconnues aux couches successives dont il comprend l'analyse, on doit aussitôt conclure que, au point de vue de l'utilité que peut présenter l'introduction de l'enveloppe dans le compost alimentaire, il convient d'accorder aux diverses parties dont cette enveloppe est faite une importance toute différente suivant la quantité et la qualité des matières azotées qu'elles lui apporteraient :

Par le péricarpe.....	0,346	pour 100 de matière azotée.
Par le tégument séminal.....	0,179	id.
Par la bande hyaline et l'assise protéique.	2,194	id.
Soit au total...	2,719	id.

Les proportions qu'apporterait le péricarpe sont, on le voit, extrêmement faibles : elles représentent environ $\frac{3}{1000}$ du poids du grain. *A priori*, d'ailleurs, il est permis de douter que la matière azotée du péricarpe possède des qualités alimentaires sérieuses ; par sa teneur en azote, en matières minérales, par sa richesse en matière incrustante fortement carbonée, le péricarpe, en effet, offre avec l'écorce du bois, telle que nous l'ont fait connaître les travaux de Payen, Chevandier, etc., une analogie frappante, et l'on sait que les produits végétaux de cette sorte n'ont, en général, aucune utilité pour l'alimentation humaine.

L'apport du tégument séminal en matière azotée serait, lui aussi, des plus faibles; il n'atteindrait pas $\frac{2}{1000}$ du poids du grain, et, lorsqu'on voit les matières de cette sorte, que le tégument séminal contient, résister, comme l'expérience l'a montré, à l'action du chlorure de zinc sirupeux et acidulé, on peut se croire autorisé à les considérer comme de nature à résister aux agents qu'elles rencontreraient dans l'appareil digestif de l'homme.

De l'introduction du péricarpe et du tégument séminal dans les produits de mouture destinés à l'alimentation de l'homme, il semble donc permis, dès à présent, de ne point se préoccuper d'une manière sérieuse. Mais il en est autrement des deux couches cellulaires placées au contact direct de la graine, c'est-à-dire de la bande hyaline et surtout de l'assise protéique, couches que, dans l'impossibilité de les séparer mécaniquement, il nous faut actuellement considérer associées l'une à l'autre. Aux produits de la mouture, celles-ci apporteraient une proportion de matières azotées représentant plus de 2 pour 100 du poids du grain; et, comme on sait (l'étude des phénomènes de la germination permet particulièrement de le reconnaître) qu'en maintes circonstances ces matières azotées, celles surtout dont les cellules de la membrane interne sont remplies, se montrent capables d'acquérir une solubilité complète, il convient, au contraire, de donner l'attention la plus grande au rôle que ces deux membranes sont susceptibles de remplir au point de vue de l'appropriation des produits de la mouture aux besoins de l'alimentation humaine.

Il ne faut pas l'oublier, en effet, la bande hyaline et l'assise protéique réunies représentent en poids les 8,8 centièmes du poids du grain; riches à 4 pour 100 d'azote, ces téguments, si l'azote qu'ils contiennent était assimilable, posséderaient, au point de vue de l'alimentation plastique, une valeur double de celle des farines les meilleures, et leur introduction, par suite, dans le compost alimentaire correspondrait à une économie qui ne serait pas moindre de 17 à 18 pour 100 sur la dépense en farine de chacun de nous.

Cette économie si désirable, nous ne saurions malheureusement la réaliser; car, d'une part, ainsi que l'a établi Mège-Mouriès, l'assise protéique exerce sur les farines panifiées un effet fâcheux; d'une autre, ainsi qu'il sera établi tout à l'heure, les matières azotées que cette membrane renferme ne sont digestibles et assimilables par l'homme que dans une mesure insignifiante.

Les remarquables travaux poursuivis de 1853 à 1860 par Mège-Mouriès ⁽¹⁾, et dont les traits principaux ont été résumés par Chevreul ⁽²⁾ dans ses rapports du 21 novembre 1853 et du 12 janvier 1857, ont jeté un jour inattendu sur l'effet fâcheux qu'exerce, au point de vue de la qualité du pain, l'addition à la farine des débris de l'enveloppe tels que la meunerie les obtient, c'est-à-dire des sons.

Dans l'une des membranes dont le son est constitué, dans cette assise protéique où l'expérience nous a appris qu'il convenait d'aller chercher le gisement principal de la matière azotée, Mège-Mouriès a découvert un ferment soluble, une diastase à laquelle il a donné le nom de *céréaline*.

Aisément soluble dans l'eau, cette céréaline, au cours du pétrissage, est abandonnée par l'assise protéique et mélangée, à l'état de solution, par ce pétrissage même, à la pâte glutineuse et amylacée que le boulanger abandonne à la fermentation.

Nous ne connaissons guère la céréaline que par les effets qu'elle détermine; on sait qu'elle diminue l'élasticité du gluten et empêche le pain de lever, sans que l'on puisse connaître le mécanisme qui préside à cette action décoagulante; on sait encore qu'elle fait la mie grasse, et l'on admet, sans que cela soit prouvé, qu'elle est capable de saccharifier l'amidon; on sait enfin qu'elle a la propriété de rendre le pain bis. Ce dernier phénomène est plus facile à expliquer. On admet aujourd'hui, depuis les observations de M. Lindet sur la coloration des moûts de pommes et les remarquables travaux de M. Bertrand sur la *laccase*, qu'il existe des ferments solubles oxydants, des *oxydases*, capables de transporter l'oxygène de l'air sur des matières facilement oxydables. La céréaline, d'après M. Boutroux ⁽³⁾, doit être considérée comme une oxydase qui détermine l'oxydation rapide de certaines substances altérables de la farine.

C'est à la présence matérielle des débris, à leur dissémination à travers la masse panaire, qu'on attribuait autrefois cet état particulier du pain devenu bis. Par des expériences nombreuses, très habilement conçues, mais qu'il serait trop long d'exposer ici, Mège-

⁽¹⁾ *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XXXVII, 1853, p. 351 et 427; t. XXXVIII, 1854, p. 505; t. XLII, 1856, p. 1122; t. XLVI, 1858, p. 126 et 431; t. L, 1860, p. 407.

⁽²⁾ *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XXXVII, 1853, p. 775, et t. XLIV, 1857, p. 40 et 449.

⁽³⁾ BOU'TROUX, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXX, 1895, p. 924.

Mouriès a démontré qu'il en était autrement, et qu'en extrayant du son la céréaline qu'y apporte la membrane interne, et faisant intervenir cette céréaline au pétrissage, on peut, d'une farine absolument pure, obtenir cependant du pain bis.

Mège-Mouriès a montré plus encore. Par une expérience élégante et curieuse dont Aimé Girard a constaté l'exactitude, il nous a appris que les débris de l'enveloppe elle-même, débarrassés par des lavages convenables de la céréaline qu'ils contenaient primitivement, peuvent, introduits dans la masse panaire, produire une transformation de cette masse toute semblable à celle qui vient d'être décrite, comme si, du fait de la fermentation, une proportion nouvelle de céréaline prenait naissance aux dépens des matières azotées contenues dans l'assise protéique.

Des travaux qui viennent d'être résumés rapidement il résulte, sans qu'aucun doute puisse être permis à cet égard, que l'addition aux produits de mouture des débris de l'enveloppe détermine une altération telle de la farine proprement dite, que le pain qui en provient est bis et de qualité inférieure. Cette manière de voir a été, du reste, adoptée par tous les savants, et notamment par les savants autrichiens Rathay, Kick, Vogl, Pappenheim, etc., que l'étude de la mouture austro-hongroise a conduit à s'occuper de cette question.

Cependant, préoccupé par-dessus tout d'une idée philanthropique, cherchant à utiliser pour l'alimentation la masse importante de matière azotée que le son, et par conséquent l'enveloppe du grain, renferme, c'est non pas à l'exclusion de cette enveloppe, mais à son admission parmi les produits de la mouture que Mège-Mouriès a conclu.

Par des artifices d'une grande ingéniosité, en recourant à une fermentation alcoolique vive, en salant la pâte, en n'introduisant les gruaux bis qu'à la fin du travail, etc., il a cherché à entraver l'action de la céréaline que les bas produits de la mouture apportaient, ou du moins à en limiter l'action, de façon à obtenir, malgré tout, du pain blanc et bien levé.

On ne saurait examiner ici dans quelle mesure ses efforts ont pu être couronnés de succès; la conclusion à laquelle les recherches d'Aimé Girard conduisent est tout autre que celle à laquelle Mège-Mouriès s'était arrêté.

Les tentatives ingénieuses qu'on lui doit, comme aussi tous les procédés dans lesquels on se propose de faire concourir à l'alimenta-

tion humaine l'enveloppe des grains de froment, sont sans utilité aucune. Des divers téguments, en effet, dont l'enveloppe est formée, aucun n'est digestible pour l'homme, assimilable, par conséquent, dans une mesure sérieuse.

7. Expériences sur la non-digestibilité pour l'homme de l'enveloppe du grain de froment.

Déjà, et depuis longtemps, on a vu divers savants combattre les opinions émises sur ce sujet par Liebig, qui, considérant les matières azotées de l'assise protéique comme identiques au gluten, avait posé en principe ⁽¹⁾ que « la séparation du son d'avec la farine est une affaire de luxe, plus nuisible qu'utile à la nutrition » ; déjà plusieurs expérimentateurs se sont efforcés de démontrer que le son peut impunément traverser l'appareil digestif de certains animaux, et même celui de l'homme, sans être utilisé par l'alimentation.

C'est Poggiale ⁽²⁾ le premier qui, discutant les conclusions d'un travail publié quelques années auparavant par Millon ⁽³⁾, a tenté la démonstration de ce fait capital.

Un poids connu de son a été par lui ajouté à la nourriture de deux chiens. Des matières excrémentitielles rejetées par ces chiens on a séparé le son qu'elles contenaient, et celui-ci ayant été soumis à l'analyse, Poggiale a reconnu qu'il n'avait perdu en matière grasse, en matières amylacées et en matières azotées que 23 pour 100 de son poids.

Dans une autre expérience, du son ayant traversé successivement les organes digestifs de deux chiens et d'une poule, le résidu de ces trois digestions successives a été trouvé riche encore à 3,52 pour 100 de matières azotées, non assimilables à coup sûr.

Aux expériences exécutées par Poggiale on ne peut s'empêcher d'adresser une double critique : d'une part, ces expériences ont porté sur du son, c'est-à-dire sur l'enveloppe retenant attachée à sa face interne la moitié au moins de son poids d'amande farineuse nécessairement assimilable ; d'une autre, il est permis de se demander si, entre la puissance digestive des animaux, chiens ou poules, sur lesquels elles ont eu lieu, et la puissance digestive de l'homme, n'existent

⁽¹⁾ *Nouvelles Lettres sur la Chimie*, p. 237.

⁽²⁾ *Journal de Pharmacie et de Chimie*, t. XXIV, p. 198.

⁽³⁾ *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. XXXVI, p. 1.

pas des différences qui, en intervenant à ces essais, ont pu en modifier les résultats.

Pour éviter toute critique de ce genre, et désireux de résoudre le problème de la digestibilité ou de l'indigestibilité de l'enveloppe du grain de froment, Rathay, professeur à l'Institut Royal de Klosterneuburg ⁽¹⁾, a suivi une marche différente. Pendant plusieurs jours, il s'est soumis lui-même à un régime spécial comprenant exclusivement comme aliment solide du pain de Graham, c'est-à-dire du pain fait de grains entiers ou grossièrement concassés, et, comme boisson, du thé russe. En examinant ensuite avec soin les matières excrémentielles rejetées surtout après le cinquième et le sixième jour, Rathay y a trouvé, d'un côté, des grains de froment entiers portant leur enveloppe en apparence intacte, d'un autre, des fragments d'enveloppe détachés des gruaux et, eux aussi, en apparence inaltérés.

Soumettant ces enveloppes et ces fragments à l'examen microscopique, Rathay en a trouvé les diverses membranes de l'enveloppe identiques, quant à leur constitution histologique, à ce qu'elles sont lorsqu'on les examine sur le grain lui-même.

Cette expérience serait complète, à coup sûr, et les conclusions fort justes que Rathay en tire, quant à la non-digestibilité de l'enveloppe du grain de froment, seraient inattaquables, s'il avait opéré sur une quantité connue de matière et soumis le résidu de la digestion à l'analyse chimique.

L'absence de ces données numériques ne permet pas de considérer l'expérience faite par Rathay sur lui-même comme décisive, et, pour donner à ses conclusions une fermeté absolue, c'était chose nécessaire que d'exécuter une expérience encore en y introduisant la précision qu'apportent seuls avec eux les procédés de l'analyse quantitative.

Aimé Girard a fait cette expérience en 1883, et c'est lui-même qu'il a pris comme sujet. En pleine santé, dans des conditions excellentes de faculté digestive, il a fait intervenir à son alimentation une quantité soigneusement pesée d'enveloppes pures de grains de froment, pour ensuite recueillir pendant 5 jours, peser et analyser les enveloppes rejetées à la suite du travail de la digestion.

Si peu attrayant que soit ce sujet, et afin d'appuyer les conclusions auxquelles cette expérience l'a conduit, il convient cependant d'indiquer sommairement les conditions dans lesquelles elle a eu lieu.

⁽¹⁾ PAPPENHEIM, *Lehrbuch der Müllerei*, p. 151.

Le principe sur lequel il en a fait reposer l'exécution a été le suivant : L'appareil digestif ayant été préparé de telle façon qu'il ne contînt plus que des matières d'une grande finesse, susceptibles, par conséquent, de traverser aisément et au delà un tamis n° 18, faire intervenir exclusivement et pendant plusieurs jours à l'alimentation des matières d'une finesse au moins aussi grande, recueillir toutes les matières excrétées incapables de traverser un tamis n° 25, c'est-à-dire un tamis plus fin encore que celui à travers lequel avait été contrôlé l'état de division des aliments, et enfin examiner les matières ainsi recueillies.

Par un procédé thérapeutique sur lequel il est inutile d'insister, l'appareil digestif a été d'abord débarrassé des résidus que l'alimentation antérieure y avait pu emmagasiner; puis, aussitôt le résultat cherché atteint et constaté à l'aide d'un tamisage, un mode d'alimentation tout spécial a été adopté, ne comprenant que des matières solubles ou amenées par le broyage à un état de finesse extrême : farines et féculs, poudres de viande, gelées et bouillons, incapables par conséquent, même au cas où elles ne seraient pas digérées, de laisser un résidu sur un tamis du n° 25, mais apportant à l'appareil digestif cependant des matériaux éminemment substantiels (1). Au premier rang, en effet, parmi les conditions exigées pour le succès de l'expérience devait figurer, on le comprend, l'état de santé et le bon fonctionnement de l'appareil digestif du sujet.

Après s'être, dans ces conditions, soumis pendant deux jours à une sorte d'entraînement, la finesse des matières régulièrement excrétées étant toujours vérifiée à l'aide du tamisage, Aimé Girard a ingéré, sans les soumettre à la mastication, une quantité d'enveloppes desséchées égale à 55,673, et formant un volume de 75^{cm³} environ.

A ces enveloppes, Aimé Girard avait, avant de les faire intervenir à l'expérience, fait subir un lessivage à l'eau tiède, de manière à les débarrasser des matières solubles qu'elles contenaient, matières solubles dont le poids, dans le cas actuel, s'est élevé à 15,69 pour 100 de l'enveloppe sèche, et parmi lesquelles figuraient nécessairement les 2,40 pour 100 de matière azotée que l'enveloppe abandonne à l'eau (2).

(1) Le pain, bien entendu, la viande en morceaux, les matières grasses, les légumes, même le lait qui, par la coagulation du caséum, aurait pu fournir des grumeaux d'un certain volume, ont été absolument éliminés de l'alimentation.

(2) Par suite de ce lavage et de la dessiccation qui l'a suivi, ces 55,673 représentaient, en réalité, 75,250 environ d'enveloppes normales.

Ces matières solubles, en effet, se seraient évidemment solubilisées dans l'appareil digestif. Elles auraient pu, d'ailleurs, par les propriétés laxatives qu'on leur connaît, apporter un trouble à l'expérience, et Aimé Girard crut agir sagement en les éliminant à l'avance, quitte à les faire rentrer en compte une fois l'expérience terminée.

Dès le lendemain de l'ingestion, les matières rejetées renfermaient une notable proportion d'enveloppes en apparence inaltérées; le surlendemain, il en était de même; puis la quantité diminuait rapidement, et le cinquième jour, le tamis n° 25 ne retenant plus que des traces de produits, il a brusquement déterminé l'évacuation des dernières et bien faibles parties que l'appareil digestif pouvait conserver encore, en recourant au moyen thérapeutique qu'au début il avait déjà employé.

Aucun trouble digestif, aucune fatigue de quelque nature qu'elle fût ne s'est d'ailleurs, et malgré la nature toute spéciale de l'alimentation, produite au cours de cette expérience.

Recueillies et lavées avec un soin extrême, les enveloppes ont été ensuite examinées une à une (on en comptait près de 800), dans la crainte que quelque corps étranger n'y fût resté attaché; elles n'en contenaient aucun; un grand nombre d'entre elles portées sous le microscope n'ont, comme le montre la figure 9 (*Pl. II*), laissé apercevoir dans la constitution et la proportion des diverses membranes aucune modification appréciable; elles ne se distinguaient des enveloppes normales que par la coloration brune prononcée qu'au cours de l'expérience elles avaient acquise.

Séchées enfin à 100°, comme l'avaient été, avant la mise en expérience, les enveloppes elles-mêmes, elles ont fourni un poids de 5^g,191.

De telle sorte que le résultat brut de l'expérience peut s'exprimer ainsi :

Enveloppes lavées et séchées ingérées.....	5 ^g ,673
Enveloppes lavées et séchées excrétées.....	5,191
Différence.....	0,482

C'est à 8,50 pour 100 du poids de l'enveloppe préalablement lavée, puis séchée, que ce poids correspond.

Dans cette enveloppe, l'analyse, avant tout traitement, avait fait reconnaître 11,55 pour 100 d'humidité; si, par conséquent, au lieu de la considérer à l'état de siccité auquel elle avait été amenée pour l'expérience, on la considère en son état normal, c'est-à-dire avant

lavage et dessiccation, on voit, en réalité, cette perte correspondre à 6,77 pour 100 du poids de l'enveloppe du grain.

C'est là, certes, une proportion bien faible; peut-être cependant aurait-on le droit de la considérer comme étant encore trop élevée.

L'analyse des enveloppes rejetées à la suite du travail digestif ne semble pas autoriser cette manière de voir.

Dans ces enveloppes bien lavées et séchées figure encore, en effet, une proportion d'azote qui n'est pas moindre de 2,50 pour 100, une proportion de matières azotées, par conséquent, qui atteint 15,62 pour 100 de leur poids.

Or, dans l'enveloppe entière simplement séchée à 105°, l'analyse indiquait une richesse en matières azotées de 18,75 pour 100. Sur ces 18,75 pour 100, 2,40 avaient été enlevés par le traitement à l'eau. La quantité de matières azotées, par conséquent d'aliments plastiques solubilisés par l'acte de la digestion, ne saurait donc être bien éloignée de $(18,75 - 2,40) - 15,62 = 0,73$ pour 100, atteindre tout au plus en un mot $\frac{1}{100}$ du poids de l'enveloppe entière prise en son état naturel.

Mais, il faut s'empresser de le remarquer, il en est autrement des matières minérales. Si les matières azotées contenues dans l'enveloppe résistent pour la presque totalité à l'action des sucs digestifs, les matières minérales sont, au contraire, et pour les trois quarts, solubilisées sous leur influence.

Considérée en son état normal et non desséchée, l'enveloppe contient, en moyenne, 4,68 pour 100 de son poids de matières minérales fusibles et phosphatées.

Prises à l'état de siccité, les enveloppes rejetées par l'appareil digestif, et qui, préalablement à la mise en expérience, auraient été lavées à l'eau, n'ont laissé qu'une proportion de cendres infusibles et calcaires représentant 1,82 pour 100 de leur poids, représentant par conséquent, ainsi que l'établit le calcul, 1,31 pour 100 du poids de l'enveloppe n'ayant subi ni lavage ni dessiccation. D'où cette conclusion que, au cours de la digestion, une proportion de matières minérales, principalement phosphatées, égale à $4,68 - 1,31$ pour 100 = 3,37 pour 100 du poids de l'enveloppe, est entrée en dissolution.

Si, ceci reconnu, on fait la somme des proportions de matières azotées et de matières minérales ($0,73 + 3,37 = 4,10$), dont l'enveloppe a fait constater la disparition, on se trouve par conséquent conduit à conclure que le tiers environ ($6,77 - 4,10 = 2,67$) des

matières disparues, du fait de la traversée de l'appareil digestif, ou bien est constitué par des matières ternaires, peut-être des matières grasses, ou bien, ce qui est plus probable, a été perdu mécaniquement, et du fait des opérations mêmes. Au cours, en effet, d'opérations du genre de celle qui vient d'être décrite, c'est chose difficile que d'éviter des pertes de matières de 0^g,1 ou 0^g,2.

Quoi qu'il en soit, et même en ne tenant pas compte de cet appoint, en acceptant comme limite maxima le chiffre de 6,77 fourni par la pesée directe des enveloppes rejetées, l'expérience autorise à conclure que l'enveloppe du grain de froment n'est digestible, pour l'homme, que dans une mesure insignifiante.

Pour justifier cette conclusion, il suffit de grouper les chiffres fournis par cette expérience et ceux donnés par l'analyse de l'enveloppe; de leur ensemble il résulte que, considérée sous le rapport de cette digestibilité même, la composition de l'enveloppe peut être exprimée de la manière suivante :

Eau.....	11,55
Matière soluble dans l'eau (2,25 de matière azotée).....	13,90
Matières digestibles ou perdues contenant {0,73 de matières azotées}	6,77
{3,37 de matières minérales}	
Matières résistant à l'eau et aux agents de la digestion.....	67,78
	100,00 ⁽¹⁾

Ce qui revient à dire qu'en introduisant dans le compost alimentaire 100 parties d'enveloppes, c'est-à-dire une quantité correspondant à l'emploi de 700 parties de grain entier, on n'introduit, en réalité, dans ce compost, que $13,90 + 6,77 = 20,67$ de matières solubles ou susceptibles d'être solubilisées dans la traversée de l'appareil digestif, matières parmi lesquelles les composés azotés figurent pour $2,25 + 0,73 = 2,98$ parties, et les matières minérales pour 3,37 parties.

Au point de vue de l'enrichissement du compost alimentaire en matières azotées assimilables, l'admission de l'enveloppe n'aurait donc, en réalité, qu'une valeur insignifiante. La proportion des matières de cette sorte ne dépasserait pas $\frac{4}{1000}$ du poids du grain, et, sur ce point, il ne saurait y avoir aucune hésitation.

(¹) Des études préparatoires faites avec du suc gastrique de chien avaient fourni des résultats tout à fait comparables, et Aimé Girard avait vu, par la macération à 40° pendant 3 et 6 heures, au contact de ce suc gastrique, l'enveloppe lavée et séchée perdre à peine 5,20 et 5,06 de son poids, soit 3,8 et 3,9 du poids de l'enveloppe prise à l'état naturel.

Au point de vue de l'enrichissement de ce même compost en matières minérales, la question demande, au contraire, à être discutée de très près. C'est un résultat remarquable que celui de la dissolution, par les agents digestifs, des trois quarts des matières minérales et surtout des matières phosphatées que l'enveloppe contient naturellement. D'une part, en effet, en démontrant que ces agents ont intimement pénétré l'enveloppe entière, il donne une grande force à la conclusion que l'on vient de formuler relativement à la non digestibilité de la matière azotée contenue dans l'enveloppe; d'une autre, il apporte un argument sérieux, en apparence du moins, à la doctrine qui, aujourd'hui soutenue par un petit nombre de personnes, veut faire du grain entier la matière première de la fabrication du pain, afin que l'enveloppe vienne, par son intervention, enrichir le produit de la mouture en matières minérales.

A cet argument, cependant, il convient de ne pas accorder plus d'importance qu'il n'en mérite, et un simple raisonnement suffit à montrer que cette importance est faible.

La teneur moyenne des farines de bonne qualité en matières minérales utiles est de 0,60 pour 100; chaque kilogramme de farine, par conséquent, apporte à l'appareil digestif 6 grammes de matières minérales.

L'enveloppe, d'après l'expérience directe sur laquelle cet argument pourrait être basé, est, de son côté, capable d'apporter en matières de cette sorte 3,37 pour 100 de son poids dans le compost alimentaire.

D'ailleurs, et en laissant de côté pour l'instant le germe, que nous nous proposons d'étudier dans le paragraphe prochain, l'enveloppe représente 14,36 du poids du grain de froment; l'amande en représente 84,21; à la boulange formée par la mouture du grain entier, l'amande apportera donc $84 \times 0,60 = 0,51$ de matières minérales utiles; l'enveloppe, $14,36 \times 3,37 = 0,48$; et, dans le produit de cette mouture, par conséquent, l'alimentation trouverait, non plus comme dans la farine de l'amande, 0,60 pour 100, mais 0,99 pour 100 de matières minérales assimilables. Ce n'est plus 6^g, ce serait 9^g,9 de matières de cette sorte que la mouture du grain apporterait par kilogramme dans le compost alimentaire; tel serait le seul et modeste bénéfice que permettrait de réaliser l'admission de l'enveloppe du grain de froment à la composition des produits de mouture destinés à l'alimentation humaine.

Si, après avoir établi, comme il vient d'être fait, quelles sont les pro-

portions relatives de matières azotées et de matières minérales que l'enveloppe peut, dans sa traversée de l'appareil digestif, abandonner à nos organes, on porte d'abord son attention sur les matières azotées, et, si l'on remarque combien la quantité en est faible; si, en outre, on réfléchit à ceci : que la plus grande partie de ces matières azotées est constituée par des produits solubles dans l'eau, qui probablement n'ont qu'une bien faible valeur nutritive; si l'on se souvient surtout que, parmi ces produits, figure la céréaline, c'est à-dire le ferment découvert par Mège-Mouriès, qui saccharifie l'amidon, graisse la pâte et brunit le gluten, en donnant naissance au pain bis; si l'on ajoute encore qu'au nombre de ces produits solubles figure très certainement l'agent qui, doué de propriétés laxatives, a si souvent fait échouer les tentatives d'emploi à l'alimentation générale du pain de farine entière (*entire flour*, pain complet, pain intégral, pain naturel) qui, au contraire, fait souvent, en Angleterre surtout, et pour certains états pathologiques, rechercher le pain de cette sorte; si ensuite, donnant aux matières minérales digestibles que l'enveloppe contient toute l'attention qu'elles méritent, on réfléchit cependant qu'un gain de 4^{es} de matières minérales par kilogramme ne saurait, en présence de la variété presque générale de l'alimentation moderne, avoir une importance sérieuse; si l'on considère, en outre, que ce gain ne saurait, en aucun cas, compenser les inconvénients qui accompagnent, d'une manière nécessaire, l'intervention de l'enveloppe à la fabrication du pain; si l'on groupe, en un mot, toutes les considérations que l'analyse et l'expérience fournissent, aucun doute ne saurait subsister sur l'inutilité de l'emploi à l'alimentation humaine de l'enveloppe dont le grain de froment est entouré.

On peut alors conclure sans crainte que cette enveloppe doit être rejetée des produits que la mouture destine à la production d'un pain blanc, bien levé et de bon goût, parce qu'elle ne possède qu'une valeur alimentaire insignifiante, parce qu'au compost alimentaire elle apporte un volume considérable de matières inertes et inutiles, parce que, enfin, elle abaisse la qualité du pain dans une proportion d'autant plus marquée qu'elle-même figure en quantité plus abondante dans le produit à panifier.

III. — ÉTUDE DU GERME.

L'addition de l'embryon ou germe aux produits fournis par la mouture du grain de froment et destinés à l'alimentation de l'homme

ne saurait évidemment, et *a priori*, avoir la même importance que l'addition à ces produits des débris déchirés de l'enveloppe.

Proportionnellement au poids du grain, en effet, le poids du germe est faible; les expériences, dont le résultat a déjà été indiqué, ont permis à Aimé Girard de le fixer en moyenne à 1,43 pour 100 de ce poids, au $\frac{1}{10}$ par conséquent du poids de l'enveloppe.

Mais si, au point de vue de la quantité de matière qu'il représente, le germe n'a qu'une importance secondaire, son étude cependant, lorsqu'on se préoccupe de la nature de cet organe même, ne doit pas être négligée.

On sait que l'embryon du blé est riche en matières azotées, riche en matières grasses, que sa coloration est d'un jaune prononcé, et que c'est aux débris qu'il fournit sous la meule, comme aussi aux débris formés par les cellules colorées de l'assise protéique, qu'est due la teinte jaune des farines.

D'autre part, une observation curieuse faite par M. Lucas, Directeur de la Commission des farines *douze-marques*, permet d'attribuer au germe, au point de vue des propriétés organoleptiques de la farine, un rôle particulier et digne d'attention. De cette observation il résulte que c'est dans le germe, sinon exclusivement, du moins principalement, que git l'essence odorante à laquelle la farine emprunte, quand elle est fraîche et bien fabriquée, le parfum qui la caractérise (¹). Le fait constaté par M. Lucas est aisé à vérifier par l'expérience. Il suffit pour cela de détacher, par le procédé que j'ai précédemment indiqué, quelques germes et de les croquer entre les dents pour éprouver immédiatement une sensation tout analogue à celle qu'on éprouve en croquant une noisette.

De ces diverses considérations résulte, on le reconnaît bientôt, la nécessité ou du moins l'utilité d'une étude complète de l'embryon ou germe du grain de froment.

1. Préparation et examen histologique du germe.

Le premier soin d'Aimé Girard, en abordant cette étude, a été naturellement de rechercher un procédé qui lui permit de recueillir le germe à l'état d'indépendance et bien isolé des autres parties du grain.

(¹) On retrouve également ce parfum, mais à un moindre degré, dans la masse cellulaire de l'assise protéique.

L'industrie de la meunerie n'aurait pu que difficilement lui fournir un produit de ce genre. A la vérité, au nombre des matières inférieures que la mouture et surtout la mouture aux cylindres obtient, on en voit figurer une que l'on désigne sous le nom de *germes*; Aimé Girard a examiné ces produits, et toujours il a vu l'embryon n'y figurer que pour une proportion peu élevée; au milieu de gruaux, de débris d'enveloppes de toute espèce, c'est à peine si d'habitude on y rencontre un poids de germes représentant la moitié ou le tiers du poids total. On peut, à la pince, séparer mécaniquement les germes des autres issues auxquelles ils sont mélangés.

Mais Aimé Girard a préféré, comme il a été précédemment indiqué, s'astreindre à détacher un à un et à faire détacher des milliers de germes sur les grains dont ils faisaient partie constituante.

L'opération est longue et délicate. Pour séparer 1200 à 1300 germes dont le poids représente 1^{er} environ, il faut à une personne habile une journée de 10 heures de travail. Aussi ne sera-t-on pas surpris qu'Aimé Girard ait dû limiter ses recherches sur la composition du germe, aussi bien quant au nombre des essais que quant au poids des matières mises en expérience.

Il convient de rappeler ici la constitution anatomique des différents organes que le germe contient; comme l'indique la figure 10 (*Pl. II*), qui représente, à l'agrandissement de 40 diamètres, un embryon presque complet, on y rencontre tout d'abord l'embryon proprement dit, composé de la gemmule et de la radicule. Entourant l'embryon se trouve un organe que l'on désigne sous le nom de *scutellum* ou *scutelle*, parce qu'il est comme un bouclier entre l'albumen et le germe; on considère généralement ce scutellum comme un cotylédon. Brown et Morris ont montré que cet organe renferme les ferments solubles ou diastases (cytase et amylase), capables d'épuiser, pendant la germination, les matières de réserve.

Généralement, ainsi que le font voir les figures 11, 12 (*Pl. II*), qui représentent à 180 diamètres, la première en coupe longitudinale, la seconde en coupe horizontale, une portion de la radicule, les cellules en sont de forme cylindrique, plus rarement polyédrique et séparées les unes des autres par des parois transparentes et peu épaisses.

La matière dont ces cellules sont remplies est fortement colorée en jaune; ainsi que la matière qui garnit les cellules de l'assise protéique, elle doit être considérée comme compacte, et l'apparence granuleuse qu'elle présente doit être regardée, non comme lui appar-

tenant en propre, mais comme due à la dissémination à travers sa masse d'une multitude de gouttelettes huileuses.

Entre le contenu des cellules du germe et celui des cellules de l'assise protéique, une observation attentive a permis à Aimé Girard cependant de constater une différence qui, au point de vue de la détermination de ce contenu, n'est pas sans importance.

Dans celles-ci la matière, en général, remplit la cellule tout entière; dans celles-là au contraire, surtout lorsque le germe est bien sec, on voit souvent la matière fortement contractée se condenser d'un côté de la cellule, dont une partie reste vide.

Il suffit de soumettre une coupe de germe à l'action de l'eau pour aussitôt reconnaître l'importance de cette observation. Au contact de ce liquide, en effet, on voit la masse intérieure des cellules se gonfler rapidement et les remplir; placée ensuite dans les mêmes conditions, la masse cellulaire de l'assise protéique ne subit aucune modification physique, elle ne se gonfle pas.

Et, de cette double observation, on peut par conséquent conclure que la matière dont sont remplies les cellules du germe s'hydrate et se ramollit avec facilité, alors qu'au contraire la matière cellulaire de l'assise protéique résiste à l'action de l'eau, comme le ferait une matière cornée.

La différence entre ces deux matières s'accuse davantage si, après avoir mouillé une coupe de germe avec de l'eau, on la froisse, même légèrement; du fait de ce froissement, on voit aussitôt des gouttelettes d'huile s'échapper de tous côtés, alors que la mise en liberté des matières grasses contenues dans l'assise protéique est, comme on l'a fait précédemment remarquer, chose particulièrement difficile.

Mais c'est surtout sous l'influence de l'acide sulfurique ou du chlorure de zinc que cette différence devient caractéristique.

Au contact de ces réactifs, les cellules de l'assise protéique sont fortement attaquées par leurs parois. Celles-ci se gonflent et compriment la matière cellulaire qui, sans paraître chimiquement modifiée, laisse exsuder une partie de l'huile qu'elle contient; dans les mêmes conditions, les cellules du germe sont également influencées, mais d'une tout autre façon. C'est à l'intérieur de la cellule, contrairement à ce qui vient d'être dit, que l'action du réactif se fait sentir. La masse cellulaire perd son apparence granuleuse, devient transparente et se gonfle à ce point que les cellules, prenant la forme sphérique, se détachent les unes des autres comme se détachent les cel-

lules dont est formé le tissu des tubercules féculents, lorsqu'on les soumet à l'action de l'eau bouillante. Aussitôt le réactif éloigné, le résultat se modifie. Lavé à l'eau, par exemple, le tissu ainsi traité se contracte, les parois des cellules reprennent leur forme ordinaire et les gouttelettes huileuses redeviennent apparentes au milieu de la masse, qui reprend son opacité.

Quant à la nature de cette masse si impressionnable aux réactifs, l'action de l'eau iodée suffit à la faire reconnaître. Sous son influence, on voit la substance dont les cellules sont remplies prendre aussitôt la coloration brun foncé caractéristique des matières azotées. Parmi ces matières azotées, il convient de citer l'aleurone, qui remplit les cellules du scutellum.

Des observations qui précèdent il est permis de conclure, avec Aimé Girard, que les cellules du germe sont, comme les cellules de l'assise protéique, remplies de matières azotées, mélangées de matières grasses, au milieu desquelles le nucleus est aisément reconnaissable, mais que les matières azotées contenues dans l'une et dans l'autre partie du grain diffèrent en ceci : que les secondes sont dures, cornées, résistantes aux réactifs; que les premières, au contraire, sont molles et faciles à modifier par ceux-ci.

2. Composition chimique du germe.

Pour établir la composition chimique du germe pris dans son ensemble, Aimé Girard a dû se préoccuper d'y déterminer les proportions d'humidité, de matières azotées, de matières grasses et de matières minérales.

Soumis à la dessiccation, sous le poids de 0^g,5 à 1^g, à la température de 105°, des germes de diverses origines ont abandonné une quantité d'eau dont la moyenne s'est montrée égale à 11,55 pour 100.

Le dosage direct de l'azote sur des germes provenant de trois blés différents a donné, sur 100 parties, les nombres suivants :

I.	II.	III.	Moyenne.
6,72	7,37	6,44	6,84

D'où résulte, pour l'ensemble des tissus dont le germe est formé, une richesse en matières azotées qui, en moyenne, s'élève au chiffre considérable de 42,75 pour 100.

L'extraction de la matière grasse contenue dans le germe ne présente, par suite du peu de résistance de la masse cellulaire, aucune

difficulté. Broyé simplement au contact de la benzine, le germe abandonne aisément, et à froid, à ce dissolvant, toute la matière grasse qu'il contient, et cette matière grasse se montre alors égale à :

I.	II.	Moyenne.
12,40	12,60	12,50

pour 100 du poids du germe. On admet que le scutellum renferme plus de matière grasse que l'embryon proprement dit.

L'amidon du germe est tout entier contenu dans l'embryon.

Quant à la proportion des matières minérales, elle est sensiblement la même dans le germe que dans l'ensemble des téguments dont l'enveloppe est formée. Soumis à la calcination, en effet, à une température aussi basse que possible, le germe laisse une quantité de cendres qui représente 5,3 pour 100 de son poids. Ces cendres sont très fusibles et pour 100 parties de germe ne contiennent pas moins de 0,741 d'acide phosphorique dont les deux tiers environ, 0,485, sont à l'état de phosphates solubles de potasse et de soude, et le dernier tiers, 0,256, à l'état de phosphates de chaux et de magnésie insolubles, composition que l'on peut exprimer en disant que dans 100 parties de germe on trouve en moyenne :

Phosphate alcalin.....	1,17
Phosphate alcalino-terreux.....	0,55

Après avoir établi, comme il vient d'être fait, la composition brute du germe, il est nécessaire, pour définir le rôle qu'il peut jouer dans l'alimentation, de faire de ce germe l'analyse immédiate. L'emploi d'un seul agent, de l'eau, y suffit. Si, en effet, après avoir débarrassé le germe broyé de la matière grasse, on le soumet à froid à la macération avec de l'eau pure, on le voit fournir, d'un côté, un résidu insoluble dont le poids représente 29,73 pour 100 du poids total de ce germe, d'un autre, un liquide qui, évaporé à basse température, fournit un extrait d'apparence gommeuse dont le poids représente 46,40 pour 100 de ce poids.

L'un et l'autre produit sont fortement azotés : le résidu insoluble ne renferme pas moins de 10,4 pour 100 d'azote, ce qui correspond à une teneur de 65 pour 100 de matières azotées; l'extrait, de son côté, contient 6,81 pour 100 d'azote, et sa richesse en matières azotées, moindre que celle du résidu insoluble, atteint cependant le chiffre élevé de 42,56 pour 100.

Quant aux matières minérales, c'est dans la partie soluble qu'on les trouve surtout. L'extrait sec n'en contient pas moins de 9,7 pour 100, tandis que, dans le résidu insoluble, elles ne dépassent pas 2,7 pour 100.

Du groupement de ces données résulte, pour l'ensemble des tissus dont le germe est formé, la composition suivante :

Eau.....			11,55
Matières insolubles.	{	Matières grasses.....	12,50
		Matières azotées.....	19,32
		Matières cellulosiques, etc.	9,61
		Matières minérales.....	0,80
			42,23
Matières solubles...	{	Matières azotées.....	19,75
		Matières non azotées.....	22,15
		Matières minérales.....	4,50
			46,40
			100,18

Des nombres qui précèdent et de ceux qui ont été fournis par l'analyse des divers téguments de l'enveloppe résulte, entre ces deux parties du grain, une grande différence de composition.

C'est à près de 45 pour 100 que la proportion de matières azotées s'élève dans le germe, c'est à 18,75 pour 100 seulement qu'elle s'élève dans l'enveloppe; à l'eau, celle-ci abandonne à grand'peine 2,40 pour 100 de matière de cette sorte; à l'eau, le germe en cède aisément 19,75 pour 100. Les matières azotées insolubles de l'assise protéique sont dures, cornées, difficilement attaquables; celles que renferment les cellules du grain, au contraire, sont molles, impressionnables par les réactifs les plus faibles, prêtes, en un mot, à se solubiliser.

Dans le germe, d'autre part, l'analyse fait connaître la présence d'une quantité de matières grasses qui dépasse le double de celles que l'on rencontre dans l'enveloppe.

Aussi serait-ce une grosse question que celle de savoir si le germe devrait être admis parmi les produits de mouture destinés à l'alimentation humaine, si la proportion qu'en peut fournir le grain de froment était abondante.

Mais, il ne faut pas l'oublier, cette proportion est faible, elle dépasse à peine 1 pour 100 du poids du grain; et, en présence de ce chiffre, la question, on le comprend aussitôt, perd beaucoup de son intérêt; elle n'est point négligeable cependant, et il convient de l'examiner.

3. Influence de l'introduction du germe dans les produits de mouture destinés à la panification.

L'analyse a établi que le germe renferme, en moyenne, 42,75 pour 100 de son poids de matières azotées dont la plus grande partie est soluble, et qui, toute différente de celle que renferme l'assise protéique, paraît d'une solubilisation facile; elle a établi, d'autre part, que, parmi les produits solubles que le germe contient, figurent 22,15 pour 100 de matières non azotées, établi enfin que la richesse de cette partie du grain en matières grasses s'élève à 12,50 pour 100; sa richesse en matières minérales, à 5,3 pour 100.

D'où résulte qu'au compost alimentaire, le germe, dont le poids moyen représente 1,43 du poids du grain, apporterait en centièmes, s'il y était admis :

Matières azotées	0,611
Matières solubles non azotées.....	0,318
Matières grasses.....	0,178
Matières minérales.....	0,075

A l'influence que peuvent exercer ces diverses matières, au point de vue de l'enrichissement du produit à panifier, comme aussi des qualités du pain à obtenir, il convient de donner attention.

Les matières azotées solubles que le germe renferme sont de nature très variée. Il en est qui, en quelques heures, se coagulent à froid, d'autres qui se coagulent à 40°, quelques-unes enfin qui résistent même à 100°. Ce sont évidemment des matières en cours de transformation progressive et dont il serait impossible, en l'état actuel de la science, de préciser la nature. Plusieurs parmi elles, cependant, il est permis de le supposer, doivent avoir une valeur nutritive réelle.

Mais, et c'est là un point capital, parmi ces matières azotées solubles figure, pour une proportion notable, un ferment non figuré, susceptible d'exercer sur la matière amylacée de la farine une action considérable.

Ce ferment soluble est la diastase saccharifiante de Payen. Mais dans cette diastase saccharifiante on reconnaît aujourd'hui deux ferments solubles, l'un, l'*amylase*, qui a son maximum d'action vers 70°-72°, qui liquéfie et fournit, aux dépens de l'amidon, surtout de la dextrine; l'autre, la *dextrinase*, qui a son maximum d'action

vers 63°, qui saccharifie, et fournit surtout du maltose. M. Lindet ⁽¹⁾ a montré récemment que, quand on cherche à utiliser les germes de blé à la saccharification de l'amidon, on ne peut apercevoir le phénomène de liquéfaction; car à la température de 70°-72°, où il se produit, les matières azotées que le germe renferme en grande quantité se coagulent et emprisonnent l'amylase. M. Lindet a déduit de cette observation un procédé industriel pour la saccharification des grains et des pommes de terre au moyen des germes bruts recueillis au moulin.

A côté de cette diastase se rencontre dans le germe la céréaline de Mège-Mouriès, qui, d'après cet auteur, possède des propriétés saccharifiantes; celles-ci d'ailleurs demanderaient à être vérifiées.

Ce que l'on connaît le mieux dans l'action de la céréaline sur la farine suffit pour permettre d'en reconnaître la présence: elle rend le pain bis, c'est une réaction qui lui est personnelle.

C'est à cette réaction qu'Aimé Girard a eu recours. M. Lucas a bien voulu, à sa demande, et sous ses yeux, faire préparer dans le fournil de la Commission des Douze-Markes, et à l'aide d'une farine de gruau de qualité supérieure, trois pains de poids, de dimensions et d'hydratation tout semblables, mais au pétrissage desquels il avait fait intervenir, pour le premier, de l'eau pure; pour le second, de l'eau provenant de la macération d'un poids d'enveloppes représentant 14,36 pour 100 du poids du grain; pour le dernier enfin, de l'eau tenant en suspension une quantité de germes finement broyés représentant 1,43 pour 100 de ce même poids, c'est-à-dire la proportion même que ces enveloppes et ces germes auraient représentée dans les produits de la mouture du grain entier.

Pétris, fermentés et cuits dans les mêmes conditions, ces pains, à la sortie du four, et après refroidissement, ont présenté les différences les plus grandes. Le premier était d'une couleur blanc jaunâtre tout à fait satisfaisante; le second possédait une coloration grise; le troisième, celui qui avait été pétri en présence des débris du germe, avait une teinte bise prononcée.

Cette expérience établit d'une manière péremptoire que, parmi les matières azotées solubles que le germe contient, figure, pour une proportion notable, à côté de la diastase saccharifiante, cette céréaline dont l'influence sur la qualité du pain a été, il y a vingt ans, établie par Mège-Mouriès.

(1) LINDET, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXXII, 1901, p. 261.

Cette influence, et l'énergie avec laquelle elle se manifeste permettent, dès à présent, de conclure que, au point de vue de la qualité du pain que la farine fournira, l'exclusion des germes du produit de la mouture est chose avantageuse.

Cette conclusion, il convient de la retarder cependant. L'étude des matières grasses que le germe contient à la proportion de 12,50 pour 100 va permettre, en effet, de lui donner plus de force. Ces matières grasses, identiques à celle que l'on extrait des cellules de l'assise protéique, constituent une huile très aisément oxydable. Sirupeuse au moment où elle vient d'être extraite, et douée à ce moment d'un parfum de noisette déclaré, elle ne tarde pas à se modifier au contact de l'air; en deux ou trois jours, elle devient visqueuse, épaisse, et bientôt se montre remplie de matière résineuse solidifiée et insoluble dans la benzine. En même temps, le parfum agréable qui la caractérisait à l'origine disparaît, pour faire place à l'odeur connue des graisses rancies.

Enfermée dans les cellules du germe, cette huile peut, sans aucun doute, y demeurer longtemps inaltérée; mais, aussitôt que, sous les engins du meunier, ces cellules molles ont été écrasées ou déchirées, l'huile qui exsude et s'échappe de tous côtés se dissémine à travers la masse farineuse et, au contact de l'air qui la pénètre, subit rapidement la transformation que nous venons de décrire.

C'est, il n'en faut pas douter, à l'influence de l'huile abandonnée par les germes broyés qu'est dû principalement le rancissement des farines.

Quant aux matières non azotées, elles paraissent formées surtout de dextrine, peut-être de gomme et de divers produits en cours de transformation. On n'y retrouve que des traces de sucre.

Enfin, la proportion des matières minérales apportées par le germe au compost alimentaire est tellement faible que, malgré la présence abondante des phosphates parmi ces matières, il est inutile de s'y arrêter.

La conclusion à tirer des observations qui précèdent s'indique d'elle-même.

Sans doute, le germe du grain de froment est riche en matières azotées; mais, parmi ces matières, figure, et certainement en abondance, la céréaline, qui détermine la formation du pain bis.

Sans doute, ce germe est riche en matières grasses, mais ces matières grasses, aussitôt hors des cellules qui, dans le tissu végétal, les retiennent, s'altèrent rapidement.

D'où résulte qu'à chaque avantage apporté par le germe correspond un désavantage plus grand encore.

Si, d'ailleurs, on réfléchit combien est faible, par rapport au grain entier, et même par rapport à l'amande seule, le poids du germe qui ne représente guère plus de 1 pour 100 du poids du premier, on n'hésitera plus à conclure que le germe, comme l'enveloppe, doivent être rejetés des produits de la mouture, et que c'est à l'amande farineuse seulement que l'alimentation humaine doit s'adresser.

IV. — ÉTUDE DE L'AMANDE FARINEUSE.

Lorsqu'on se place au point de vue spécial de l'utilité que peuvent posséder, pour l'alimentation humaine, les diverses parties du grain de froment, l'étude de l'amande farineuse ne saurait longtemps retenir l'attention.

C'est un fait admis pour tous, en effet, et que de nombreux travaux ont permis de vérifier, que, pour la presque totalité, on pourrait même dire, à la rigueur, pour la totalité de sa masse, l'amande farineuse du grain de froment est digestible et assimilable par l'homme.

Aussi suffira-t-il de signaler quelques faits particuliers que l'étude de cette amande a permis de caractériser.

C'est à Payen que nous devons les premières notions sur l'histologie de l'enveloppe du grain de froment. C'est à lui également que nous devons de savoir quelle est, dans l'amande farineuse, la situation respective de l'amidon et du gluten.

Les expressions dont Payen s'est servi pour caractériser le gisement du gluten dans l'amande farineuse ne sauraient laisser aucun doute sur sa pensée. C'est dans le troisième de ses Mémoires *Sur le Développement des végétaux* que la découverte faite par lui à ce sujet se trouve signalée ⁽¹⁾.

« On discerne », dit-il à la page 12 de ce Mémoire, « à sa coloration jaune citron due au contact de l'iode et à ses fragments étirés, la substance souple, élastique qui *empâte* les grains d'amidon. »

Plus loin, à la page 13, Payen revient sur cette observation en disant : « On voit, sous cette rangée de cellules » (c'est des cellules de l'assise protéique qu'il s'agit) « les premières cellules de la

⁽¹⁾ Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences, t. IX, 1846, p. 12 et 13.

masse du péricarpe qui contiennent l'amidon, *enchâssé* dans le gluten ».

On ne saurait, à ce sujet, s'exprimer d'une façon plus nette, et la structure anatomique de l'amande farineuse peut, par suite, et d'une manière générale, être représentée en disant que cette amande est formée de grandes cellules à parois transparentes, toutes remplies d'une masse compacte de gluten, au milieu de laquelle les granules de matière amylacée sont empâtés.

C'est en étudiant cette distribution respective du gluten et de l'amidon qu'Aimé Girard a été conduit à admettre, pour les matières contenues dans les cellules de l'assise protéique et du germe, une structure analogue et résultant de la dissémination des gouttelettes huileuses à travers une masse compacte de matières azotées.

A l'intérieur des cellules qui forment le réseau de l'amande farineuse, ce sont toujours des produits identiques et identiquement disposés que l'on rencontre; mais ceux-ci offrent, suivant le point de l'amande qu'ils occupent, des dimensions relatives différentes.

Observés vers la périphérie de cette amande, les grains d'amidon se montrent toujours particulièrement petits; en ce point, d'habitude, ils ne mesurent que $\frac{1}{400}$ à $\frac{1}{150}$ de millimètre de diamètre; mais aussitôt que l'on s'en éloigne et que l'on pénètre vers le centre du grain, on voit les granules amylacés augmenter de volume, et se présenter avec leurs dimensions maxima, c'est-à-dire mesurant $\frac{1}{40}$ de millimètre.

C'est ce que montrent les figures 13, 14, 15 (*Pl. III*). Les deux premières représentent une coupe longitudinale du grain de froment, à l'agrandissement de 55 diamètres. Sur la figure 13 on voit au-dessus de l'assise protéique les premières cellules de l'amande remplies de grains d'amidon d'une petitesse telle que, même à cet agrandissement, on a peine à les discerner. Sur la figure 14, prise au centre du grain, les granules amylacés dont les cellules sont remplies apparaissent, au contraire, avec des dimensions facilement appréciables. Sur la figure 15, où se trouvent reproduites, mais à l'agrandissement de 180 diamètres, cette fois, les trois ou quatre premières rangées de cellules de l'amande, cette différence est plus facile à constater encore.

L'importance de cette observation n'échappera à personne. Du fait de la petitesse des grains d'amidon logés près de la périphérie résulte nécessairement l'existence, entre ces grains, d'espaces plus considérables. Ces espaces, c'est le gluten qui les remplit. D'où cette

conséquence nécessaire que les portions de l'amande situées directement au-dessous de l'assise protéique doivent être les plus riches en gluten.

C'est là un fait depuis longtemps reconnu par la pratique, mais dont l'observation précédente permet de fournir l'explication scientifique, un fait qui, d'ailleurs, justifie pleinement l'opinion par laquelle on voit, au point de vue de leur richesse en gluten, attribuer aux blés allongés et à grande surface une supériorité marquée sur les blés à grains ronds, dont la surface est nécessairement moindre.

La conséquence de cette observation est que la farine se montre d'autant plus riche en gluten qu'elle provient d'une mouture plus complète, c'est-à-dire d'une mouture à un taux d'extraction plus élevé; ce sont en effet les parties périphériques du grain qui sont attaquées les dernières par les broyeurs à cylindres.

M. Fleurent a dosé le gluten dans des farines provenant d'un même blé, mais obtenues à des taux d'extraction différents.

Gluten pour 100 de farine.

		Extraction.	
		60 pour 100.	70 pour 100.
Blé	Goldendrop.....	6,90	7,11
	de Bordeaux.....	8,70	9,00
	Dattel.....	8,30	8,60
	Gris de Saint-Laud.....	8,00	8,20
	Choice whithe Bombay.....	8,53	8,77
	Oulka de Bessarabie.....	11,70	11,90

La découverte faite par Payen relativement au mode respectif de gisement de l'amidon et du gluten dans l'amande farineuse a reçu, il y a quelques années, de M. Prillieux, une élégante confirmation. Dans un important travail sur la coloration et le mode d'altération des grains de blé rose, M. Prillieux a montré les *micrococcus* qui déterminent cette altération, dévorant d'abord les granules amylacés sans toucher au gluten, et laissant celui-ci sous la forme d'une masse toute creusée de vacuoles vides dont chacune indique la place et le volume que le grain d'amidon occupait.

Aimé Girard a obtenu, de son côté, et par un procédé différent, une démonstration très nette de la proposition de Payen.

Ce procédé a consisté à faire digérer, par la diastase, tout l'amidon contenu dans l'amande farineuse, de façon à réserver et à laisser intact le réseau glutineux dans lequel cet amidon était enchâssé.

Des coupes minces (mesurant $\frac{1}{20}$ de millimètre) de grains de froment ont été d'abord immergées dans l'alcool, de façon à déterminer la coagulation du gluten. Puis, ces coupes ont été, à la température de 70°, macérées pendant 4 heures dans une solution de diastase. Dans ces conditions, l'amidon a peu à peu et totalement disparu, laissant en place une membrane d'une fragilité extrême, qu'Aimé Girard a pu cependant étudier et reproduire photographiquement sous le microscope, et dans laquelle, avec un peu d'attention, on retrouve, comme autant de logettes vides, tous les emplacements primitivement occupés par la matière amylacée.

Traitées de cette façon, les coupes minces semblent tout d'abord, comme l'indiquent les figures 16 et 17 (*Pl. III*), où ces coupes se trouvent reproduites à l'agrandissement, dans le premier cas de 17 diamètres, dans le second de 55 diamètres, n'avoir subi aucune modification. Volontiers on y compterait les grains d'amidon que l'on croit voir encore en place. Elles n'en contiennent cependant aucun; au contact de l'eau iodée, aucune coloration bleue n'apparaît, et la masse glutineuse seule se colore en jaune brun.

Les notions que l'on possédait autrefois sur le gluten étaient bien insuffisantes. Les travaux de différents chimistes, Berzélius, de Saussure, Boussingault, Liebig, Bouchardat, Dumas, Cahours, etc. avaient bien fait supposer que le gluten n'était pas une matière unique, et que l'on pouvait, à l'aide de certains réactifs, le dédoubler. Mais les résultats des expériences étaient contradictoires; ce furent les travaux de Ritthausen, ceux de MM. Osborne et Woorhees, ceux enfin de M. Fleurent, qui mirent hors de doute la complexité chimique de la substance qui porte le nom de *gluten*.

Les travaux de M. Fleurent ⁽¹⁾ ont fait plus; ils ont montré non seulement que les solutions alcooliques de potasse pouvaient séparer du gluten trois substances : la *gliadine*, la *gluténine*, la *conglutine*, qui existent dans le blé (cette dernière en très faible quantité), mais que chacune de ces substances jouit, au point de vue de la panification, de propriétés spéciales, et que la qualité de la pâte et du pain dépendent de la proportion relative des deux composants principaux, la gliadine, qui est visqueuse et fluante, la gluténine, qui est pulvérulente et sèche.

M. Fleurent a imaginé un procédé dont il sera parlé plus loin, qui permet de doser dans un gluten les deux éléments azotés, la gliadine

(¹) *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1898, p. 551.

et la gluténine, et il a reconnu que les farines qui se prêtent le mieux à la panification sont celles dans lesquelles la gluténine et la gliadine se trouvent dans le rapport de 25 à 75. Avec une telle composition de gluten, on aura un pain bien développé et de facile digestion; si la proportion de gliadine augmente, la pâte se développe bien pendant la fermentation, mais elle reprend de la compacité par la cuisson; cela tient à ce que la gliadine a la propriété de se fluidifier à la chaleur, en présence de l'eau; la pâte perd alors, avant que la croûte soit desséchée, la plasticité qui la caractérisait au moment de sa fabrication et de sa fermentation. Mais, si la gluténine est en excès au contraire, la gluténine étant pulvérulente, la pâte manque d'élasticité, et elle ne lève pas.

Les considérations qui précèdent nous montrent l'intérêt nouveau qui s'attache à l'étude du gluten de l'amande farineuse, puisque la teneur de ce gluten en gliadine va décider de la valeur boulangère de la farine.

Il a été dit plus haut que le gluten est irrégulièrement distribué dans le grain, que l'amande renferme un peu plus de gluten à sa périphérie qu'en son centre. Aussi est-il intéressant dès à présent de connaître si, dans toutes les zones du grain, le gluten présente la même composition. Les procédés de mouture en usage, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, attaquent le grain progressivement du centre à la périphérie. La qualité boulangère de la farine se modifiera-t-elle au fur et à mesure que l'on cherchera à obtenir un rendement plus élevé?

M. Fleurent, en dosant la gliadine et la gluténine des glutens extraits de farines blutées à 60 et à 70 pour 100, a observé que la proportion de gluténine augmente avec le taux d'extraction, que le gluten, par conséquent, renferme plus de gluténine et moins de gliadine à la périphérie qu'au centre.

C'est dans de grandes cellules de forme allongée, mesurant de $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de millimètre au grand axe, sur $\frac{1}{10}$ de millimètre au petit axe, que l'amidon et le gluten, l'un enchâssé dans l'autre, se trouvent logés. Les parois de ces cellules sont transparentes, minces, molles, et présentent, quant à leur composition, une analogie remarquable avec la bande hyaline et les parois des cellules de l'assise protéique; comme celles-ci, c'est, non pas de cellulose pure, mais de cellulose pénétrée de matière azotée qu'elles sont faites. C'est ce qu'Aimé Girard a pu reconnaître directement en soumettant ces parois, dégagées de gluten et d'amidon, à l'action de l'eau iodée qui les colore en jaune clair.

La mise à découvert de ces parois peut, d'ailleurs, être réalisée de deux façons : soit chimiquement, en dissolvant d'abord l'amidon au moyen de la diastase, ensuite le gluten au moyen de la pepsine très légèrement acidulée ; soit mécaniquement, en froissant légèrement, et avec des précautions infinies, une coupe mince, à la main ou avec un pinceau très doux. C'est par ce dernier procédé qu'a été préparée la coupe en partie vidée que représente, à 55 diamètres, la figure 18 (*Pl. III*), afin de montrer, en y laissant quelques cellules pleines au milieu d'autres cellules vides, de quelle façon le gluten et l'amidon se trouvent logés dans l'amande farineuse.

A ces observations sur quelques points spéciaux de la structure anatomique de l'amande farineuse, ce serait une superfétation que de joindre une étude de sa composition chimique et de sa valeur alimentaire.

Sa composition chimique a été établie par l'analyse maintes fois répétée des gruaux et des farines qu'elle fournit ; des analyses récentes, dues à MM. Aimé Girard et Fleurent, apporteront, dans ce livre même, des données nouvelles sur la composition de l'amande farineuse ; sa valeur alimentaire est établie par l'usage que nous en faisons chaque jour.

Sa digestibilité complète peut cependant, et sans recourir à l'expérience directe, être aisément établie : il suffit, pour cela, de soumettre des tranches de pain, obtenues de farines de gruaux d'une pureté parfaite, à l'action successive de la diastase et de la pepsine. Sous l'influence de ces deux agents, on voit la masse panair disparaitre peu à peu. Le liquide presque transparent que fournit cette double digestion ne présente plus alors que quelques traces d'huile à sa surface, à la partie inférieure qu'un dépôt insignifiant. Étudié sous le microscope, ce dépôt se montre formé principalement par les feuillets déchirés des parois cellulaires de l'amande. Ces parois, dont le poids est à peine appréciable, représentent, en réalité, la seule portion non digestible de l'amande farineuse, et l'on peut dire, par suite, que l'amande farineuse doit être considérée comme étant tout entière assimilable pour l'homme.

V. — CONCLUSIONS.

Les conclusions qu'il convient de tirer des recherches qui précèdent paraissent clairement indiquées, et c'est à l'inutilité de l'admission de l'enveloppe et du germe parmi les produits de mou-

ture destinés à l'alimentation de l'homme qu'aboutit, en fin de compte, l'étude détaillée des diverses parties du grain de froment.

Il suffit, en effet, de résumer les résultats principaux mis en lumière par cette étude, pour aussitôt reconnaître que l'amande farineuse seule apporte à cette alimentation des matériaux dont l'utilité parfaite ne s'accompagne d'aucun inconvénient.

L'enveloppe est riche en matières azotées, elle en contient 18,75 pour 100; et, comme elle représente à elle seule 14,36 pour 100 du poids du grain, l'importance de ces matières azotées est à considérer au premier chef; mais l'expérience apprend qu'elles ne sont solubilisables par l'appareil digestif de l'homme, par suite, assimilables, que dans une proportion extrêmement faible; cette proportion atteint à peine $\frac{4}{1000}$ du poids du grain. Elle apprend, en outre, que, parmi ces matières azotées, figure la céréaline découverte par Mège-Mouriès, c'est-à-dire le ferment qui détermine la formation du pain bis.

Dans la composition de cette enveloppe, les matières minérales solubles dans les sucs digestifs figurent pour une proportion sérieuse. Ce serait une erreur, cependant, que de conclure de ce fait à l'utilité de l'admission de l'enveloppe du grain de froment dans le compost alimentaire humain. D'une part, en effet, la proportion de matières minérales ainsi offerte à l'alimentation reste, malgré tout, faible par rapport à la masse totale; elle ne représente que $\frac{4,5}{1000}$ du poids du grain; d'une autre, l'argument résultant de l'influence de la céréaline sur le produit de la panification possède, en cette question, une importance prépondérante.

Plus riche encore que l'enveloppe en matières azotées, et en matières azotées très probablement assimilables, le germe, cependant, doit être, comme elle, éliminé des produits de mouture. Parmi les matières azotées qu'il contient, en effet, se retrouve encore, et en grande proportion, la céréaline, prête à exercer, au moment de la panification, son influence nuisible.

A côté d'elle, en outre, figure, dans les tissus du germe, une huile éminemment oxydable qui, s'échappant avec facilité des cellules qui la renferment, se dissémine à travers la masse farineuse et en rend l'altération prompte et facile.

Tout compte fait, d'ailleurs, c'est à un chiffre véritablement bien peu élevé, c'est tout au plus à 1 pour 100 de matières azotées, à 0,5 pour 100 de matières grasses que s'élèverait le gain correspondant à l'introduction de l'enveloppe et du germe réunis dans les pro-

duits de la mouture destinés à l'alimentation humaine. Et encore convient-il de remarquer aussitôt que, parmi les matières azotées intervenant de ce fait, une grande partie, directement soluble dans l'eau, ne possède probablement qu'une faible valeur nutritive.

Ce gain si modeste ne saurait, en tout cas, compenser les graves inconvénients qu'apportent avec eux le germe et l'enveloppe, c'est-à-dire, d'une part, la facilité d'altération qu'acquièrent, par suite de leur présence, les produits de la mouture; d'une autre, la préparation inévitable, à l'aide de produits ainsi mélangés, de pains bis, gras et lourds.

C'est donc à rejeter, autant que les moyens mécaniques dont elle dispose le lui permettent, l'enveloppe et le germe, à réserver pour l'alimentation humaine l'amande farineuse et l'amande seulement, que doit tendre aujourd'hui la meunerie, et c'est, par conséquent, sur les engins et les procédés qui, du produit de la mouture, éloignent, dans la plus large mesure, les débris des parties du grain étrangères à cette amande qu'elle doit, de préférence, porter son choix.

Quant aux enveloppes et aux germes enlevés, de ce fait, de l'alimentation humaine, ce serait une erreur que de les considérer comme perdus. Ce que l'appareil digestif de l'homme ne sait pas faire paraît, d'après les recherches des physiologistes modernes, être chose possible pour l'appareil digestif des animaux, et ce que l'homme aura ainsi perdu sous la forme de pain, il le retrouvera sous la forme de viande.

CHAPITRE III.

COMPOSITION COMPARÉE DES BLÉS OFFERTS A LA MEUNERIE FRANÇAISE PAR L'AGRICULTURE ET L'IMPORTATION.

Divers chimistes qui se sont occupés soit d'agriculture, soit de meunerie, soit de physiologie végétale, ont pris soin de déterminer la composition des grains des céréales, et spécialement du grain de blé.

Mais il résulte, des considérations qui précèdent, que l'analyse du grain, pris dans son entier, n'offre qu'un intérêt relatif. Ce grain n'est pas homogène dans toutes ses parties; il est composé d'éléments qui, au point de vue histologique, chimique et alimentaire, n'ont aucune analogie; l'analyse globale, telle qu'elle a été souvent faite, confond les matières azotées des enveloppes, qui ne sont pas assimilables, avec les matières azotées de l'amande, qui donnent au grain, au contraire, ses qualités nutritives, et il n'est pas possible, à l'examen d'une analyse de blé, de se rendre compte de ce que sera la farine qui en proviendra.

Il convient donc de séparer autant que les moyens mécaniques le permettent, tant au laboratoire que dans l'industrie, l'albumen des différents téguments qui le recouvrent et du germe qui y est accolé. Ces procédés mécaniques fournissent la plus grande partie de cet albumen sous forme de farine blanche; ils ne peuvent débarrasser complètement l'enveloppe des dernières cellules qui y adhèrent et laissent, sous forme d'issues, un produit qui renferme les germes, les enveloppes du grain, et les cellules farineuses de la périphérie. En un mot, chaque analyse doit être précédée d'une mouture faite, autant que possible, dans les conditions de la mouture industrielle, et d'un blutage, avec remouture de gruaux, établi à un taux déterminé par les exigences ordinaires de la boulangerie.

En outre, le meunier ne peut, devant une analyse de grain entier, savoir quelle quantité de farine il en pourra extraire. Il convient donc de déterminer, ainsi qu'il a été dit au Chapitre précédent, la

proportion d'enveloppe, de germe et d'amande que le grain examiné contient.

C'est cette méthode rationnelle d'analyse qu'Aimé Girard a établie en 1897 ⁽¹⁾, et qui a été adoptée dans le magistral travail qu'il a poursuivi en collaboration avec M. Fleurent *Sur la composition des blés tendres français et étrangers* ⁽²⁾.

I. — PROCÉDÉ D'ANALYSE DES BLÉS.

Pour rendre possible au laboratoire et précis en même temps un travail identique à celui que le meunier accomplit, MM. Brault, Teisset et Gillet, de Chartres, ont bien voulu, sur la demande d'Aimé Girard, étudier la construction d'un petit moulin à cylindres, permettant de reproduire sur 1^{kg} ou 2^{kg} de blé toutes les opérations de la mouture moderne.

Ce moulin, dont le fonctionnement est des plus satisfaisants, comprend deux jeux de cylindres, l'un à cannelures hélicoïdales, l'autre à surfaces polies, dont le remplacement sur le bâti est facile. Ces cylindres marchent à vitesse différentielle et peuvent être, à volonté, rapprochés ou éloignés l'un de l'autre.

A l'aide de ce moulin, on peut, en quelques heures, exécuter les cinq broyages et les huit à dix convertissages qu'exige une bonne mouture. Un homme y suffit, et les pertes inhérentes à la série des opérations exécutées, variant de 1 pour 100 à 2,5 pour 100 au maximum, sont par conséquent de l'ordre de celles qu'on peut s'attendre à faire dans ce genre de traitement.

C'est sur les produits de cette mouture qu'il faut ensuite faire porter l'analyse chimique et c'est au nombre de deux qu'il convient de les réduire : d'un côté, la farine panifiable; d'un autre, les bas produits et les issues mélangés.

Le taux de la farine peut être fixé au gré de chacun, aussi bien à 60 qu'à 70 et même 80 pour 100. Aimé Girard a préféré adopter la formule qui réserve à l'homme 70 pour 100, au plus, de farine panifiable, au bétail, 30 pour 100 au moins de bas produits et issues.

Dans le moulin d'essais, monté avec ses cylindres cannelés, on fait passer 1^{kg} de blé, préalablement nettoyé. Les cylindres doivent

⁽¹⁾ AIMÉ GIRARD, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXIV, 1897, p. 876 et 926.

⁽²⁾ AIMÉ GIRARD et FLEURENT, *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, 1899, p. 1032.

être suffisamment éloignés l'un de l'autre pour ne toucher que légèrement le grain et l'ouvrir suivant les deux lobes. A ce premier broyage on en fait succéder un second, puis un troisième, un quatrième, un cinquième, en rapprochant chaque fois les cylindres. Entre chaque broyage, on tamise sur une toile métallique du n° 20⁽¹⁾, et l'on recueille ainsi la *boulangé*. Celle-ci passe successivement aux tamis n°s 40, 80, 120 et l'on pèse les produits restés sur les tamis. Le produit qui traverse le tamis du n° 120 constitue la farine de premier jet.

On remplace sur le bâti les cylindres cannelés par les cylindres lisses et, en serrant progressivement ceux-ci, on convertit successivement les gruaux restés sur les tamis n° 120, 80 et 40, on passe au tamis 120 et l'on pèse la farine qui le traverse.

En surveillant, à la fin du travail et avec les chiffres, constamment relevés, les pertes générales faites au cours de cette mouture, on peut fixer, à l'aide d'un calcul simple, la quantité de farine totale à extraire pour atteindre le chiffre de 70 pour 100, et l'on pousse alors les derniers convertissages jusqu'à ce que la quantité de farine ainsi fixée soit atteinte.

La mouture rationnelle ainsi effectuée met entre les mains de l'opérateur, d'une part, un poids donné de farine à 70 pour 100; d'autre part, un poids donné de bas produits et issues.

C'est sur ces deux produits que s'effectuent, séparément, les diverses opérations analytiques.

1. Renseignements généraux sur le blé entier.

DOSAGE DE L'HUMIDITÉ. — On prélève sur l'échantillon 5^g de grain qu'on écrase grossièrement dans un mortier et qu'on introduit ensuite dans une fiole conique en verre bouchant à l'émeri, et préalablement tarée. Le tout est abandonné, d'abord à l'étuve à 100°, puis à 105°, jusqu'à poids constant. Par différence, on détermine ainsi la quantité d'eau évaporée. On rapporte à 100.

POIDS MOYEN D'UN GRAIN. — On choisit 200 grains moyens qu'on pèse; le poids obtenu est divisé par 200. Il est utile de répéter cette opération un certain nombre de fois sur des prélèvements successifs de 200 grains et de prendre la moyenne des résultats.

(¹) La relation qui existe entre les numéros des tamis et la grosseur des mailles sera exposée dans le Chapitre IX.

PROPORTIONS RELATIVES D'AMANDE, D'ENVELOPPE ET DE GERME. — Ces déterminations se font par la méthode indiquée par Aimé Girard dans un travail antérieur que nous avons plus haut exposé.

On prend 25 grains moyens et bien sains qu'on pèse; on les fend dans le sens du sillon à l'aide d'un scalpel, on en détache les germes dont on détermine le poids.

Les 25 grains ainsi fendus sont immergés dans l'eau et, après ramollissement, grattés sur la face interne jusqu'à élimination de l'amande. Les enveloppes obtenues sont séchées à 100°-105° et pesées. En leur attribuant l'humidité constatée pour les bas produits, humidité qu'on déterminera plus tard, on pourra calculer la proportion des enveloppes normales pour 100 de grain.

Ce n'est pas cependant de cette façon que MM. Aimé Girard et Fleurent ont obtenu ici les proportions d'enveloppes des différentes variétés de blé, dont on trouve plus loin l'analyse. Pour la détermination de cette donnée particulière ils ont utilisé, comme on le verra plus tard, le poids des enveloppes séchées, laissées entre leurs mains par les bas produits et issues, débarrassés de la farine adhérente, grâce à un tour de main particulier. A l'aide de ce poids, on peut, par un calcul simple que nous effectuerons en temps et lieu, remonter au poids des enveloppes normales. Les chiffres ainsi trouvés sont généralement un peu supérieurs à ceux obtenus par la première méthode; mais, comme leur détermination correspond à l'emploi d'un poids plus considérable de grain, ils représentent un résultat moyen beaucoup plus exact.

Les quantités d'enveloppes et de germes étant connues, il est facile de déduire, par différence, la proportion d'amande farineuse contenue dans 100^g de grains soumis à l'analyse.

2. Analyse de la farine à 70 pour 100 d'extraction.

DOSAGE DE L'HUMIDITÉ. — Dans l'estimation de la valeur des farines, le commerce accorde, et avec raison, une place importante à la détermination de leur degré d'humidité.

Pour doser cette humidité, on loge 5^g de farine dans une fiole conique ou un petit cristalliseur bouchant à l'émeri, et l'on abandonne le tout à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant. L'eau éliminée est ainsi dosée par différence.

DOSAGE SIMULTANÉ DU GLUTEN, DES DÉBRIS, DE L'AMIDON ET DE LA GLIADINE. — 1° *Gluten*. — On pèse 33^g,33 de farine, on en fait

un pâton bien homogène qu'on malaxe, à la manière ordinaire, sous un courant d'eau, jusqu'à ce que le produit obtenu soit parfaitement débarrassé d'amidon.

Le gluten, avant d'être mis à l'étuve, peut être coagulé par l'eau bouillante, mais il est préférable de l'abandonner d'abord, sur un verre de montre ou sur une plaque métallique tarée, à 102° - 103° pendant 1 heure environ, puis, lorsqu'une croûte solide s'est formée à la partie supérieure, de le détacher et de le retourner sur le verre ou sur la plaque et enfin de le remettre à l'étuve jusqu'à dessiccation complète. (Procédé de M. Arpin.) Cette dessiccation est considérablement activée à l'aide de ce tour de main.

Le résultat trouvé à la pesée définitive, multiplié par 3, donne la quantité de gluten pour 100.

2° *Débris*. — L'eau laiteuse obtenue par le malaxage contient l'amidon, les débris et quelques gruaux bis et blancs. On la jette sur un tamis n° 220 qui laisse passer l'amidon seulement. On lave et l'on recueille sur un petit filtre de soie n° 220 les débris et gruaux qu'on essore complètement. On les divise alors en deux parties à peu près égales qu'on pèse séparément à l'état humide.

La première partie est mise à l'étuve et pesée ensuite sèche. Le poids obtenu, rapporté à la deuxième partie, permet de calculer la totalité des débris et gruaux entraînés. Appelons a cette quantité.

La deuxième partie est traitée à l'ébullition par de l'eau à laquelle on ajoute environ 5 pour 100 d'acide salicylique. Cette opération a pour but de désagréger complètement les gruaux par solubilisation de l'amidon et de ne laisser ainsi, entre les mains de l'opérateur, que les débris nets. Ceux-ci sont recueillis sur un petit filtre de soie analogue au précédent, lavés d'abord à l'eau bouillante, puis au mélange d'alcool et d'éther pour enlever complètement l'acide salicylique, essorés, séchés et pesés. Le poids obtenu, rapporté à la première partie, donne ainsi la totalité des débris nets. Appelons b cette quantité.

La différence $(a - b)$ indique la quantité des gruaux entraînés au malaxage. Elle est rapportée, ainsi que la quantité b , à 100 de farine.

La quantité $(a - b)$, qui représente les gruaux, contient à la fois l'amidon et le gluten de ceux-ci. Cette quantité étant généralement très faible, 0,5 pour 100 environ, le gluten qu'elle contient peut par conséquent être négligé, et elle est reportée exclusivement au compte de l'amidon.

3° *Amidon*. — L'eau laiteuse séparée des débris est versée dans

un grand verre, saturée, par addition d'eau de seltz, d'acide carbonique qui facilite considérablement le dépôt de l'amidon, et abandonnée à 0°, jusqu'à ce que ce dépôt soit complet. On décante l'eau surnageante, puis on jette l'amidon déposé sur une coupe en biscuit de porcelaine où il s'essore complètement. On le sèche d'abord à basse température, puis finalement à 100° et on le pèse. On multiplie le résultat obtenu par 3, on ajoute la quantité $(a - b)$ déterminée précédemment (voir *Débris*) et multipliée également par 3; on a ainsi le pourcentage en amidon.

4° *Gliadine*. — Cette dernière détermination se fait de la manière suivante ⁽¹⁾ : le gluten d'un nouveau lot de 33^g, 33 de farine est mis dans un mortier de verre dépoli, recouvert d'une petite quantité d'alcool à 70°, contenant $\frac{3}{1000}$ de potasse, trituré doucement de façon à imprégner le produit complètement de la liqueur caustique et à en commencer la désagrégation. On verse le tout dans un flacon à col droit bouchant à l'émeri et l'on recouvre de liqueur alcoolico-potassique, en employant exactement 80^{cm³} de cette liqueur. On lave le mortier avec de l'alcool à 70° sans potasse qu'on verse dans le flacon. On ajoute quelques perles de verre et l'on agite fréquemment jusqu'à désagrégation complète. On sature la potasse par l'acide carbonique; on complète, dans une fiole jaugée, le volume à 150^{cm³} avec de l'alcool à 70° sans potasse, on filtre et l'on pèse l'extrait de 50^{cm³}, obtenu à 100°-105°. On retranche du poids de cet extrait la quantité de carbonate de potasse calculée provenant de la solution alcaline, et à l'aide du poids de gliadine ainsi trouvé on détermine la composition centésimale du gluten.

On verra plus loin (Chap. XII) que M. Fleurent a, pour les analyses courantes de farine, modifié le procédé qui vient d'être décrit.

On peut dès lors établir le rapport $\frac{\text{Gluténine}}{\text{Gliadine}}$ en faisant le numérateur égal à 25, et voir de combien il diffère du rapport le plus favorable qui est, comme on le sait, $\frac{25}{75}$.

M. Fleurent estime que, quand la composition du gluten devient

Gluténine.....	28	} soit	$\frac{\text{Gluténine}}{\text{Gliadine}} = \frac{25}{64},$
Gliadine.....	72		
Gluténine.....	22	} soit	$\frac{\text{Gluténine}}{\text{Gliadine}} = \frac{25}{88},$
Gliadine.....	78		

⁽¹⁾ E. FLEURENT, *Recherches sur les matières albuminoïdes des céréales* (*Bulletin de la Société d'encouragement*, mai 1898, et *Annales agronomiques* de M. Grandeau).

la diminution de qualité commence à se faire sentir et que la farine a besoin d'être corrigée, si c'est possible, par l'addition d'une autre farine convenablement choisie.

DOSAGE DES MATIÈRES GRASSES. — On met en digestion pendant 24 heures, dans un flacon bouchant à l'émeri, 20^g de farine avec 100^{cm³} de benzine cristallisable. On agite de temps en temps. On filtre et l'on évapore 50^{cm³}. On pèse la matière grasse obtenue qui correspond ainsi à 10^g de farine mise en œuvre.

DOSAGE DES MATIÈRES MINÉRALES. — Dans une petite capsule de platine tarée, on place 10^g de farine qu'on calcine doucement de façon à ne pas porter les matières minérales à leur point de fusion. On pèse ensuite lorsque les cendres blanches sont obtenues.

DOSAGE DE L'ACIDITÉ. — On fait digérer pendant 24 heures, dans un flacon bouchant à l'émeri, 20^g de farine avec 100^{cm³} d'alcool à 90°.

On agite de temps en temps. On filtre et l'on prélève 50^{cm³} qu'on titre au moyen d'une liqueur demi-décinormale de potasse en prenant comme indicateur la teinture de curcuma. Le titre acidimétrique trouvé correspond ainsi à 10^g de farine.

DOSAGE DES MATIÈRES SOLUBLES DANS L'EAU. — Le dosage des matières solubles se fait en agitant constamment la farine pendant 5 heures, au contact de l'eau à 0°, au moyen d'un agitateur mécanique. Dans un vase de verre, 100^g de farine sont préalablement délayés dans 500^{cm³} d'eau glacée; celui-ci est placé à l'intérieur d'un autre vase rempli de glace. Le vase extérieur est recouvert d'un chiffon de laine, fermé par un couvercle de bois recouvert de laine également et que traverse l'axe d'un agitateur à palettes dont le mouvement est maintenu au moyen d'un petit moteur électrique ou hydraulique.

Après 5 heures d'agitation, on filtre et l'on recueille 350^{cm³} à 400^{cm³} de liquide qui servent aux déterminations successives de l'extract sec, des cendres solubles, des sucres, des matières azotées solubles et de la gomme galactique.

1° *Extrait.* — De la liqueur filtrée on prélève 25^{cm³} correspondant à 5^g de farine et on les évapore à sec à 100°, dans un petit vase plat, taré, en verre.

2° *Cendres solubles*. — 50^{cm³} de la liqueur filtrée sont logés dans une capsule de platine tarée, évaporés à sec et calcinés à basse température. Ces 50^{cm³} correspondent à 10^g de farine.

3° *Sucres*. — De la liqueur filtrée on prélève 50^{cm³}. On les défèque avec précaution en n'employant pas plus de 3^{cm³} de sous-acétate de plomb étendu. On complète à 55^{cm³}, on ajoute un peu de kaolin, on agite et l'on filtre.

Sur 20^{cm³} correspondant à 3^g,64 de farine, on dose le sucre avant inversion, par la liqueur de Fehling. On peut ainsi calculer la quantité de glucose contenue dans la farine. Sur 20^{cm³} de la liqueur déféquée, on pratique l'inversion par la méthode de Clerget et l'on dose le sucre total par la liqueur de Fehling également. Le chiffre trouvé, diminué de la quantité de glucose calculée précédemment, donne la quantité de saccharose contenue dans la farine.

On peut déféquer également avec du sulfate de mercure.

4° *Matières azotées solubles*. — De la liqueur filtrée on prélève 50^{cm³} correspondant à 10^g de farine. On les évapore à sec dans une fiole conique à fond plat et l'on dose l'azote à la manière ordinaire par le procédé de Kjeldahl. Pour le calcul des matières azotées, on fait usage du coefficient 6,25.

5° *Gomme galactique*. — 200^{cm³} de la liqueur filtrée représentant 40^g de farine sont précipités par un litre d'alcool à 95°. On laisse déposer, on décante, on filtre et l'on essore le précipité entre des doubles de papier buvard; puis on le détache et on le divise en deux parties à peu près égales.

Ces deux parties sont, séparément, desséchées et pesées.

Sur l'une d'elles on dose les matières minérales; sur l'autre, les matières azotées par le procédé de Kjeldahl. On a ainsi tous les éléments qui permettent de calculer, par différence, la gomme galactique.

3. Analyse des bas produits et issues à 30 pour 100 de refus.

DOSAGE DE L'HUMIDITÉ. — On fait un mélange très intime des bas produits et issues de façon à faciliter le prélèvement des divers échantillons moyens. 10^g sont logés dans une fiole conique tarée, bouchant à l'émeri et portés à l'étuve à 100°-105° jusqu'à poids constant. L'eau est ainsi calculée par différence.

DOSAGE DES MATIÈRES SOLUBLES DANS L'EAU. — 50^g de bas produits homogènes sont recouverts de 500^{cm³} d'eau glacée dans le vase

entouré de glace de l'appareil à agitation. L'agitateur est mis en mouvement, et ce mouvement est maintenu pendant une nuit. Le tout est passé sur un tamis n° 80 sans laver; on rejette la partie restée sur le tamis. La partie qui a traversé est placée sur un grand filtre à plis et l'on recueille, à la filtration, 250^{cm³} à 300^{cm³}, sur lesquels on dose successivement l'extrait, les matières azotées et les matières minérales.

1° *Extrait*. — On prélève 20^{cm³} de liquide clair, correspondant à 2^g de bas produits et on les dessèche à l'étuve à 100° dans un vase taré, jusqu'à poids constant.

2° *Matières azotées*. — On loge 50^{cm³} de liqueur filtrée, correspondant à 5^g de bas produits, dans une fiole conique à fond plat. On évapore à sec et l'on dose l'azote par le procédé Kjeldahl.

3° *Matières minérales*. — 50^{cm³} du liquide filtré, représentant 5^g de bas produits, sont logés dans une capsule de platine tarée, évaporés à sec et calcinés à basse température.

4° *Matières hydrocarbonées*. — Ces matières sont dosées par différence en retranchant de l'extrait la somme des matières azotées et minérales solubles.

DOSAGE DES MATIÈRES INSOLUBLES DANS L'EAU. — Cette opération est basée sur la séparation des enveloppes et des dernières parties de l'amande farineuse ou albumen encore adhérentes à l'assise protéique. C'est par le frottement réalisé au sein de l'eau glacée que cette séparation a lieu.

1° *Enveloppes*. — 50^g de bas produits bien homogènes sont recouverts de 500^{cm³} d'eau glacée dans le vase dont il a été parlé; le vase est ensuite entouré de glace et l'agitateur est mis en mouvement pendant 20 heures.

Le produit total est jeté sur un tamis n° 80 et les enveloppes et germes restés sur ce tamis sont lavés complètement à l'eau glacée chargée d'acide carbonique. On les dessèche ensuite et on les pèse. On rapporte à 100 de bas produits en multipliant par 2 le résultat obtenu.

Au chiffre trouvé on ajoutera, d'une part, le poids des débris emportés par l'eau laiteuse du tamisage et qu'on déterminera dans un instant; d'autre part, le poids des matières grasses emportées par l'eau d'agitation qu'on calculera également comme nous allons l'indiquer bientôt.

2° *Gluten*. — L'eau laiteuse qui a traversé le tamis n° 80 con-

L.

6

tient le gluten, l'amidon et les débris. Elle est reçue dans un grand verre et abandonnée au repos à la température de 0° . On emploie pour cela un grand verre de 800 cm^3 à 1^{l} de capacité, disposé sur un support à l'intérieur d'une glacière, c'est-à-dire d'une caisse en bois doublée de laine et dans laquelle on met de la glace.

Le dépôt s'étant effectué, on décante au siphon l'eau surnageante, puis le résidu solide est essoré sur une coupe épaisse en biscuit de faïence, jusqu'au moment où la quantité d'eau retenue permet d'obtenir un pâton qu'on malaxe alors sous un courant d'eau à la manière ordinaire pour en extraire le gluten.

Cependant il arrive le plus souvent que le gluten contenu dans les bas produits a une qualité telle qu'il est impossible de l'extraire; aussi convient-il en tous cas d'additionner le dépôt de $33^{\text{g}},33$ de farine à 70 pour 100 du même blé, de pâtonner et d'extraire ensuite le gluten du mélange obtenu. On retranchera du résultat trouvé le gluten de ces $33^{\text{g}},33$ tel qu'on l'a dosé précédemment.

3° *Débris*. — L'eau laiteuse obtenue par le malaxage du pâton est passée au tamis n° 220 et le résidu est lavé complètement. Les débris et gruaux sont remis sur un filtre de soie et, comme nous l'avons vu précédemment (Analyse de la farine à 70 pour 100; Débris), divisés en deux parties qu'on pèse à l'état humide.

On exécute alors, sur ces deux parties, les opérations déjà indiquées. Mais, dans le calcul des résultats, on tiendra compte, bien entendu, des débris et gruaux apportés par les $33^{\text{g}},33$ de farine qu'on a utilisés pour l'extraction du gluten et qu'on a dosés précédemment.

Le poids des débris sera reporté, comme nous l'avons dit précédemment, au compte des enveloppes lavées et séchées; le poids des gruaux sera ajouté à celui de l'amidon.

4° *Amidon*. — L'eau laiteuse séparée des débris est versée dans un grand verre et abandonnée au repos à la température de 0° . Après décantation de l'eau claire, le dépôt d'amidon est essoré sur une coupe en biscuit de faïence et pesé comme il a déjà été dit. On ajoute au poids trouvé le poids des gruaux calculé ci-dessus.

5° *Cendres insolubles*. — On pèse $2^{\text{g}},5$ d'enveloppes lavées et séchées correspondant à un poids de bas produits calculé d'après le poids total de ces enveloppes, et l'on fait les cendres à la manière ordinaire dans une capsule de platine tarée. On rapporte le calcul à 100 de bas produits.

6° *Matières grasses*. — On prélève 25^{g} de bas produits et on les

place dans une capsule de verre ou de porcelaine qu'on maintient sous une cloche à douille posée sur une plaque de verre dépoli. Audessus est une capsule contenant du sel marin sur lequel, à l'aide d'un tube à brome traversant la douille, on fait couler de l'acide sulfurique à 66°. L'acide chlorhydrique gazeux produit, après deux ou trois heures de contact, désagrège les cellules des enveloppes en formant de l'hydro-cellulose, et, après dessiccation, le tout peut être pulvérisé facilement et traité par la benzine cristallisable, comme nous l'avons indiqué pour la farine.

7° *Matières azotées ligneuses*. — On pèse 2^g,5 d'enveloppes lavées et séchées et l'on dose l'azote par le procédé Kjeldahl, on multiplie par 6,25 et on rapporte le chiffre des matières azotées calculées à 100 de bas produits.

8° *Calcul des celluloses*. — Sous ce nom générique de *celluloses*, MM. Aimé Girard et Fleurent ont désigné les matières hydrocarbonées insolubles des enveloppes et du germe, formées de cellulose proprement dite, accompagnée de produits divers, tels que les gommes qui, par saccharification, donnent des pentoses et des hexoses, et d'autres dont la nature n'est pas exactement connue.

Ces diverses matières, qui, dans certains travaux, sont portées au compte de l'amidon dosé par différence, doivent nécessairement être séparées de celui-ci, de même que les matières azotées insolubles, dites *ligneuses*, doivent être différenciées du gluten et des matières azotées solubles.

C'est surtout lorsqu'on considère la valeur alimentaire — et c'est ici notre cas — des bas produits et issues réservés aux animaux que cette différenciation s'impose. En effet, ces matières hydrocarbonées et azotées ligneuses, au point de vue de leur assimilation, ne sauraient être comparées à leurs congénères amidon et gluten, par exemple. Si nous savons bien qu'elles sont en partie digérées et utilisées par les animaux, nous ne savons pas encore déterminer le pourcentage de cette utilisation, et il y a donc lieu, jusqu'à nouvel ordre, d'en faire un groupe à part qui entrera pour un compte spécial dans la composition des rations.

Dans le poids des enveloppes, tel qu'il sera calculé, figure le poids des celluloses, des matières azotées ligneuses, des matières grasses et minérales. Si de ce poids on retranche la somme des chiffres relatifs aux trois dernières déterminations, la quantité des celluloses sera ainsi très simplement obtenue.

DOSAGE DES MATIÈRES GRASSES ENLEVÉES PAR L'EAU GLACÉE ET DONT LE POIDS DOIT ÊTRE AJOUTÉ A CELUI DES ENVELOPPES. — On pèse 5^g d'enveloppes lavées et séchées et on les traite par l'acide chlorhydrique gazeux comme nous venons de l'indiquer. On dose les matières grasses à la manière ordinaire par la benzine cristallisable. On les rapporte à 100 de bas produits.

En retranchant ce dernier chiffre du poids des matières grasses totales, on obtient le nombre qu'il faut ajouter au poids des enveloppes pour ramener celles-ci à l'état normal.

CALCUL DES PROPORTIONS D'ENVELOPPE, DE GERME ET D'AMANDE CONTENUES DANS LE GRAIN ENTIER. — Aux enveloppes et germes lavés et séchés, tels qu'on les a calculés précédemment, il manque les matières solubles emportées au lavage et l'humidité que ces produits possédaient à l'état normal dans le grain de blé. Si donc, du poids trouvé, on remonte au taux de la matière sèche en tenant compte de l'eau et des matières solubles totales dosées sous forme d'extrait; puis, si de ce taux de matière sèche on remonte à la matière humide au moyen de la quantité d'eau dosée dans les bas produits, le nombre trouvé indiquera la quantité d'enveloppes et de germes, tels qu'ils existent normalement dans le grain de blé, contenus dans 100^g de bas produits.

Si l'on désigne par E le poids des enveloppes et germes lavés et séchés;

Par S le poids de l'extrait dans l'eau glacée;

Par H l'humidité des bas produits;

Il est facile de voir que le nombre cherché sera donné par la formule

$$\frac{100 \left[E + \frac{S \times E}{100 - (H + S)} \right]}{100 - H}.$$

Mais, comme 100^g de grains correspondent à 30^g de bas produits, le nombre trouvé, multiplié par 0,3, donnera la quantité d'enveloppes et de germes contenus dans 100 du blé analysé. En retranchant du chiffre trouvé le pourcentage déterminé précédemment pour le germe, on aura définitivement le poids des enveloppes. Il est, dès lors, facile de déduire, par différence, le poids d'albumen ou amande farineuse.

II. — TABLEAUX D'ANALYSE DES FARINES ET ISSUES.

MM. Aimé Girard et Fleurent ont entrepris, ainsi qu'il a été dit plus haut, d'étudier les principaux blés tendres cultivés en France, dans leurs produits de mouture, c'est-à-dire de rechercher la composition chimique que la farine blutée à 70 pour 100 et les issues présentent pour chacun d'eux. Ils ont fait appel au concours d'agriculteurs, de professeurs départementaux, de chefs de stations agronomiques, pour réunir, dans de bonnes conditions, les blés les plus fréquemment cultivés dans les principales régions de la France. Leurs expériences portent sur des blés récoltés en 1895 et sur les mêmes blés récoltés en 1896 ⁽¹⁾. Nous ne citerons que les chiffres relatifs aux premiers.

Dans la région du Nord, ils ont choisi le *blé blanc de Flandre*, le *blé de Bergues*, le *blé de Saint-Pol*, c'est-à-dire les blés qui sont, de longue date, cultivés dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais; puis à côté d'eux les variétés anglaises, importées depuis une quinzaine d'années, moins sujettes à la verse, le *Standup* et le *Goldendrop*.

Dans la statistique officielle publiée chaque année par le Ministère de l'Agriculture, les départements voisins du département de la Seine font encore partie de la région du Nord : la Seine-et-Marne et la Seine-et-Oise, où l'on cultive la vieille variété française dite de *Bordeaux*; le blé poulard, dit *Nonette de Lausanne*, variété française également; le *Victoria doré*, ou *Victoria roux*, ou *Victoria d'automne*, ou *Kinsengland*, variété anglaise; le *Dattel*, que de Vilmorin a obtenu d'un croisement de blé *Prince Albert* et du *Chiddam* d'hiver à épi rouge, le *Goldendrop*, etc.

Les régions de l'Est et du Nord-Est fournissent le blé de *Louesmes*, très répandu dans la Haute-Marne, dans l'Aube et dans une partie de la Côte-d'Or; le blé de *Sennevoy*; le blé d'*Aignay-le-Duc*; le blé rouge sans barbe ou blé *Moutot*, ou blé *Mouton*, très cultivé dans la Côte-d'Or, en Saône-et-Loire également; le blé rouge d'*Alt-kirch*, qui couvre la moitié des terres à blé de la Haute-Marne, de la Meuse, de la Meurthe-et-Moselle; le *blé rouge barbu*, le blé blanc de *Bresse*, et enfin le blé de *Pel et Der* que l'on voit dans les arrondissements de Bar-sur-Aube et de Vassy.

⁽¹⁾ AIMÉ GIRARD et FLEURENT, *Recherches sur la composition des blés tendres français et étrangers* (Bulletin du Ministère de l'Agriculture, p. 1032; 1900).

TABLEAU I. — *Blés indigènes.*

DÉSIGNATION.	BLÉ									
	de Flandre (Nord).	de Bergues (Pas-de-Calais).	de Saint-Pol (Pas-de-Calais).	Standup (Pas-de-Calais).	Goldendrop (Pas-de-Calais).	de Bordeaux (Seine-et-Marne).	Nonette de Lausanne (Seine-et-Marne).	Victoria Doré (Seine-et-Marne).	Dattel (Seine-et-Oise).	Goldendrop (Seine-et-Oise).
Eau.....	15,58	14,16	15,52	14,40	14,22	13,72	14,48	13,96	14,48	14,17
Matières solubles dans l'eau.	Glucose.....	0,20	0,34	0,35	0,09	0,34	0,81	0,16	0,30	0,37
	Saccharose.....	1,70	1,52	1,39	1,02	0,90	1,32	1,34	1,23	1,48
	Matières azotées, diastases, etc.	1,02	1,27	1,09	1,24	1,03	1,35	1,35	1,08	1,07
	Galactine.....	0,78	0,65	0,59	0,53	0,53	1,03	0,84	0,68	0,72
	Matières minérales.....	0,30	0,22	0,41	0,23	0,22	0,37	0,24	0,39	0,30
Inconnues.....	"	"	"	0,27	"	"	"	"	"	"
	4,00	4,00	3,91	3,92	3,10	3,21	4,88	3,93	3,68	3,94
Matières insolubles dans l'eau.	Gluten.....	8,32	7,02	7,32	6,68	8,74	8,95	6,93	7,84	6,85
	Amidon.....	69,88	72,26	71,18	72,31	73,94	69,61	73,08	71,77	73,39
	Matières grasses.....	1,02	1,02	0,94	1,14	0,84	0,85	0,97	1,07	0,82
	Matières minérales.....	0,40	0,29	0,24	0,20	0,23	0,14	0,21	0,16	0,24
	Cellulose et débris.....	0,22	0,27	0,27	0,47	0,23	0,33	0,34	0,27	0,29
Total.....	79,84	80,86	79,95	80,80	82,14	83,01	79,95	81,61	81,13	81,59
Total général.....	99,52	99,02	99,38	99,12	99,46	99,94	99,31	99,50	99,29	99,70
Inconnues et pertes.....	0,48	0,98	0,62	0,88	0,54	0,06	0,69	0,50	0,71	0,30
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composition du gluten.	Gluténine.....	21,74	23,15	29,41	29,07	26,60	31,25	30,12	22,92	19,38
	Glutine.....	78,26	76,85	70,59	70,93	73,40	68,75	69,88	77,08	80,62
		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Gluténine Glutine.		25	25	25	25	25	25	25	25	25
		90	83	60	61	69	55	58	84	104

COMPOSITION DE LA FARINE A 70 POUR 100 D'EXTRACTION.

TABLEAU I (suite). — *Blés indigènes.*

BLÉ

DÉSIGNATION.

COMPOSITION DES BAS PRODUITS A 30 POUR 100 DE REFUS.

DÉSIGNATION.	de Flandre (Nord).	de Bergues (Pas-de-Calais).	de Saint-Pol (Pas-de-Calais).	Stand'up (Pas-de-Calais).	Goldendrop (Pas-de-Calais).	de Bordeaux (Seine-et-Marne).	Nonette de Lausanne (Seine-et-Marne).	Victoria Doré (Seine-et-Marne).	Dattel (Seine-et-Oise).	Goldendrop (Seine-et-Oise).
Eau.....	14,89	13,96	15,31	13,87	15,15	13,23	14,35	13,40	13,67	14,06
Matières solubles. { azotées.....	2,48	2,36	1,99	1,97	2,94	2,09	2,98	2,96	2,50	2,47
{ hydrocarbonées.....	6,57	6,40	6,35	5,98	7,22	7,40	6,27	5,87	6,28	6,22
{ minérales.....	1,50	1,54	1,46	1,30	1,44	1,36	1,40	1,62	1,92	1,76
Total.....	10,55	10,30	9,80	9,45	11,60	10,85	10,65	10,45	11,20	10,45
Matières insolubles. { Gluten.....	4,36	3,34	4,08	3,71	3,87	3,02	4,29	2,20	2,39	2,37
{ Amidon.....	26,40	28,75	27,79	29,52	27,12	31,12	32,03	31,89	33,29	31,84
{ Matières azotées ligneuses.....	6,52	7,18	7,66	4,93	6,27	6,10	7,21	6,90	5,95	6,47
{ Matières grasses.....	2,68	2,42	2,45	2,56	3,37	3,11	1,94	3,66	3,95	3,06
{ Celluloses, les débris compris.....	31,38	30,48	29,71	34,40	29,36	29,28	26,82	28,45	26,39	28,87
{ Matières minérales.....	1,86	2,40	2,35	1,35	1,99	1,94	1,45	2,01	1,78	1,90
Total.....	73,20	74,57	73,74	76,37	71,92	74,57	73,73	75,11	73,95	74,51
Total général.....	98,64	98,83	98,85	99,69	98,67	98,65	98,73	98,96	98,82	99,02
Inconnues et pertes.....	1,36	1,17	1,15	0,31	1,33	1,35	1,27	1,04	1,18	0,98
100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

COMPOSITION DES BLÉS ENTIERS.

Poids moyen d'un grain.....	0,041	0,044	0,045	0,045	0,045	0,056	0,055	0,044	0,048	0,051
Constitution du grain. { Amande.....	82,94	83,53	82,28	83,12	83,27	84,14	85,07	83,69	84,72	84,03
{ Germe.....	1,35	1,06	1,36	1,24	1,01	1,30	1,32	1,23	1,20	1,07
{ Enveloppe.....	15,71	15,41	16,36	15,64	15,72	14,56	13,61	15,08	14,08	14,90
100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

TABLEAU II. — *Blés indigènes.*

DESIGNATION.	BLÉ									
	de Louesmes (Côte-d'Or).	de Louesmes (Haute-Marne).	de Sennevoy (Côte-d'Or).	d'Aignay-le-Duc (Côte-d'Or).	Mouton (Côte-d'Or).	Mouton (Saône-et-Loire).	d'Altkirch (Haute-Marne).	Rouge barbu (Saône-et-Loire).	Blanc de Bresse (Saône-et-Loire).	de Pel et Der (Aube).
Eau.....	14,50	14,22	14,58	15,22	15,30	14,24	14,92	14,38	14,09	14,04
Matières solubles dans l'eau.	Glucose.....	0,36	0,40	0,29	0,20	0,37	0,16	0,16	0,20	0,41
	Saccharose.....	1,14	1,22	0,63	1,09	1,21	0,82	1,20	1,61	1,15
	Matières azotées, diastases, etc.	1,12	1,02	1,20	1,21	1,03	1,12	1,02	1,13	1,22
	Galactine.....	0,67	0,48	0,78	0,74	0,46	1,36	0,59	0,84	0,43
	Matières minérales.....	0,27	0,40	0,27	0,33	0,34	0,22	0,32	0,40	0,36
Inconnues.....	"	0,03	0,30	0,03	"	"	"	0,13	"	"
Total.....	3,86	3,55	3,47	3,60	3,40	3,68	3,29	4,65	3,80	3,82
Matières insolubles dans l'eau.	Gluten.....	7,60	8,17	7,93	5,75	8,25	7,68	8,04	7,90	10,68
	Amidon.....	72,10	72,16	71,77	73,62	70,82	71,91	70,93	71,69	69,53
	Matières grasses.....	1,01	1,03	0,96	0,94	0,92	1,03	0,84	1,11	1,23
	Matières minérales.....	0,28	0,26	0,31	0,21	0,19	0,36	0,29	0,22	0,17
	Cellulose et débris.....	0,28	0,20	0,18	0,22	0,13	0,29	0,23	0,46	0,13
Total.....	81,27	81,82	81,15	80,74	80,31	81,27	80,35	80,96	81,27	81,38
Total général.....	99,63	99,59	99,20	99,56	99,01	99,19	98,56	99,99	99,67	99,24
Inconnues et pertes.....	0,37	0,41	0,80	0,44	0,99	0,81	1,44	0,01	0,33	0,76
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composition du gluten.	Gluténine.....	19,84	26,88	32,05	32,05	36,76	33,78	26,31	32,46	39,06
	Gladine.....	80,16	73,12	67,95	67,95	63,24	66,22	73,69	67,54	60,94
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composition du gluten.	Gluténine.....	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	Gladine.....	101	68	53	53	43	49	70	71	59

COMPOSITION DE LA FARINE A 70 POUR 100 D'EXTRACTION.

五

COMPOSITION DES BLÉS ENTIERS.

TABLEAU III (suite). — *Blés indigènes.*

DÉSIGNATION.

COMPOSITION DES BAS PRODUITS A 30 POUR 100 DE REFUS.

	Cris de Saint-Laud (Eure-et-Loir).	Battel (Eure-et-Loir).	Rouge de Saint-Laud (Maine-et-Loire).	Rouge prime de St-Laud (Maine-et-Loire).	des Landes (Loire-Inférieure).	Chicot (Orne).	Riz (Loire-Inférieure).	Blanc de la (Charente-Inférieure).	Roux de la (Charente-Inférieure).	Blanc non barbu (Gironde).
Eau.....	14,33	13,31	13,77	14,96	13,80	14,30	13,57	14,26	14,75	11,78
Matières solubles. { azotées.....	2,92	2,73	2,47	2,47	2,32	2,86	2,75	2,03	2,00	2,19
{ hydrocarbonées.....	5,91	7,06	6,95	5,90	6,07	5,72	6,16	7,05	5,58	4,80
{ minérales.....	1,72	1,56	1,58	1,58	1,26	1,58	1,54	1,76	1,52	1,46
Total.....	10,55	11,35	11,00	9,95	9,65	10,10	11,05	10,84	9,10	8,45
Gluten.....	4,67	3,59	4,93	3,28	1,82	3,80	4,71	3,15	3,15	2,96
Amidon.....	29,79	33,35	28,76	28,12	28,54	27,36	27,95	28,71	25,72	29,32
Matières azotées ligneuses.....	4,88	6,41	5,23	6,99	7,44	5,74	7,30	6,13	9,94	7,68
Matières grasses.....	3,16	3,68	2,68	2,63	2,85	3,28	2,42	2,92	2,64	2,97
Celluloses, les débris compris.....	29,06	25,90	30,73	31,78	33,16	31,86	30,32	32,31	33,38	54,05
Matières minérales.....	1,81	1,79	1,63	2,41	2,16	2,08	2,14	1,29	1,76	1,57
Total.....	73,37	74,72	73,96	74,21	75,97	74,12	74,84	74,51	75,59	78,55
Total général.....	98,25	99,38	98,73	99,12	99,42	98,52	99,46	99,61	99,44	98,78
Inconnues et pertes.....	1,75	0,62	1,27	0,88	0,58	1,48	0,54	0,39	0,56	1,22
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

COMPOSITION DES BLÉS ENTIERS.

Poids moyen d'un grain.....	0,050	0,049	0,045	0,056	0,050	0,048	0,051	0,050
Constitution { Amande.....	84,47	85,10	84,02	82,13	82,78	83,47	83,67	82,58
{ Germe.....	1,16	1,44	1,52	0,99	1,24	1,15	1,26	1,11
{ Enveloppe.....	14,37	13,46	14,46	16,88	15,98	15,38	15,07	16,31
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

TABLEAU IV. — *Blés d'importation.*

DÉSIGNATION.	BLÉS DES ÉTATS-UNIS				BLÉS DE RUSSIE		BLÉS DES INDES		BLÉS D'ALGÉRIE		BLÉ de Roumanie (Hort).
	de Californie.	Rouge d'hiver.	Rouge de printemps.		Ghirka d'Odessa.	d'hiver d'Odessa.	Chocce White Bombay.	Chocce Kurachee.	de Sidi-Bel-Abbès.	de Blidah.	
Eau.....	12,90	12,40	13,42	12,66	12,64	14,68	12,62	13,42	13,62	13,42	
Matières solubles dans l'eau.	Glucose.....	0,20	0,37	0,24	0,36	0,23	0,64	0,23	0,36	0,42	
	Saccharose.....	1,56	1,98	2,10	2,12	1,20	1,83	1,75	1,73	1,76	
	Matières azotées, diastases, etc.	1,20	1,33	1,59	1,26	1,30	1,25	1,20	1,03	1,56	
	Galactine.....	0,90	0,89	0,92	0,95	0,75	0,83	0,80	0,69	0,86	
	Matières minérales.....	0,22	0,45	0,31	0,25	0,31	0,27	0,32	0,19	0,27	
	Inconnues.....	0,02	0,42	0,42	0,11	0,32	0,25	0,11	0,11	0,01	
	Total.....	4,10	5,05	4,75	4,77	4,95	4,02	5,10	4,30	4,88	
Matières insolubles dans l'eau.	Gluten.....	9,74	10,56	11,43	12,18	11,32	8,16	8,06	8,39	11,36	
	Amidon.....	71,79	69,11	68,00	68,10	68,08	70,68	71,66	72,40	69,33	
	Matières grasses.....	1,06	1,38	1,24	1,18	1,18	1,32	1,44	1,20	0,98	
	Matières minérales.....	0,23	0,28	0,24	0,38	0,29	0,15	0,42	0,28	0,25	
	Cellulose et débris.....	0,23	0,42	0,37	0,56	0,56	0,54	0,56	0,57	0,51	
	Total.....	83,05	81,75	81,28	82,40	81,43	80,85	82,14	82,84	82,23	
Inconnues et pertes.....	Total général.....	100,05	99,20	99,45	99,83	99,02	99,55	99,86	99,90	99,96	
		"	0,80	0,55	0,17	0,98	0,45	0,14	0,10	0,04	
		"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Composition du gluten.	Gluténine.....	30,12	18,80	44,64	29,07	29,07	26,04	29,07	26,60	31,25	
	Gliadine.....	69,88	81,20	55,36	70,93	70,93	73,96	70,93	73,40	68,75	
		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Composition du gluten.	Gluténine.....	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
	Gliadine.....	58	108	31	61	61	71	61	69	55	

COMPOSITION DE LA FARINE A 70 POUR 100 D'EXTRACTION.

TABLEAU IV (suite). — *Blés d'importation.*

DÉSIGNATION.	BLÉS DES ÉTATS-UNIS				BLÉS DE RUSSIE		BLÉS DES INDES		BLÉS D'ALGÉRIE		BLÉS de Roumanie (Ilfov).
	de Californie.	Rouge d'hiver.	Rouge de printemps.		Gulka d'Odessa.	d'Olivier d'Odessa.	Choice White Bombay.	Choice Kurrachee.	de Sidi-Bel-Abbès.	de Blidah.	
Eau.....	13,03	11,97	13,25		12,18	12,31	13,30	12,46	12,94	13,18	13,46
Matières solubles { azotées.....	2,73	3,14	3,76		3,34	3,34	1,80	2,38	2,82	3,02	2,41
hydrocarbonées.....	7,41	6,50	6,58		7,12	6,76	7,01	6,04	7,68	7,45	7,42
minérales.....	0,96	1,56	1,46		1,84	1,40	0,54	1,18	1,60	1,18	1,82
Total.....	11,10	11,20	11,80		12,30	11,50	9,35	9,60	12,10	11,65	11,65
Matières insolubles. { Gluten.....	4,27	4,08	3,35		6,45	5,99	2,47	3,35	5,63	4,95	5,72
Amidon.....	23,20	29,47	25,59		24,73	25,55	25,08	31,83	27,75	24,47	26,46
Matières azotées ligneuses.....	7,45	6,15	7,10		6,28	6,02	8,61	5,38	3,00	4,35	5,83
Matières grasses.....	3,29	3,98	3,65		3,52	3,36	3,17	3,50	3,50	2,36	3,31
Celluloses, les débris compris.....	32,03	30,49	32,06		32,00	32,18	35,23	31,13	31,65	36,33	31,12
Matières minérales.....	2,13	1,48	1,47		2,49	2,40	1,89	1,41	1,07	2,21	1,49
Total.....	74,37	75,65	73,32		75,47	75,30	75,45	77,27	74,60	74,67	73,93
Total général.....	98,50	98,82	98,37		99,95	99,11	98,10	99,63	99,64	99,50	99,04
Inconnues et pertes.....	1,50	1,18	1,63		0,05	0,89	1,90	0,37	0,36	0,50	0,96
	100,00	100,00	100,00		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

COMPOSITION DES BLÉS ENTIERS.			
Poids moyen d'un grain.....	0,040	0,039	0,029
	0,040	0,029	0,022
Constitution du grain. { Amande.....	82,36	83,56	82,58
Germe.....	1,53	1,74	1,92
Enveloppe.....	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022
	0,040	0,029	0,022
	82,36	83,56	82,58
	1,53	1,74	1,92
	16,11	14,70	15,52
	100,00	100,00	100,00
	0,040	0,039	0,022

Les blés cultivés dans la région du Nord-Ouest et dans la région de l'Ouest sont le blé *gris de Saint-Laud* et le *Dattel*, très recherchés en Eure-et-Loir; le blé *rouge de Saint-Laud* ou de *Saumur*, le blé *rouge prime de Saint-Laud* ou *rouge de Saint-Nazaire*, le blé *Chicot*, très connu dans l'Orne; le blé *des Landes*, le blé *riz*, tous deux blés de pays, cultivés dans la Loire-Inférieure; dans la Charente-Inférieure, MM. Aimé Girard et Fleurent ont distingué un blé *blanc* et un blé *rouge*; dans la Gironde, un blé *blanc* non barbu.

MM. Aimé Girard et Fleurent ont cru devoir faire figurer également dans leur travail l'analyse d'un grand nombre de blés tendres que le commerce d'importation livre à la meunerie française. Des chiffres aussi nombreux que ceux qu'ils ont fournis ne sauraient trouver place dans cette étude et il suffira de reproduire ici l'analyse de quelques variétés qui se rencontrent le plus fréquemment sur le marché français.

Les États-Unis, venant en tête des nations importatrices de blé, doivent, dans les Tableaux qui vont suivre, avoir la première place; MM. Aimé Girard et Fleurent ont analysé un blé *de Californie* et deux blés *rouges d'hiver et de printemps* qui sont très répandus dans la partie Est et Nord-Est des États-Unis.

Puis, dans l'ordre d'importance, vient la Russie qui leur a fourni un blé *Ghirka* ou *Irka*, ou blé de printemps, et du blé d'hiver, tous deux venant d'Odessa.

Parmi les variétés qui nous arrivent des Indes, celles qui sont réputées les meilleures sont désignées sous les noms de *Choice White Bombay* et de *Choice Kurrachee*.

L'Algérie est représentée par une tuzelle ou touzelle, le blé *de Sidi-bel-Abbès* et un blé blanc de la Metidja ou Mitidja, le blé *de Blidah*.

En Roumanie, on cultive principalement des blés à épis blancs, barbus et à grain rouge; le blé dont on trouvera plus haut l'analyse provient du district d'Ilfov, où les cultures sont les plus soignées.

Dans les Tableaux d'analyse qui précèdent, on n'a introduit que les chiffres relatifs à l'analyse de la farine blutée à 70 pour 100 et des issues, représentant 30 pour 100 du blé. Il sera facile de reconstituer les chiffres qui donneraient la composition du blé entier, en multipliant les premiers par 0,7 et les seconds par 0,3 et en faisant la somme des chiffres ainsi obtenus quand ils se rapportent à une même matière dosée.

On peut de ces nombreuses analyses tirer des conséquences intéressantes, tant au point de vue physiologique qu'au point de vue pratique.

MM. Aimé Girard et Fleurent ont déduit de ces chiffres que la somme du gluten et de l'amidon dans la farine blutée à 70 pour 100 représente un nombre constant, surtout si l'on suppose toutes les farines au même taux d'hydratation. Si l'on admet que ce taux s'élève à 14,5 pour 100 pour les blés français et à 12,5 pour 100 pour les blés d'importation, la somme gluten-amidon représente pour les premiers de 79,41 à 79,85, et pour les seconds de 79,66 à 80,00.

Ils ont fait remarquer également qu'au point de vue de la richesse en gluten et en matières azotées totales la supériorité est acquise aux grains les plus petits. La différence sensible qui existe à ce sujet entre les blés français et les blés russes, dont les analyses figurent dans le Mémoire cité plus haut, est à ce sujet très caractéristique. Les premiers, en effet, dont le poids varie entre 40^{mg} et 56^{mg}, ne contiennent que de 7 à 9 pour 100 de gluten, tandis que les seconds n'ont qu'un poids moyen égal à la moitié (21^{mg} à 35^{mg}) pour une richesse en gluten égale à 9 et 10 pour 100.

Si l'on examine les Tableaux d'analyse au point de vue de la richesse en gliadine des blés français et étrangers, on est frappé de ce fait, déjà démontré par M. Fleurent, et qui reçoit ici par conséquent une confirmation nouvelle, que, pour une même année, la composition du gluten des différents blés est très variable et qu'il n'existe pas de loi dans laquelle cette composition puisse être enfermée. On rencontre, en effet, des blés dont le gluten contient un très grand excès de gliadine, à côté de blés présentant le défaut contraire, c'est-à-dire un excès de gluténine.

Il est néanmoins, au point de vue industriel, deux remarques très importantes à noter : la première, c'est que ces variations se rencontrent aussi bien parmi les blés très riches en gluten, comme les blés russes, que parmi les blés beaucoup moins riches en cet élément, comme les blés français ; il s'ensuit, par conséquent, que les uns et les autres ont, quant à la teneur en gliadine et gluténine, une similitude complète ; la seconde c'est que, aussi bien en France qu'à l'étranger, les blés contenant un excès de gluténine sont les plus nombreux.

Il existe cependant, en France, une région où l'on rencontre, plus que partout ailleurs, des blés riches en gliadine ; cette région est celle des environs de Paris. La région du Nord présente aussi parfois

cette particularité. Cette observation résulte des analyses qu'on trouvera précédemment, et divers meuniers qui, depuis quelque temps déjà, se livrent à des mélanges rationnels de blé avant mouture ont fait la même remarque en ce qui concerne les blés des environs de Paris.

Il s'ensuit que, pour le meunier, la plus grande difficulté à surmonter, dans la plupart des cas, sera de se procurer des blés dont la teneur en gliadine sera suffisante pour opérer des mélanges dans lesquels le résultat final aboutira, pour la composition du gluten, au rapport favorable 25 pour 75. Aussi MM. Aimé Girard et Fleurent ne pensent pas que ce soit ainsi que la question doit être envisagée. Pour eux, et tant que nous ne saurons pas produire à volonté des blés riches en gliadine ou en gluténine, l'obtention du rapport 25 pour 75 est le *desideratum* duquel le meunier doit essayer de se rapprocher le plus possible dans tous les cas, et il est facile de montrer que, dans l'état actuel des choses, ce rapprochement n'est pas impossible. Il suffit de mélanger différentes farines dont les taux de gliadine sont d'une part inférieurs, d'autre part supérieurs à la moyenne, pour faire de deux ou de plusieurs mauvaises farines un produit qui donnera toute satisfaction au boulanger et au consommateur.

Les analyses de MM. Aimé Girard et Fleurent ayant été faites sur des blés de la récolte 1895, et sur les mêmes blés récoltés en 1896, mais dont les semences avaient été prises sur le lot de 1895, il est intéressant de rechercher si l'on peut constater quelques rapports entre les quantités de gluten, de gliadine et de gluténine d'une même variété de blé, et d'une année à l'autre. Les auteurs ont pu dégager une loi générale qui est la suivante : Pour la même variété et dans les mêmes conditions de culture, si le grain récolté contient plus de gluten que la semence, ce gluten est lui-même plus riche en gluténine et, par conséquent, moins riche en gliadine que le gluten de cette semence.

Cette loi a été d'ailleurs confirmée par l'analyse de farines provenant de blés récoltés en Russie, dans l'été de 1896, et semés ensuite à Gonesse (Seine-et-Oise). La teneur en gluten a, du fait de cette transplantation, diminué dans des proportions considérables, comme le montre le Tableau ci-après; mais la dose de gliadine est d'autant plus élevée que le gluten s'est, dans le grain, formé en moindre quantité.

		Gluten.	Gliadine p. 100 de gluten.
Blé de Pologne.....	{ 1896.....	12,53	64,80
	{ 1898.....	9,54	77,03
Blé rouge de Bessarabie...	{ 1896.....	11,25	63,77
	{ 1898.....	9,74	74,80
Sandomirka de Pologne...	{ 1896.....	8,20	78,64
	{ 1898.....	9,58	75,54
Oulka du Dniéper.....	{ 1896.....	10,48	57,63
	{ 1898.....	9,82	74,35
Ghirka du Dniéper.....	{ 1896.....	11,11	72,23
	{ 1898.....	9,58	76,76
Blé d'hiver d'Odessa.....	{ 1896.....	13,68	70,24
	{ 1898.....	10,04	71,12
Ghirka d'Odessa.....	{ 1896.....	13,18	73,40
	{ 1898.....	9,83	74,92
Oulka de Kherson.....	{ 1896.....	12,36	64,29
	{ 1898.....	9,86	73,88

On remarquera cependant qu'il est impossible de fixer la loi de cette augmentation de la gluténine avec l'augmentation du gluten; tantôt, lorsque cette dernière est faible, la première est très grande, tantôt c'est le contraire qui se produit. C'est donc dans son acception la plus large que cette loi doit être envisagée jusqu'à nouvel ordre, et qu'on en doit tenir compte dans la culture rationnelle du blé. L'étude du grain de blé ayant été, depuis fort peu de temps, envisagée sous cette face par M. Fleurent, nous ne savons rien encore de l'influence que les méthodes de culture, les engrais, l'époque des semailles, etc. peuvent avoir sur l'augmentation ou la diminution des éléments constitutants du gluten. Mais il est facile de se rendre compte, par l'étude approfondie de ces Tableaux d'analyse, qu'il n'est pas impossible de concilier la richesse en gluten avec une teneur favorable en gliadine et gluténine.

Si l'on veut maintenant établir la valeur industrielle comparative des blés français et étrangers, il faut tenir compte : 1° de l'examen du grain entier; 2° de la composition des produits de sa mouture.

Suivons d'abord les réflexions que peut suggérer l'examen du grain entier des diverses variétés françaises et étrangères.

En France, la transformation de l'outillage de la meunerie, c'est-à-dire le remplacement des meules par les cylindres, a été dirigée par la nécessité d'obtenir des farines de plus en plus blanches,

L.

contenant par conséquent le moins possible de débris provenant de l'enveloppe et du germe. Malgré toutes les tentatives faites à diverses époques pour essayer de remonter ce courant industriel, les besoins de la consommation française en farines pures se sont accrus progressivement au fur et à mesure que se sont développées, dans les régions diverses, les idées de progrès. Aujourd'hui, dans notre pays, le rôle du pain blanc est nettement établi, et c'est à débarrasser la boulange de la plus grande partie possible des impuretés qu'elle contient que concourent tous les appareils installés dans le moulin moderne, à la suite des broyeurs et des convertisseurs.

Or, en dehors de leur composition intime, examinés par conséquent à l'état brut, tous les grains ne se prêtent pas, avec une égale facilité, à la transformation en farine blanche. Le degré d'humidité, la grosseur du grain, la proportion d'albumen que ce grain contient, sa structure interne sont les principaux facteurs qui interviennent pour déterminer, à ce point de vue spécial, la qualité du blé livré à la mouture.

En général, les grains très secs, petits, à cassure cornée, caractéristique d'une grande richesse en gluten, se prêtent mal à la mouture actuelle; sous l'action des broyeurs, en effet, ils se brisent facilement en fragments plus ou moins petits auxquels l'enveloppe reste adhérente; cette enveloppe elle-même, à cause de son état de dessiccation qui lui enlève toute élasticité, se divise ultérieurement et, traversant en plus ou moins grande proportion les diverses bluteries, vient donner à la farine une coloration variable avec la perfection plus ou moins grande du travail.

De tels grains, pour donner en blancheur un rendement favorable, doivent donc être travaillés avec soin, attaqués progressivement avec une sage lenteur par les engins de broyage et de convertissage, après avoir subi préalablement un mouillage qui, en relevant sensiblement le taux d'humidité de l'enveloppe, rend à celle-ci l'élasticité nécessaire à sa séparation de l'albumen.

Cette particularité est, en général, l'apanage de la plupart des blés étrangers, et notamment des blés russes. Dans ces blés, en effet, la petitesse du grain s'associe à un faible taux d'humidité, à une cassure plus ou moins vitrifiée, en même temps quelquefois à une forte proportion d'enveloppe, provoquant ainsi des inconvénients contre lesquels le meunier doit et sait se mettre en garde, et qui, par conséquent, à ce point de vue, n'assurent pas à ces blés, à quelques exceptions près, le premier rang.

Il n'en est pas de même des blés français en général. Leur grain possède en effet une grosseur remarquable; la proportion d'albumen qu'il contient est toujours plus élevée que celle des blés étrangers; cet albumen présente presque toujours une cassure blanche opaque, pulvérulente, caractéristique d'une grande richesse en amidon; enfin, le taux d'humidité, plus élevé (trop élevé même quelquefois) que celui des blés étrangers, assigne à son enveloppe une élasticité telle qu'elle s'aplatit sans se rompre et se sépare, par conséquent, très facilement de l'amande dont, au contraire, le degré de friabilité est suffisant.

Il s'ensuit que, au point de vue spécial du travail de la mouture, c'est-à-dire au point de vue de la facilité que possèdent les différents grains de donner naissance à des farines blanches très épurées, les blés français doivent être classés au premier rang parmi les blés du monde entier.

Il n'en est malheureusement pas de même au point de vue de leur composition chimique, et le Tableau suivant, qui donne pour 1895 et 1896 la quantité moyenne des divers éléments qui peuvent servir à une classification méthodique, montre suivant quel ordre peuvent se ranger les blés des différentes régions de la France et de l'étranger, en laissant de côté l'Australie, pour laquelle MM. Aimé Girard et Fleurent n'ont fait qu'une seule détermination.

Désignation.	Années.	Degré d'humidité.	Proportion d'albumen.	Proportion de gluten.		
				Farine.	Bas produits.	Blé entier.
1. Blés de Russie.....	1893...	12,19	82,88	11,77	5,87	10,00
	1896...	12,71	82,23	11,58	5,02	9,62
2. Blés d'Algérie.....	1893...	13,19	82,76	9,87	5,29	8,49
	1896...	12,53	83,01	9,94	3,80	8,08
3. Blés des États-Unis.....	1893...	11,60	83,07	8,30	3,85	6,96
	1896...	13,26	82,72	10,57	3,90	8,26
4. Blés de Roumanie.....	1896...	12,64	83,57	9,77	3,08	7,76
5. France : région de l'Est...	1893...	14,53	82,29	8,94	3,68	6,62
	1896...	13,89	82,79	8,58	3,99	7,18
6. France : région de l'Ouest.	1893...	14,33	83,13	8,08	3,44	6,70
	1896...	13,93	82,59	8,74	3,88	7,28
7. Blés des Indes.....	1893...	11,88	83,29	8,67	3,05	6,99
	1896...	13,40	83,35	8,07	2,38	6,36
8. France : région du Sud-Ouest.....	1893...	13,89	83,64	8,66	3,08	6,98
	1896...	13,13	83,23	7,96	4,00	6,73
9. France : environs de Paris.	1893...	14,46	84,18	7,60	3,24	6,17
	1896...	14,11	83,08	7,88	2,47	6,26
10. France : région du Nord..	1893...	14,99	83,00	7,20	3,87	6,20
	1896...	12,36	83,41	7,58	3,22	6,27

L'observation la plus générale suggérée par le Tableau précédent est celle qui a trait à la proportion d'albumen contenu dans les diverses variétés de blés français et étrangers. Jusqu'ici, et d'après les recherches d'Aimé Girard, cette proportion était fixée à 84 pour 100 ; on voit que les nombreuses analyses exécutées par MM. Aimé Girard et Fleurent, à l'aide d'un procédé spécial dont ils ont démontré la supériorité sur l'ancien, abaissent cette proportion d'amande et la ramènent au taux moyen de 82,5 pour 100 que nous admettrons désormais.

En ce qui concerne la composition chimique fixant la valeur alimentaire et, par conséquent, boulangère des différents blés, le même Tableau permet de faire la classification générale suivante :

1° Au premier rang des blés du monde, tant par la constance de leur composition que par leur grande richesse en gluten, qui leur assure ainsi une valeur nutritive de premier ordre, viennent se placer les blés de Russie ;

2° Au second rang et avec des qualités sensiblement égales entre elles, mais un peu inférieures déjà à celles des blés précédents, se présentent les blés d'Algérie, des États-Unis et de Roumanie ;

3° En troisième lieu, et toujours en décroissant, on trouve les blés français des régions de l'Est et de l'Ouest, les blés des Indes et les blés français de la région du Sud-Ouest ;

4° Enfin, en quatrième lieu et avec des qualités égales, il convient de ranger les blés français de la région des environs de Paris et de la région du Nord.

En ce qui concerne les blés français, on voit, par cette classification, que le rang qu'ils occupent est loin d'être celui que nous pensons qu'ils devraient et pourraient probablement tenir. Comparés aux blés de Russie, leur teneur en gluten s'abaisse progressivement de 3 à 4 pour 100, donnant ainsi naissance à des farines dont le travail de boulangerie devient parfois difficile et dont la composition ne permet pas toujours d'obtenir les produits réclamés par la clientèle d'un grand nombre de régions de notre pays.

A la vérité, cette infériorité dans la composition de nos blés, signalée depuis quelque temps déjà par l'industrie meunière et reconnue par différents auteurs qui se sont occupés de cette question, n'a pas toujours existé, et il est facile d'en rechercher le point de départ. Pour cela MM. Aimé Girard et Fleurent ont eu recours au Tableau suivant qui, en regard de la production annuelle, donne la teneur moyenne, en gluten humide, des farines livrées sur le

marché de Paris, teneur que M. Lucas, directeur de la Commission des farines douze marques, a bien voulu relever pour la leur communiquer ensuite.

	Production annuelle en quintaux.	Teneur moyenne des farines en gluten humide pour 100.
1869.....	83114995	28,400
1870.....	»	28,810
1871.....	53342842	30,340
1872.....	93018663	29,970
1873.....	63057353	28,010
1874.....	102510225	28,920
1875.....	77488842	29,677
1876.....	73488670	30,140
1877.....	77112151	»
1878.....	73358437	27,528
1879.....	59873815	28,217
1880.....	75504773	29,515
1881.....	75676355	25,057
1882.....	93483716	24,762
1883.....	79261591	25,180
1884.....	88234081	25,448
1885.....	85181797	24,129
1886.....	82357588	24,627
1887.....	87094682	24,384
1888.....	74969693	25,265
1889.....	83230671	26,148
1890.....	89733991	25,072
1891.....	58508807	25,156
1892.....	84567242	25,477
1893.....	75580993	26,840
1894.....	93671456	25,527
1895.....	92091739	23,437

Si l'on examine le Tableau précédent, on voit qu'on peut le diviser en deux grandes parties, l'une allant de l'année 1869 à l'année 1878 inclusivement, l'autre de l'année 1878 à l'année 1895. Dans la première période, la quantité de gluten est très élevée puisqu'elle correspond à 10 pour 100 de gluten sec, et si l'on veut remarquer que, ces farines étant blutées à 60-64 pour 100, la richesse en gluten serait un peu plus élevée pour la farine à 70 pour 100, on se rendra facilement compte que, à cette époque, nos blés n'étaient pas de beaucoup inférieurs aux blés russes dont nous avons donné précédemment la composition.

Dans la deuxième période, la quantité de gluten humide s'abaisse

rapidement à 25 pour 100, la moyenne durant cet espace de temps étant fixée à ce chiffre, c'est-à-dire à 8,33 pour 100 de gluten sec, en diminution, par conséquent, de près de 2 pour 100 sur la première période.

A quelles causes doit-on attribuer cette diminution de la richesse des farines en gluten ?

Certains esprits inclinent à placer cette cause dans l'augmentation de la production, comme si la répartition des matières azotées disponibles dans le sol, faite sur une plus grande quantité de grains, abaissait proportionnellement la richesse de celui-ci.

Mais les Tableaux publiés par MM. Aimé Girard et Fleurent montrent que le déficit du gluten provient de l'introduction en culture des variétés d'origine étrangère, dites à *grand rendement*, des variétés anglaises principalement. N'a-t-on pas vu plus haut que, cultivé dans le Nord, le blé blanc de Flandre fournit une farine à 8,32 de gluten, tandis que le gluten de la farine du Standhup, variété anglaise, n'atteint que 6,48 ? En Seine-et-Marne et Seine-et-Oise, la farine du blé de Bordeaux donne 8,74 pour 100 de gluten, et celle du blé Goldendrop 6,85 seulement.

D'autre part on peut constater que les blés d'importation, plus riches en gluten que les blés français, viennent, pour ainsi dire, apporter l'appoint en gluten que les nôtres ont perdu.

On doit donc conclure que non seulement l'agriculture française doit se préoccuper d'augmenter ses rendements pour pouvoir se passer du concours des blés étrangers, mais elle doit aussi se préoccuper soit de conserver les races de blés glutineux, soit d'augmenter, ce qui semble plus difficile, la teneur en gluten des blés à haut rendement.

Le meunier doit aujourd'hui, avant d'acheter son blé, ne pas négliger les moyens d'investigation que la science met à son service ; il ne doit pas s'en tenir à un examen de vue et de toucher, qui, malgré la grande expérience qu'il peut avoir acquise, ne saurait aujourd'hui tenir lieu d'information certaine.

Au nombre des déterminations indispensables figurent :

- 1° Le dosage de l'humidité ;
- 2° La pesée de 100 grains ; on a vu plus haut que le poids moyen d'un grain est en relation avec la teneur en gluten de sa farine ;
- 3° Le broyage du grain et l'extraction de 70 pour 100 de farine ; le dosage du gluten dans cette farine, et le dosage de la gliadine dans ce gluten ;

4° L'établissement de la teneur du grain en albumen à la suite du dosage de l'enveloppe et du germe. Il a été dit plus haut que ce dosage pouvait être effectué sur les enveloppes rejetées du blutage, convenablement débarrassées de la farine adhérente.

Blés durs.

M. Fleurent a tenu à compléter l'œuvre faite en collaboration avec M. Aimé Girard et à appliquer les procédés d'analyse qu'ils avaient préalablement suivis, aux blés durs que le commerce offre à la meunerie française.

Ces blés proviennent en général de la Russie méridionale, de l'Algérie et de la Tunisie. M. Fleurent a précisément choisi pour ses analyses un blé de Russie (Taganrog) et un blé d'Afrique; il a également étudié un blé du Canada (canadian goose wheat), blé dur mélangé de 25 à 30 pour 100 de blé tendre ou métadin, qui, depuis quelque temps, est vendu sur le marché de Marseille.

Ainsi qu'il a été fait précédemment, nous ne transcrivons que les chiffres relatifs à l'analyse de la farine blutée à 70 pour 100 et des issues représentant 30 pour 100 du blé, la composition du blé entier pouvant toujours être déduite par le calcul des deux Tableaux ci-après :

COMPOSITION DE LA FARINE A 70 POUR 100 D'EXTRACTION.

	Russie Taganrog.	Afrique.	Canadian goose wheat.
Eau	11,56	11,45	11,36
Matières so- lubles.	Glucose	1,29	1,78
	Saccharose	1,78	2,06
	Matières azotées (diastases)	1,92	1,37
	Galactine	0,94	0,66
	Matières minérales	0,23	0,22
	Total	6,16	6,09
Matières in- solubles.	Gluten	17,15	12,76
	Amidon	62,06	66,36
	Matières grasses	1,56	1,51
	Matières minérales	0,83	0,79
	Cellulose et débris	0,65	0,58
	Total	82,25	82,00
	Total général	99,97	99,54
	Inconnu et perte	0,03	0,46

COMPOSITION DES BAS PRODUITS A 30 POUR 100 DE REFUS.

	Russie Taganrog.	Afrique.	Canadian goose wheat.
Eau.....	11,12	11,10	11,39
Matières so- lubles. {	Matières azotées.....	3,04	2,88
	Matières hydrocarbonées...	5,83	7,32
	Matières minérales.....	0,98	0,80
	Total.....	9,85	11,00
Matières in- solubles. {	Gluten.....	9,20	6,90
	Amidon.....	25,70	28,68
	Matières azotées ligneuses...	6,43	6,34
	Matières grasses.....	3,64	2,93
	Celluloses.....	30,95	29,99
	Matières minérales.....	1,76	1,58
	Total.....	77,68	76,42
	Total général.....	98,65	98,52
	Inconnu et perte.....	1,95	1,48

COMPOSITION DES BLÉS ENTIERS.

	Russie Taganrog.	Afrique.	Canadian goose wheat.
Poids moyen d'un grain.....	0,032	0,048	0,037
Constitution du grain. {	Amande.....	84,95	84,99
	Germe.....	2,00	1,50
	Enveloppes.....	13,05	13,51

De ces Tableaux M. Fleurent tire les conclusions suivantes :

1° Les blés durs contiennent une proportion d'albumen d'au moins 2,5 pour 100 supérieure à celle que renferment les blés tendres;

2° Ils sont plus riches en gluten que les blés tendres, et le blé de Taganrog en particulier, avec ses 14,76 pour 100 de gluten, peut être, à juste titre, recherché par le commerce de la meunerie;

3° Ainsi que M. Fleurent l'avait fait remarquer pour les blés tendres, on peut, en associant deux chiffres l'un à l'autre, définir des rapports constants : d'une part, la somme du gluten et de l'amidon est un nombre constant, égal à 65; d'autre part, la somme des sucres et des matières azotées solubles est également constante et égale à 5, supérieure de 1,5 pour 100 à celle observée pour les blés tendres, ramenés à 12,5 pour 100 d'eau. Ceux-ci, en effet, contiennent de 1 à 1,7 pour 100 de sucre en moins que les blés durs.

M. Fleurent a constaté en outre que le gluten de ces blés renferme, à côté de la gliadine et de la gluténine, une autre matière azotée, la conglutine. Le gluten du blé de Taganrog est constitué de la façon suivante :

Gliadine	46,45
Gluténine.....	37,89
Conglutine.....	15,66
	100,00

La composition de ce gluten explique sa ténacité particulière, son manque absolu d'élasticité, ainsi que la mauvaise qualité des pains que l'on fabrique avec la farine des blés durs. Le gluten des blés durs répond au contraire exactement aux qualités que l'on exige de cette matière azotée dans la fabrication des pâtes alimentaires; aussi les farines de blés durs lui sont-elles spécialement destinées.

En terminant ce Chapitre, nous nous faisons un devoir de reconnaître que nous avons emprunté un grand nombre de lignes au Mémoire d'Aimé Girard et M. Fleurent signalé plus haut.

CHAPITRE IV.

CONSERVATION ET MANUTENTION DES GRAINS.

I. CONSERVATION DES GRAINS.

1. Altérations auxquelles les grains sont exposés. — Les insectes.

Les grains de blé, tels qu'ils arrivent au moulin, présentent une humidité quelquefois supérieure à 15 pour 100, et qui suffit pour compromettre leur conservation.

Sous l'influence de fermentations mal définies, sous l'influence de phénomènes intracellulaires, les grains humides s'échauffent, accusent une odeur dite *de renfermé*, *de moisi*.

Les insectes causent également des ravages d'autant plus importants que les grains sont plus humides, et offrent par conséquent une moindre résistance à la pénétration.

Le plus connu de ces insectes est le *Charançon* (*Calandra granaria* ou *Sitophilus granarius*), appelé encore *Calandre*, *Cosson*, *Gourson*, etc. C'est un insecte brun, au corps allongé, mesurant 3^{mm} de long. Le charançon fait son apparition au printemps. La femelle, après avoir été fécondée, va successivement attaquer plusieurs grains, généralement du côté du sillon, c'est-à-dire là où l'écorce est la moins épaisse, et dépose un œuf à l'intérieur de chacun d'eux. L'œuf devient larve; celle-ci élargit les parois de son logement, se transforme en nymphe, puis en insecte parfait. L'insecte, quand vient l'hiver, se retire dans les fentes des planchers, il s'y engourdit et se réveille de nouveau quand les premières chaleurs apparaissent.

L'alucite (*Sitotroga cerealella*) est un papillon de 8^{mm} à 9^{mm} de longueur. On compte chaque année deux vols de papillons, deux pontes, l'une sur le grain quand il est épié, vers le mois de juin, l'autre quand le blé est moissonné, vers le mois d'août. La chenille qui provient de chacune de ces pontes se présente avec une couleur rouge, longue de 1^{mm}, et de la grosseur d'un cheveu. La chenille

entre dans le grain, se dirige sur l'embryon qu'elle détruit, puis elle consomme la masse amylacée du grain, et au bout de quatre à cinq semaines, quand elle est parvenue à l'état d'insecte, elle détermine dans l'écorce une véritable porte de sortie, et s'échappe du grain. L'insecte passe l'hiver dans les greniers et recommence au printemps le cycle de ses transformations.

La *teigne* ou *fausse teigne* (*Tinea granella*), avec laquelle on confond quelquefois l'alucite, est encore un papillon, de 12^{mm} à 15^{mm} de longueur. Les larves de l'insecte choisissent, pour les détruire, plusieurs grains à la fois, et les relient au moyen de filaments qu'elles sécrètent; elles se cachent dans un véritable fourreau de soie et attaquent les grains en les perçant. On compte deux générations, l'une en avril, l'autre en mai. Au moment où les larves se transforment en chrysalides, elles quittent leur cachette et vont s'accrocher, par leur partie postérieure, le long des murs ou sur les poutres. Les chrysalides, tout au moins celles de la deuxième génération, passent ainsi l'hiver et deviennent papillons au printemps.

L'*Ephestia kuehniella*, qui a produit dans ces dernières années des ravages considérables sur les farines, attaque également, mais très rarement, les grains eux-mêmes.

2. Étuvage des blés. — Les premiers silos. — Silos Doyère.

La première idée qui vient à l'esprit pour éviter à la fois les échauffements et les ravages des insectes est de dessécher les grains. Duhamel du Monceau avait réalisé cette idée au XVIII^e siècle (1753); son procédé consistait à sécher, au moyen d'un courant d'air chaud, les grains, disposés en couche de 20^{cm} de hauteur, sur des plans inclinés; quand la température atteignait 50° R. (62°, 5 C.), on éteignait le feu, et l'on maintenait les grains en place pendant seize heures. Duhamel avait lui-même modifié son étuve et logé les grains dans de grandes cheminées verticales, en tôle râpe. Les grains desséchés étaient ensuite enfermés dans des caisses en bois de 5^m × 3^m. Mais l'efficacité du remède avait été à cette époque fort discutée. On avait reconnu, après les expériences de Joyeuse, commissaire de la Marine, de Duverney, du président de Meslay, etc., que le grain, étuvé, reprend à l'air une partie tout au moins de son humidité, et se trouve dès lors exposé à l'attaque des insectes. De plus, la température de 62° environ, à laquelle il convient de porter le blé, si l'on ne veut pas lui faire perdre ses facultés germinatives, est

insuffisante pour tuer les larves d'insectes. L'idée ne fut pas cependant abandonnée; elle fut reprise par Cadet de Vaux, Terrasse des Billous, et d'autres encore. Aujourd'hui la question de la dessiccation des grains ne préoccupe plus guère la meunerie; cependant il sera question plus loin d'appareils destinés à sécher les blés tendres (système Robinson) après lavage, qui peuvent servir également pour sécher les blés récoltés trop humides.

On parvient à prévenir l'altération des grains, d'une façon plus économique, en les enfermant dans une capacité close, dans un *silo*, où l'acide carbonique dégagé par leur respiration se trouve en quantité telle que l'insecte ne puisse plus vivre.

Cette coutume est bien ancienne; elle remonte aux Romains, ainsi qu'en témoignent Pline, Varon, etc.; on la retrouve chez les Hindous, les Chinois, les Maures d'Espagne, les Arabes d'Algérie.

Le silo est une cavité creusée dans le roc, ou dans la terre nue, et garnie de maçonnerie, où le grain est emmagasiné, tassé le plus possible sur lui-même. Le grain s'y conserve assez mal, surtout quand il est humide. L'emploi de ces silos a été préconisé en France par d'Arcet (1841).

Doyère, professeur à l'Institut agronomique de Versailles, a imaginé vers 1856 de construire des silos métalliques, c'est-à-dire d'une étanchéité parfaite; le silo était alors une caisse, faite de tôle rivée et peinte intérieurement, ayant la forme d'un cylindre terminé par un cône; cette caisse était enfermée soit dans un revêtement de maçonnerie, soit dans le sol pour éviter les changements de température. Le blé y était tassé avec le plus grand soin, et le silo hermétiquement bouché. Le grain, par sa respiration, dégage de l'acide carbonique, qui arrête le développement des insectes et des moisissures.

Doyère a constaté que, dans ces silos, la conservation ne peut être assurée que si le grain ne renferme pas plus de 14 à 15 pour 100 d'eau. La construction de silos métalliques a été conseillée depuis par Haussmann (1861), Louvel (1864), Coignet (1868), etc.

Ce savant a proposé également de verser dans le silo, avant sa fermeture, 1^{kg} de sulfure de carbone pour 100^{kg} de grains. Le procédé est d'une efficacité parfaite vis-à-vis des insectes; il présente un certain danger si, au moment du désensilage des grains, on ne laisse pas le sulfure de carbone se diffuser dans l'atmosphère.

On a enfin indiqué d'aménager en silos certains bâtiments dont on recouvrirait les murs d'un enduit hermétique, ciment, coaltar, etc.

3. Les silos modernes. — Greniers Huart. — Silos Corbeil.

Mais l'emploi de ces silos hermétiques, basé sur la protection que le grain se ménage à lui-même en dégagant de l'acide carbonique, est aujourd'hui très rare et le principe sur lequel on s'appuie, dans les constructions modernes, est essentiellement différent, puisque l'on se préoccupe au contraire d'aérer, et de maintenir en mouvement autant que possible, les grains dont on veut assurer la conservation. Il est établi en effet que les insectes et spécialement les charançons ne peuvent supporter cette agitation; ils préfèrent quitter les grains qu'ils ont commencé à attaquer plutôt que d'être dérangés sans cesse dans leur paisible retraite. En outre les grains, agités au contact de l'air, ne peuvent que se sécher et abandonner, par suite de cette dessiccation et du frottement qu'ils exercent les uns sur les autres, les œufs adhérents d'insectes. Aux greniers ainsi établis on donne encore le nom de *silos*; mais ceux-ci ne ressemblent en rien à ceux dont il vient d'être parlé.

Ces silos modernes se distinguent encore des précédents par leurs dimensions colossales. C'est qu'en effet le point de vue auquel on se plaçait autrefois diffère essentiellement de celui devant lequel les nécessités de la vie commerciale nous ont placé aujourd'hui. Les Egyptiens se garantissaient de la famine en remplissant de grains leurs greniers. César nous apprend, dans le *De bello Africano*, que les peuples d'Afrique creusaient des souterrains dans les champs et les villages pour y cacher leurs grains en cas de guerre. La perspective de la famine obligeait aussi nos ancêtres, on pourrait même dire nos pères, à faire de vastes provisions de grains. Mais aujourd'hui l'on ne saurait, du moins en Europe, se préoccuper de la famine; les relations commerciales sont devenues si simples, si rapides et si peu onéreuses qu'aucun pays, aucun département n'a à craindre ces terribles conséquences d'une mauvaise récolte.

Mais les facilités qui régissent les marchés, le souci qu'a le meunier de ne pas être victime d'un achat fait hâtivement, dans des conditions désavantageuses, l'engagent à avoir toujours prête à entrer au moulin une provision qui représente la quantité de blé nécessaire au travail de quinze jours ou d'un mois.

Les grandes Administrations, celle de la Guerre, celle de la Marine, l'Assistance publique, les entreprises de transport, etc., considèrent cet approvisionnement comme une nécessité; les inté-

rêts qu'elles ont en main ne leur permettent pas de vivre sur une réserve trop restreinte.

Les silos sont donc aujourd'hui des greniers d'un volume considérable, en rapport avec l'importance de nos grands établissements de meunerie.

Le premier des appareils, fort modeste dans ses dimensions, qui aient réalisé l'aération et l'agitation du blé pendant son ensilage est connu sous le nom de *grenier Vallery* (1837). C'était un cylindre en bois, de 5^m de long, disposé horizontalement, percé à la surface de petites fenêtres grillagées; on l'emplissait de grains; une cheminée centrale, dirigée suivant l'axe du cylindre, permettait à l'air qui était entré par les fenêtres, et avait traversé la couche de grains, de s'échapper au dehors. Le cylindre comportait des cloisons intérieures qui assuraient une meilleure répartition des grains. Il était monté de telle façon qu'il pût tourner autour de son axe, en sorte que le grain présentait sans cesse des surfaces nouvelles à l'action desséchante du courant d'air. D'après l'inventeur, il suffisait de faire subir, deux fois en 24 heures, une demi-rotation au cylindre; la main-d'œuvre était donc insignifiante. (Le Conservatoire des Arts et Métiers possède un modèle de grenier Vallery.)

Il est inutile de faire remarquer combien cet appareil répondrait peu aujourd'hui aux nécessités d'emmagasiner à la fois de grandes masses de grains; ses dimensions étaient forcément restreintes.

Aujourd'hui l'on emmagasine les grains dans des silos ou *caissons* immobiles, et l'on fait circuler automatiquement les grains d'un caisson à l'autre, les sortant du caisson plein par la partie inférieure, les promenant sur une courroie sans fin horizontale, les remontant au moyen d'élévateurs à godets, pour les déverser enfin dans un caisson vide. L'aération et l'agitation se trouvent, dans ces conditions, réalisées sans grande dépense.

Il faut donc considérer, dans tout bâtiment de silos, les silos proprement dits ou caissons, les élévateurs qui amènent les grains à l'étage supérieur, la courroie horizontale qui les répartit dans le silo désigné, les courroies horizontales qui à la partie inférieure reçoivent les grains que l'on évacue vers le moulin ou que l'on dirige de nouveau vers les élévateurs.

Les premiers caissons qui ont été construits ont été faits en tôle rivée, et ils sont connus sous le nom de *greniers Huart*. Aujourd'hui, la Manutention militaire de Paris a conservé les greniers Huart qu'elle avait installés dès leur invention, et elle leur a fait

subir des perfectionnements importants. Les greniers Huart ont fait leur apparition vers 1857; ce n'est que plus tard, vers 1862, que Devaux, de Trieste, installa à l'intérieur des caissons une ventilation destinée à aérer le grain.

Chaque caisson est à section carrée et mesure $3^m,40 \times 3^m,40$. Sa hauteur est de $12^m,40$, et sa capacité, par conséquent, de 143^m^3 . L'hectolitre moyen de blé pesant 77^{kg} , on peut loger dans chacun d'eux de 1000^q à 1100^q . La partie basse des caissons se termine par une double trémie dont l'arête commune divise en deux parties égales la section du caisson. A la partie inférieure de cette double trémie sont deux vannes glissantes qui permettent de régler l'écoulement des grains : la vidange de chaque caisson exige 18 à 20 heures. Les caissons sont accolés les uns aux autres en série; chaque groupe se compose de quatre lignes de trois caissons chacune. Leurs cloisons voisines sont naturellement mitoyennes. Les montants qui soutiennent les parois métalliques sont en fer cornière, reliés par des entretoises nombreuses en fer rond.

On reproche aux silos métalliques de s'échauffer et de ne pas maintenir les grains dans un état de fraîcheur suffisant; aussi préfère-t-on partout aujourd'hui construire les caissons en maçonnerie. L'extérieur du bâtiment qui renferme les silos doit présenter une grande résistance, puisqu'il reçoit toute la poussée des grains qui y sont renfermés. Le bâtiment est en briques ou en meulières cimentées avec entre-croisements en fer. Les cloisons qui, à l'intérieur, forment les parois des caissons se construisent dans les quatre cinquièmes de leur hauteur au moins en briques de 22^{cm} et, dans le dernier cinquième, en pan de fer hourdé en briques de 11^{cm} . Elles sont reliées les unes aux autres au moyen d'entretoises; les cloisons sont enduites de ciment Portland. C'est de cette façon tout au moins qu'ont été construits les remarquables silos des Grands moulins de Corbeil. Les cloisons peuvent être faites également en ciment armé.

A Corbeil, chaque caisson loge 2500^q de blé; le bâtiment comporte quarante caissons, sur deux rangs de vingt, c'est-à-dire peut renfermer 100000^q de blé.

Les caissons se terminent à la partie inférieure par une pyramide renversée, à section carrée, et dont les arrêtes sont inclinées à 45° ; cette pente a été reconnue la meilleure pour l'écoulement des grains.

A la partie supérieure, les caissons sont fermés par un plancher

en maçonnerie et celui-ci ne comporte au-dessus de chaque caisson qu'une ouverture circulaire de 25^{cm} de diamètre, qui permet d'introduire les grains, et qu'il est facile de fermer ensuite par un tampon de tôle. Ces caissons ne peuvent être éclairés, lorsqu'on veut se rendre compte de ce qu'ils contiennent, qu'au moyen d'une lampe électrique que l'on descend par cette ouverture.

Telles sont les dispositions qu'affectent les caissons à grains. Mais cette description des silos modernes doit être complétée par l'étude des appareils d'élevage et de circulation qui permettent d'emmagasiner le blé dans ces caissons.

Il ne faudrait pas cependant admettre que, seuls, les blés soumis à l'ensilage puissent se conserver. Plusieurs meuniers préfèrent aujourd'hui n'acheter que du blé sec et conserver celui-ci, en sacs, dans des greniers.

II. MANUTENTION DES GRAINS.

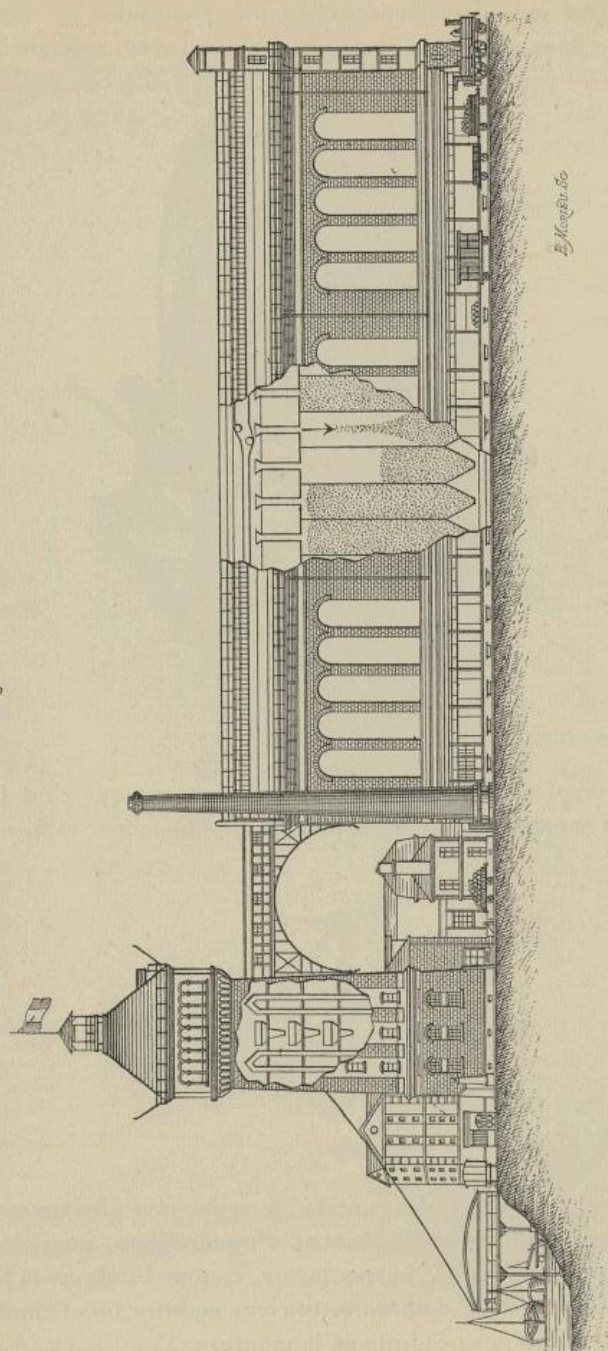
1. Déchargement et manutention des grains. — Monte-sacs. — Élévateurs à godets. — Élévateurs pneumatiques. — Circulation des grains dans le bâtiment des silos.

Le blé arrive au moulin soit par wagons, soit par bateaux; on supposera tout d'abord que le blé arrive ensaché.

Contre le débarcadère de la voie ferrée, ou au-dessous de l'appontement du bateau, est disposée une courroie horizontale sans fin, capable de transporter le blé vers le moulin. Au-dessus de cette courroie sont placées plusieurs trémies, généralement garnies d'une grosse grille. Les sacs sont défilés et l'on en verse le contenu dans la trémie la plus proche. Quand le blé arrive par bateaux, il faut naturellement remonter tout d'abord les sacs au niveau de l'appontement; on fait usage pour cela d'un monte-sacs qui est généralement mû à distance, par la machine motrice du bâtiment des silos. Dans la figure 1, qui représente les silos des grands moulins de Corbeil, on aperçoit précisément ce dispositif.

Le monte-sacs, imaginé par Eastwood, est un treuil horizontal (*fig. 2*) monté sur deux bâtis verticaux en fonte. Le rouleau du treuil, sur lequel la corde doit s'enrouler, est commandé par une grande poulie. La courroie qui passe sur cette poulie est assez lâche pour ne pas en déterminer la rotation; mais il est facile, au moment où l'on veut élever un sac, de rapprocher de cette courroie, au moyen d'un levier, un galet qui la maintient tendue. Immédiatement le

Fig. 1.



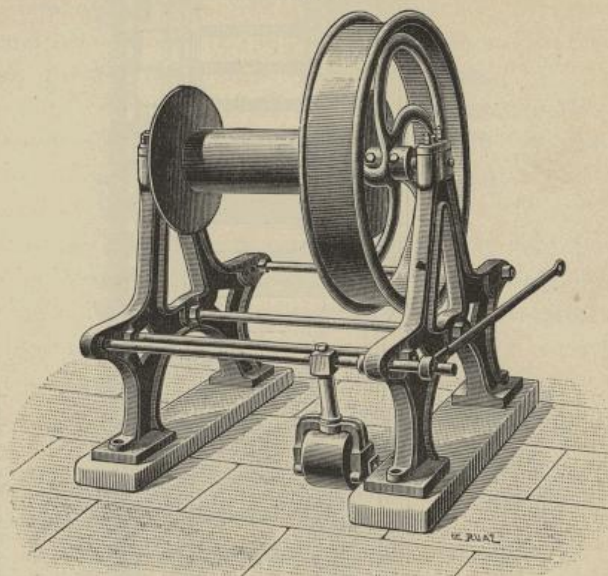
Silos des Grands moulins de Corbeil.

L.

8

treuil reçoit son mouvement, et la corde s'enroule. La tête du sac est serrée dans les deux mâchoires d'une pince spéciale (*fig. 3*).

Fig. 2.



Monte-sacs.

En examinant cette figure, on constate aisément que c'est le poids même du sac qui force les mâchoires de la pince à se rapprocher.

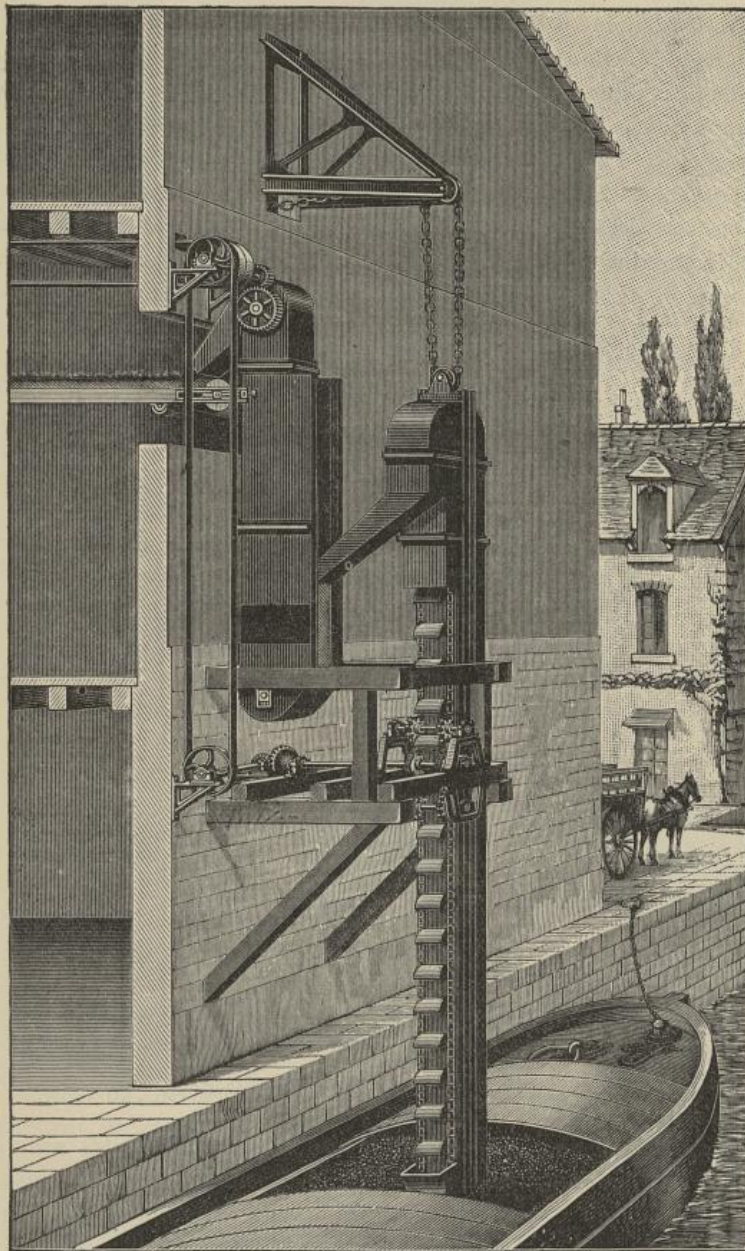
Fig. 3.



Pince à sacs.

On supposera maintenant que le blé arrive non plus en sacs, mais en vrac dans l'intérieur d'un bateau. On peut alors, pour décharger le blé, introduire dans le bateau même, comme l'indique la figure 4, un élévateur à godets, dont on retrouvera maintes fois l'emploi dans les manutentions des produits de la mouture.

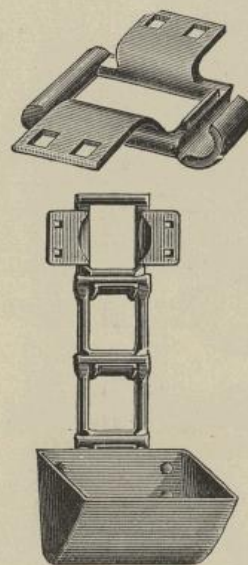
Fig. 4



Élévateur pour le déchargement des bateaux, construit par Piat.

Ces élévateurs à godets (*fig. 4 et 5*) représentent une chaîne sans fin, dont les chaînons sont en fonte malléable ou en acier, disposée verticalement et portant, régulièrement espacés, des godets, faits également de fonte malléable ou d'acier. La chaîne sans fin roule sur deux poulies armées de dents, qui saisissent successivement les chaînons. Les godets sont assujettis sur les maillons au moyen d'oreilles avec boulons d'attache ; les maillons et les godets sont facilement démontables ; on peut ainsi augmenter ou diminuer le nombre de ces derniers et modifier ainsi le débit de l'élévateur. Dans un certain nombre de cas, la chaîne sans fin est remplacée par une courroie de cuir garnie de godets. La vitesse d'ascension peut varier

Fig. 5.



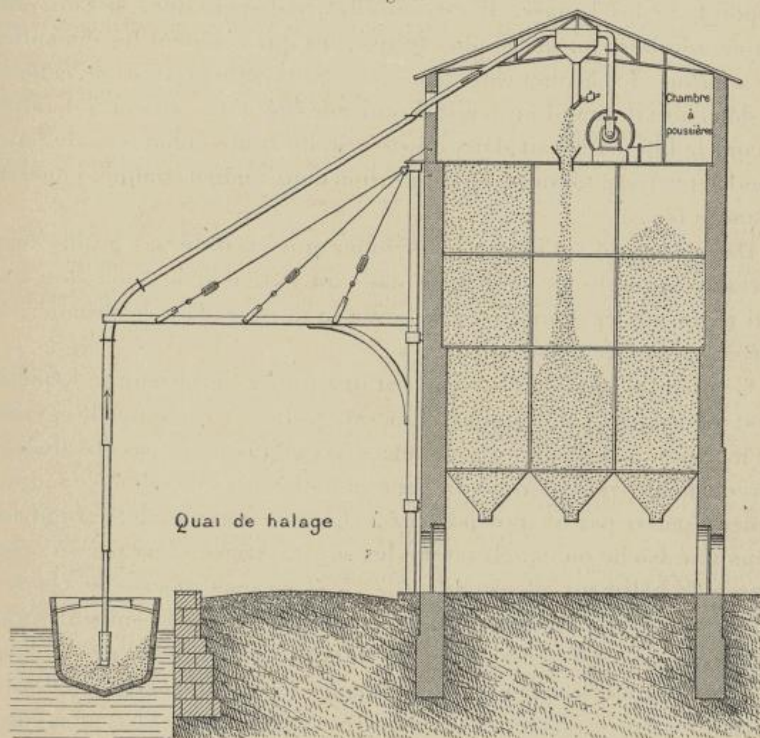
Chaîne à godets.

de 2^m à 5^m par seconde. Quand les godets arrivent au point culminant de la chaîne ou de la courroie sans fin, ils déversent automatiquement les grains dont ils sont chargés sur un plan incliné qui est la *jetée* de l'élévateur.

Lorsque l'on emploie l'élévateur au déchargement des grains, celui-ci est, pour ainsi dire, suspendu au-dessus du bateau au moyen d'une potence ou d'une grue mobile, portant une chaîne que l'on peut allonger à volonté. Souvent aussi l'élévateur et ses accessoires sont montés sur un chariot, et celui-ci peut se déplacer le long d'une voie ferrée, parallèle au quai de débarquement.

Le déchargement des grains (*fig. 6*) peut se faire encore par aspiration (système Farcot). Un ventilateur, placé au silo même, produit une aspiration dans une caisse en tôle; cette caisse est étanche; elle se termine par une trémie dont le fond s'ouvre automatiquement sous la poussée des grains qui s'y accumulent; elle porte en outre, à la partie supérieure, une tuyauterie à joints mobiles que l'on place

Fig. 6.



Déchargement des grains par aspiration (système Farcot).

soit dans la bêche où l'on décharge les sacs de grains, soit dans le bateau même où les grains sont en vrac. Ceux-ci sont soulevés par la ventilation, arrivent dans la caisse, ralentissent leur marche, se déposent, et gagnent ensuite les silos. Ils sont, du fait de cette opération, partiellement débarrassés des poussières. La hauteur à laquelle les grains s'élèvent ainsi peut atteindre 15^m. Les appareils livrés par la maison Farcot sont capables de décharger de 5 à 25 tonnes de blé à l'heure, et le ventilateur, dont le diamètre varie pour ce travail de 1^m à 2^m, dépense de 5 à 25 chevaux (1 cheval par tonne-heure).

Les grains ne doivent pas, au sortir du wagon ou du bateau qui les ont amenés, entrer dans les caissons; ils sont couverts et mélangés de poussière, ils sont accompagnés de matières étrangères sur lesquelles l'attention sera appelée plus loin : débris de paille, mottes de terre, pierres, etc. Le meunier a soin de ne pas introduire dans les caissons les grains en cet état; il les nettoie sommairement, sans pousser naturellement le travail aussi loin qu'il le fait quand il est sur le point de les broyer. Il est, en effet, indispensable, si l'on veut éviter une des causes les plus fréquentes qui amènent les incendies de moulins, de secouer cette poussière. Sans cette précaution, celle-ci se détacherait quand on ferait circuler le blé d'un caisson à l'autre, quand le blé tomberait dans un caisson de toute la hauteur du bâtiment, et cette poussière, en suspension dans un lieu confiné, pourrait prendre feu.

Dans cet ordre d'idées, le meunier qui ensilote ses grains loge certains appareils de nettoyage dans un bâtiment distinct de celui qui renferme les grains; si l'incendie se déclare dans le premier, le second peut être préservé (*fig. 1*).

Ce premier bâtiment est souvent une tour à l'intérieur de laquelle sont établis deux élévateurs: l'un est destiné à remonter les grains de leur point d'arrivée au sommet; si les grains n'ont pas été amenés directement par l'extérieur en haut du bâtiment, s'ils ont été conduits à pied d'œuvre par un transporteur à courroie horizontale, ils tombent dans une bêche où cet élévateur les saisit. Arrivés à la partie supérieure du bâtiment, ils retombent et font en sens inverse le chemin qu'ils viennent de parcourir. Mais ce chemin ils le suivent utilement; car aux différents étages de la tour ils rencontrent des trieurs, des émotteurs et des tarares, instruments qui seront décrits, en détail, dans le Chapitre suivant. Ils rencontrent également des bascules automatiques qui enregistrent au passage le poids des grains emmagasinés. Arrivés au bas de leur course, ils tombent dans une seconde bêche, où le second élévateur les puise, pour les remonter en haut de la tour.

Dans l'installation de Corbeil (*fig. 1*), la tour a 52^m; elle comporte sept étages. Au centre de la tour est ménagée une chambre qui reçoit, par des conduits multiples, la ventilation des trieurs, des tarares, des bascules, des jetées d'élévateurs; dans cette chambre les poussières les plus lourdes se déposent, tombent dans des goulottes qui traversent le plancher de la chambre à poussière et sont ensuite enséchées. Quant aux poussières qui sont trop légères pour se déposer

dans ces conditions, elles sont emportées au dehors par une large cheminée d'appel qui termine le bâtiment. A la partie supérieure de la tour on a installé un réservoir d'eau de 1600^m³, destiné à prémunir les silos contre l'incendie. La tour est reliée au bâtiment des silos par une passerelle que traverse le transporteur dont il va être parlé.

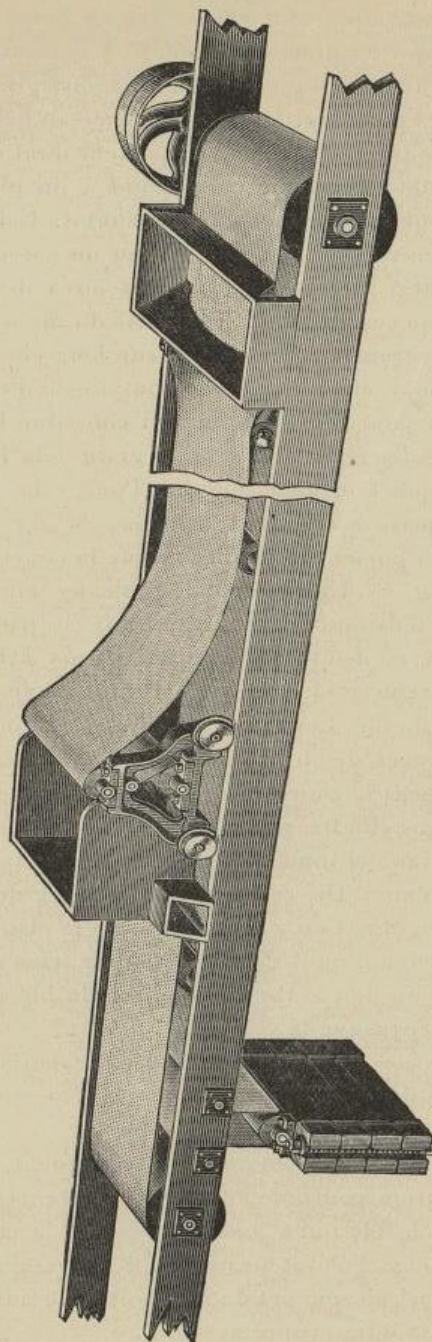
La jetée du second élévateur correspond à un plan incliné qui amène les grains sur un transporteur horizontal. Celui-ci est formé par un bandeau en caoutchouc ou en tissu de coton apprêté d'environ 0^m,60 de large; il est installé de façon à desservir tous les caissons, et comme ces caissons, à Corbeil du moins, sont disposés sur deux rangs, le transporteur repose sur leur cloison séparative. Les grains vont donc cheminer, avec une vitesse d'environ 2^m,50 à la seconde, sur la courroie sans fin qui constitue le transporteur.

Mais il convient d'arrêter en route les grains, de façon à les diriger dans le silo que l'on veut remplir. Pour cela, la courroie est entièrement comprise entre deux traverses de fer horizontales et parallèles; celles-ci portent les rouleaux que la courroie contourne à ses extrémités (*fig. 7*). Un système de rouleaux tendeurs et de contrepoids assure la tension de la courroie. Sur ces traverses est établi un chariot de déversement, qui comprend deux cylindres; ceux-ci ont pour but de relever la courroie à l'endroit même où l'on veut arrêter la marche du blé. Les grains, en effet, que nous supposons, sur la figure, avancer de droite à gauche, sollicités par la vitesse acquise, abandonnent la courroie au moment où celle-ci, après avoir été relevée par le cylindre supérieur, s'infléchit brusquement; ils sont projetés en avant et tombent sur un plan incliné qui les réunit au fond d'une trémie. De cette trémie partent deux conduits, à droite et à gauche, et si l'on a soin de placer le chariot de déversement en face du caisson qu'il s'agit de remplir, rien n'est plus facile que d'y faire, par un de ces conduits, glisser le blé que le transporteur a fait cheminer jusque-là.

Quand les silos ne sont pas composés de caissons parallèles, on établit au-dessous du transporteur principal et perpendiculairement d'autres transporteurs à courroies.

A la partie inférieure des caissons sont également, animés de mouvement de translation continue, d'autres transporteurs à courroies. Ceux-ci reçoivent le blé qui s'écoule des silos et le conduisent soit à une bêche où plonge l'élévateur, si le blé a besoin d'être simplement aéré et ramené au sommet du silo, soit à un autre transporteur qui le conduit au moulin proprement dit.

Fig. 7.



Transporteur horizontal à toile sans fin avec chariot de jetée.
(Construction Piat.)

2. Magasins coopératifs.

Depuis quelques années on se préoccupe en France des services que pourraient rendre, à la culture, des maisons ou greniers à blé régionaux, dans lesquels les producteurs auraient la facilité d'entreposer leurs récoltes battues, jusqu'au moment où ils trouveraient avantage à les vendre; ils pourraient, en outre, emprunter sur les blés déposés dans le magasin commun, et ne seraient plus les victimes des bas cours qui s'établissent quand, au lendemain de la moisson, les cultivateurs, pressés d'argent, mettent de grandes quantités de blé sur le marché.

Cette organisation est connue aux États-Unis, au Canada; les cultivateurs ou même des entrepreneurs spéciaux de battage portent le blé aux *élévateurs*, qui sont construits toujours contre une gare, et reçoivent un certificat attestant le dépôt qu'ils ont fait, certificat qui leur permet de vendre ou d'emprunter. Le Gouvernement allemand a favorisé récemment la création de *Kornhauser*, en Hesse, en Poméranie, etc., qui fonctionnent avec régularité, et l'on constate, d'après M. Souchon (¹), que les prix, dans les régions qui alimentent ces magasins, se sont régularisés et même se sont légèrement élevés au-dessus de ceux des régions qui ne peuvent en faire usage.

Un premier essai a été tenté en France, à Nancy, grâce à l'initiative de M. Papelier, député; un syndicat s'est formé pour la vente du blé et utilise, pour l'entreposer jusqu'à l'échéance, les magasins généraux de cette ville.

Ce serait sortir du cadre de ce traité que de discuter l'influence de cette nouvelle organisation commerciale sur la culture, de signaler les difficultés que soulève cette vente en commun de produits qui ne sont pas toujours identiques, suivant que les blés ont été semés à l'automne ou au printemps, suivant qu'ils sont de telle ou telle race, qu'ils sont plus ou moins humides, plus ou moins riches en gluten.

Quelle que soit, en effet, l'importance que pourront prendre un jour ces maisons à blé, elles ne sauraient être construites autrement que les silos dont il a été parlé plus haut.

(¹) SOUCHON, *Bull. Soc. nat. d'Agr.*, 1900, p. 771.

CHAPITRE V.

NETTOYAGE DU BLÉ. — MOUILLAGE.

Le cultivateur prend soin quelquefois de nettoyer les grains qu'il vend au meunier : mais les appareils dont il dispose ne lui permettent pas de les présenter à celui-ci dans un état de propreté irréprochable. Les grains de blé sont recouverts d'une poussière adhérente qu'ils ont ramassée dans la grange, au moment du battage, ou dans le grenier ; ils portent à la pointe des poils radicellaires ; ils sont mélangés, accidentellement et du fait du hasard de la végétation, de graines adventives, et même de petites pierres qui peuvent avoir un diamètre analogue à celui des grains de froment. Quand le cultivateur est moins soigneux, ou quand il ne possède pas l'outillage nécessaire, il livre une marchandise dans laquelle on rencontre en outre de grosses graines, des mottes de terre, des cailloux, des clous, des morceaux de ficelle et même des excréments de mouton.

Cette préoccupation de nettoyer les grains n'est pas nouvelle : il est question dans l'Évangile de séparer l'ivraie du bon grain, et les Romains connaissaient le crible. Mais l'origine des appareils dont nous faisons usage aujourd'hui ne remonte pas au delà du ^{xix}^e siècle. Dans le premier tiers de ce siècle apparurent les émotteurs, époudreurs à ventilateur, le crible battant avec maillets déboucheurs, la colonne verticale râpeuse, le cylindre horizontal à nielle, etc., appareils dont les noms seuls nous rappellent les dispositifs de ceux adoptés par le meunier moderne.

Ce n'est pas au moyen d'un seul appareil, bien entendu, que l'on parvient à séparer ces impuretés de nature si différente : il faut faire passer les grains dans une série d'appareils ingénieusement construits, dont chacun assure l'élimination d'une impureté déterminée.

Un *émoteur-cribleur* ou *séparateur zigzag* classe les produits suivant leur grosseur, fait le départ des impuretés et des graines plus grosses que le blé, des impuretés et des graines plus petites que le blé, et enfin du blé lui-même, mélangé aux impuretés et aux graines aussi grosses que lui.

Les deux premières catégories de produits étant éliminées, le travail doit se concentrer sur la troisième. Un *tarare par aspiration* enlève, si cela n'a pas été déjà fait dans le crible même, les poussières qui souillent le blé, les balles, les fétus de paille, les corps légers.

Mais les grains de blé sont encore mélangés de graines rondes, comme les graines de nielle, de gaillet, de liseron ; mélangés de graines longues, comme les graines d'avoine, graines de seigle, ergots ; mélangés de petites pierres, toutes impuretés ayant le même diamètre que le blé et ayant pu traverser les mêmes trous de la tôle perforée qui constitue le crible. Deux séries de *trieurs à alvéoles* enlèvent les graines rondes et les graines longues ; un *épierreur* sépare les petits cailloux.

Le triage des impuretés étant ainsi terminé, il ne reste plus qu'à débarrasser le grain de la poussière adhérente, et de ses barbes radicellaires, au moyen d'une *colonne épointeuse* et d'une *brosse à blé*.

D'autres appareils viennent quelquefois achever le nettoyage ; un *aimant* arrête au passage les clous, fils de fer, qui viendraient infailliblement percer les bluteries ; un *élimineur d'ail* purifie le blé des graines d'ail que l'on y rencontre quelquefois.

En général le procédé que nous venons de décrire s'applique au nettoyage des blés tendres et demi-tendres, c'est-à-dire des blés que l'on moud dans le nord et le centre de l'Europe. On préfère nettoyer en présence de l'eau les blés durs et demi-durs que l'on recherche au contraire dans les régions méridionales. Le nettoyage à l'eau est reconnu plus énergique et plus parfait que le nettoyage à sec : il débarrasse le grain non seulement des poils radicellaires, de la poussière adhérente, mais encore des spores et des mycéliums de certains champignons, connus sous le nom vulgaire de *rouille*, de *charbon*, de *carie*, etc., et on l'appliquerait indistinctement à tous les blés tendres, si ceux-ci ne se présentaient pas avec une hydratation déjà suffisante ; s'ils venaient à absorber une plus grande quantité d'eau, ils ne se réduiraient pas en farine pulvérulente ou donneraient une farine d'une conservation difficile. Les blés durs, au contraire, doivent être mouillés avant d'être soumis à l'action du moulin, et l'on doit leur appliquer, en tout avantage, le procédé de nettoyage à l'eau. L'outillage dans ce cas comporte un *cuvier-laveur*, un *épierreur* et des *colonnes* dites *remonteuses* et *sécheuses*.

On verra plus loin dans quelles conditions on peut néanmoins laver les blés tendres.

Nous aurons donc à distinguer les deux manières de faire, et c'est à l'étude des appareils qu'exige le nettoyage à sec que nous nous consacrerons tout d'abord.

I. — NETTOYAGE A SEC.

Les divers instruments que nous avons énumérés plus haut ne sont naturellement pas tous installés au même étage du moulin; en général même, ils ne sont pas placés sur des étages dont la succession serait précisément celle des différentes opérations auxquelles ils ont à répondre; le grain, arrivé au sommet du moulin, ne fait pas qu'en descendre, en passant à travers les différents appareils de nettoyage; il monte, redescend, remonte incessamment, pour gagner tel ou tel d'entre eux. Ces transports sont exécutés automatiquement au moyen des chaînes à godets dont nous avons parlé au Chapitre précédent.

1. Émotteur-cribleur.

Le blé a été transporté au sommet du moulin, les sacs ont été vidés au-dessus d'une grille qui retient les déchets les plus gros, et le grain tombe dans le premier appareil de la série, c'est-à-dire dans l'*émotteur-cribleur* dont nous avons plus haut défini la fonction (*fig. 8*).

Cet appareil est composé de trois cylindres concentriques en tôle, inclinés à 2^{cm}, 5 par mètre, solidaires les uns des autres et pouvant tourner ensemble autour de leur axe commun avec une vitesse de 16 tours à la minute. En général, ce mouvement est donné par un pignon qui engrène sur une roue dentée calée sur l'axe. Quelquefois aussi, autour du cylindre, et à son extrémité la plus élevée, est disposée une couronne dentée; celle-ci engrène sur deux pignons dentés qui sont fixés à l'extrémité de deux tiges parallèles aux cylindres; toutes deux portent des galets sur lesquels roule le cylindre extérieur, et l'une d'elles reçoit le mouvement de la transmission générale. Cette disposition permet d'éviter l'emploi d'un arbre central pour donner le mouvement aux cylindres : quand il existe, en effet, on voit cet arbre ramasser les cordes et ficelles, dont l'accumulation peut à un moment gêner le fonctionnement de l'appareil.

Le blé arrive d'une façon continue dans le cylindre intérieur; celui-ci est percé de trous de dimensions telles que les mottes de terre (de là son nom d'*émotteur*), les gros cailloux, les ficelles, les grains de maïs, les excréments de mouton, etc., soient retenus à la surface de la tôle, et qu'au contraire les grains de blé et tout ce qui

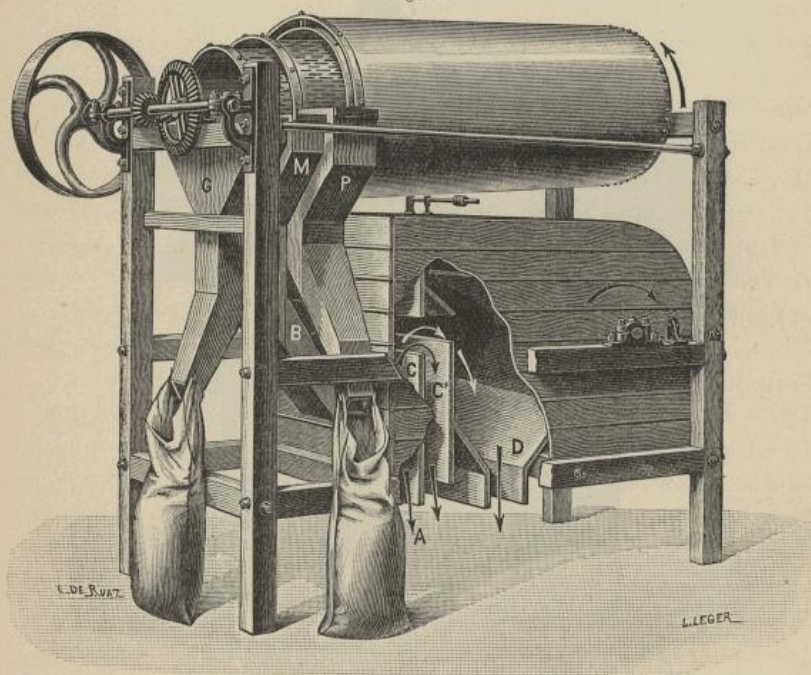
est aussi gros, et *a fortiori* tout ce qui est plus petit que ceux-ci, traversent les trous et gagnent la surface du cylindre du milieu; ce cylindre est percé de trous plus petits qui ne laissent pas passer les blés, les petites pierres, les graines rondes et les graines longues, et laissent passer au contraire les petits blés, les graines de chiendent, de renoncule, d'ivraie, etc.; ces déchets tombent à l'intérieur du cylindre enveloppant, qui est en tôle pleine.

Le cylindre intérieur dépasse le niveau du cylindre du milieu; celui-ci dépasse le niveau du cylindre extérieur. En avant des cylindres se trouvent trois trémies, G, M, P, qui, grâce à ce dispositif, reçoivent aisément les trois lots de produits que nous avons énumérés.

2. Tarare par aspiration.

Les graines qui s'écoulent du cylindre intermédiaire se rendent directement, par une conduite B, dans le couloir d'aspiration d'un

Fig. 8.



Émoteur-cribleur avec tarare.

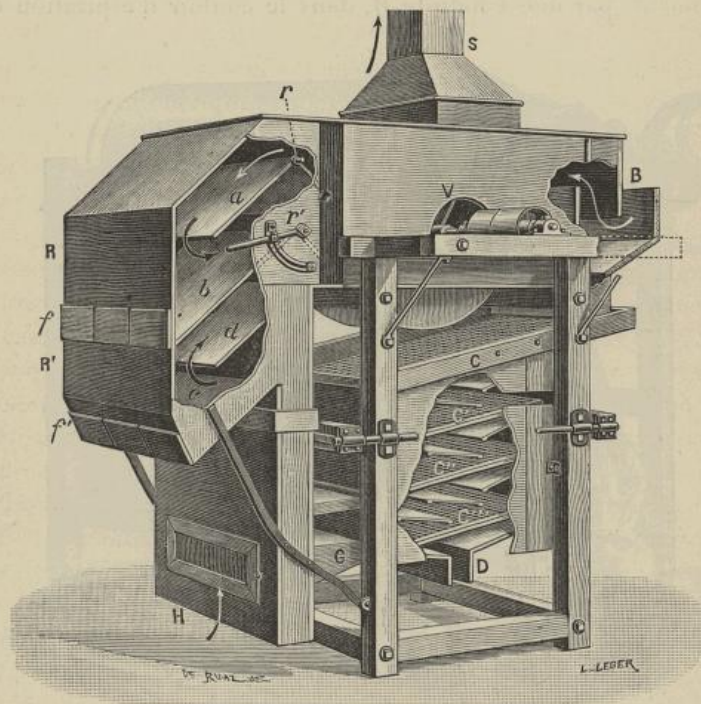
tarare généralement placé au-dessous de l'émoteur, pour en ressortir immédiatement en A après avoir été soumis à la ventilation (*fig. 8*).

Le tarare en effet comporte comme pièce essentielle un ventilateur dont les palettes tournent avec une vitesse de 400 tours. Ce ventilateur aspire l'air dans le couloir où tombe le blé et, forçant cet air à passer au-dessus des cloisons C et C', l'engouffre et le rejette à l'extérieur. En traversant cet espace compris entre C et C', et celui compris entre C' et le ventilateur, l'air ralentit sa marche; les débris qu'il charriait perdent une partie de leur force vive et se déposent, les plus lourds entre C et C', les moins lourds dans la trémie D.

3. Séparateur zigzag, avec aspiration.

Le travail de l'émoteur et du tarare peut être exécuté par un seul appareil, le séparateur zigzag (*fig. 9*).

Fig. 9.



Séparateur zigzag avec aspirateur.

Celui-ci opère par conséquent comme crible et comme aspirateur. L'appareil de criblage est composé de quatre tôles perforées, rec-

tangulaires, de 60^{cm} à 80^{cm} de longueur, placées les unes au-dessus des autres, dans une même inclinaison, et cette inclinaison est de 10^{cm} par mètre. Elles sont, au moyen d'un excentrique, animées d'un mouvement de va-et-vient, dans le sens transversal, c'est-à-dire dans le sens opposé à l'inclinaison. Ce mouvement représente 150 à 200 oscillations à la minute. Les trous de ces tôles sont tantôt de forme circulaire, tantôt de forme rectangulaire; aujourd'hui l'on préfère ne faire usage que de tôles à trous circulaires; ceux des trois premiers cribles, qui doivent laisser passer le blé, ont 7^{mm} de diamètre; ils permettent de retenir non seulement les grosses impuretés, mottes de terre, débris de cordes, etc., mais encore les grains d'avoine, qui, glissant sur cette surface ajourée, et ne basculant pas à travers les trous, gagnent peu à peu le bas de la tôle perforée. Les trous de la tôle inférieure, c'est-à-dire de la tôle qui doit retenir les grains de blé et les impuretés de même grosseur, et laisser passer au contraire les graines et les impuretés plus petites, ont de 2^{mm} à 2^{mm},5 de diamètre. Pour éviter que le blé qui traverse, comme nous allons le voir, d'étage en étage, ne tombe trop brusquement sur la tôle, on établit de petits plans inclinés, qui reçoivent le grain sortant d'un crible et le conduisent doucement sur celui qui se trouve immédiatement au-dessous.

Le blé arrive en B, passe sur le premier (C), puis le second (C'), puis le troisième crible (C''); il se débarrasse de ses grosses impuretés qui, au bas de chacune des tôles, sont ramassées dans un collecteur; il traverse le troisième crible (C''), se réunit sur le quatrième crible (C''') qui en élimine les petites graines. Celles-ci sortent par le collecteur D, tandis que les grains de blé, traversant le couloir G, tombent dans la caisse H.

Au-dessus de cet appareil de criblage se trouve l'appareil destiné à nettoyer le grain par ventilation. Celui-ci est composé d'une caisse en bois renfermant un ventilateur V, auquel on imprime un mouvement de 500 à 600 tours à la minute, et de deux caissons, en bois également, destinés à récolter les déchets (R, R'). Ces deux caissons sont séparés entre eux par une cloison *b*. Chacun d'eux renferme une autre cloison qui ne touche pas la paroi de la caisse. Le blé, au moment où il arrive en B, reçoit l'aspiration du ventilateur; les balles, les fétus de paille, les grains creux, sont entraînés. Le courant d'air qui les transporte se dirige à travers deux couloirs placés de chaque côté du ventilateur, et après avoir passé au-dessus de la planche *a*, puis entre les planches *a* et *b*, entre dans le ventilateur, et en sort par la buse S. Les déchets entraînés, au moment où ils

vont tourner autour de la planchette *a*, rencontrent une zone neutre formée par la partie angulaire du caisson R, zone où l'air n'est pas en mouvement; là, ils perdent la force vive dont ils étaient animés et ils se déposent. De temps à autre, sous le poids même de ces déchets accumulés, les petits volets *f* s'ouvrent automatiquement et les laissent s'échapper dans un sac destiné à les recevoir. Un papillon *r*, que l'on peut manœuvrer de l'extérieur, permet de régler la vitesse et l'intensité du courant d'air.

Au sortir du dernier crible, au moment où il se rassemble dans la caisse H pour s'échapper ensuite de l'appareil, le blé est encore soumis à la ventilation produite par un courant d'air ascendant; ce courant d'air, après avoir passé entre les planches *c* et *d* et les planches *d* et *b* se rend au ventilateur. Les déchets, composés surtout de poussières que le mouvement des cribles a détachées, perdent également, dans la partie angulaire de la caisse R', leur force vive, se déposent, et sont évacuées automatiquement au fur et à mesure que leur accumulation ouvre les volets *f*'. Là encore, entre les planches *d* et *b*, est placé un papillon, *r*', qui mesure la quantité d'air à admettre dans le ventilateur.

Les cribles, au lieu d'être disposés inclinés, peuvent être couchés horizontalement dans une caisse suspendue à la façon des caisses des appareils qui seront étudiés plus loin sous le nom de *plansichters*, caisses animées, au moyen d'un excentrique, d'un mouvement circulaire dans un plan horizontal, de 170 tours à la minute : c'est là le *séparateur-cribleur* de Robinson.

De l'un ou de l'autre de ces appareils le blé sort calibré, et dès lors chaque grain sera susceptible de recevoir du broyeur à cylindres la même pression au moment de son écrasement.

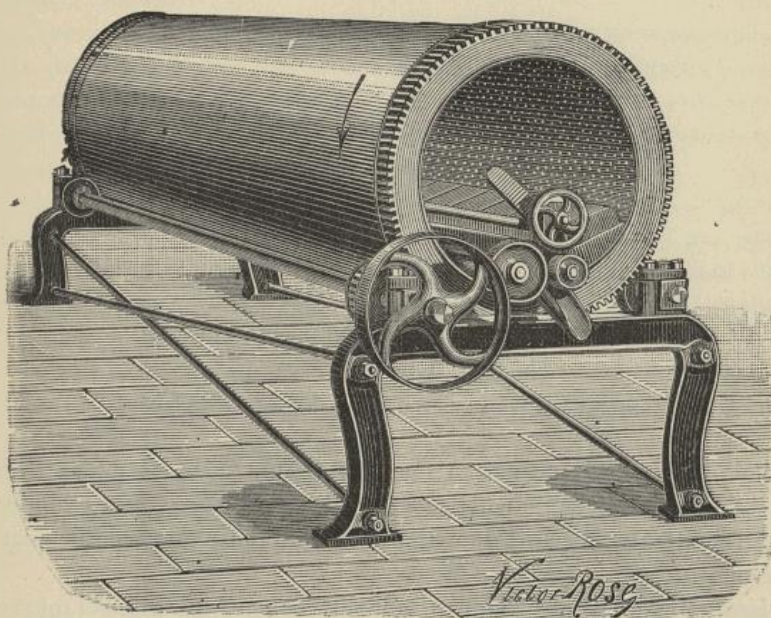
4. Trieurs à alvéoles.

Les graines rondes et les graines longues, telles que nous les avons définies plus haut, ne sauraient être séparées des grains de blé par un criblage ordinaire; les premières ont leur diamètre sensiblement égal à l'un des diamètres du grain de blé; les secondes, piquant dans le sens de leur longueur, traversent partout où le blé a traversé. Il a donc fallu construire des appareils destinés à éliminer les graines rondes et les graines longues sur un principe entièrement nouveau (*fig. 10*).

Le trieur est constitué par un cylindre long de 2^m, 50 à 3^m et large de 50^{cm} à 60^{cm} de diamètre. Il est incliné sur son axe d'environ 7^{cm}

par mètre. Ce cylindre, dont les extrémités portent une couronne dentée, tourne sur lui-même, avec une vitesse de 16 à 17 tours, grâce à de petits pignons, placés extérieurement, qui engrènent sur la

Fig. 10.



Trieurs simples à graines rondes ou longues.
(Construction Rose frères.)

couronne dentée. Le cylindre est, comme celui de l'émoteur, soutenu et entraîné dans la rotation par des galets.

La tôle galvanisée qui forme le cylindre a été repoussée en une série d'alvéoles rapprochées, de forme demi-sphérique et de dimension déterminée. Si le trieur est destiné à séparer les graines rondes, la dimension est telle que les graines rondes peuvent s'y loger à l'exclusion des grains de blé; si le trieur est un trieur à graines longues, leur dimension au contraire permet aux grains de blé de s'y introduire, tandis qu'elle en défend l'accès aux graines longues.

Aujourd'hui, on tend à remplacer les cylindres de tôle par des cylindres de zinc dans lesquels on perce, à la fraise, soit des trous demi-sphériques, soit des trous inclinés (construction Daverio, Robinson, etc.).

A l'intérieur du cylindre se trouve une goulotte métallique, inclinée.

née comme le cylindre, dans laquelle se meut une vis d'Archimède, capable de faire remonter la pente aux graines qui vont y tomber. Cette goulotte est mise en communication avec la périphérie du cylindre rotatif, et d'un côté seulement, au moyen de petits volets

Fig. 11.

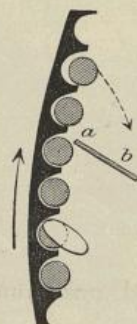


Schéma du travail dans un trieur à graines rondes.

métalliques, garnis de cuir à leur extrémité, qui sont mobiles du côté de la goulotte, appuient de l'autre côté sur l'intérieur du cylindre et forment entre la paroi du cylindre et la goulotte un véritable plan incliné, *ab* (fig. 11).

Les grains arrivent dans le cylindre et, pendant que celui-ci tourne sur lui-même, les grains roulent dans la partie basse. Si le trieur est construit de façon à éliminer les graines rondes, on voit celles-ci se fixer dans les alvéoles et se laisser entraîner par le mouvement du cylindre. Mais, au moment où les alvéoles qui les portent gagnent, du fait de la rotation, la partie haute du cylindre et sont sur le point de les laisser échapper, les petites planchettes garnies de cuir se présentent devant elles (fig. 11), les recueillent, les dirigent dans la goulotte; la vis d'Archimède les emporte au dehors de l'appareil. Quant aux grains de blé, débarrassés des graines rondes, ils continuent leur chemin et s'échappent en suivant l'inclinaison même du cylindre.

Si le trieur est destiné, non plus à séparer les graines rondes, mais bien les graines longues, comme les avoines, les alvéoles plus grandes logent les grains de blé, et ce sont eux qui glissent sur le plan incliné et sont réunis dans la goulotte; quant aux graines longues, au contraire, elles suivent la pente naturelle du cylindre.

Un mécanisme simple permet d'élever le plan incliné le long de la paroi du cylindre. Tous les blés ne renferment pas, en effet,

des graines rondes de même nature, et celles-ci, du fait de leur forme et de leur dimension, sont plus ou moins longtemps retenues dans les alvéoles du cylindre. On amène alors le plan incliné sur la génératrice du cylindre le long de laquelle doit se faire la chute des graines rondes.

Souvent les trieurs à graines longues et rondes sont superposés, les premiers en général au-dessus des seconds, les grains passant automatiquement des uns aux autres. Si le blé à nettoyer ne renferme pas de graines longues, un dispositif simple permet de l'envoyer directement aux cylindres inférieurs.

Souvent les graines rondes ou les grains de blé restent un peu adhérents aux alvéoles qui les logent et ne s'échappent pas spontanément. Aussi est-il bon de garnir la surface extérieure des cylindres de petits marteaux frappeurs qui, se relevant et tombant automatiquement, forcent les graines à quitter leurs alvéoles.

Les alvéoles obliques offrent l'avantage de laisser le grain s'échapper plus aisément et d'éviter l'emploi des marteaux dont il vient d'être question.

Les trieurs de ce genre peuvent, par cylindre, débiter environ 800^{kg} de graines à l'heure.

5. Épierreur.

Nous avons dit précédemment que les grains de blé, débarrassés des graines étrangères, rondes et longues, contenaient encore de petites pierres qui, ayant la même grosseur qu'eux, avaient pu traverser les mêmes trous du crible.

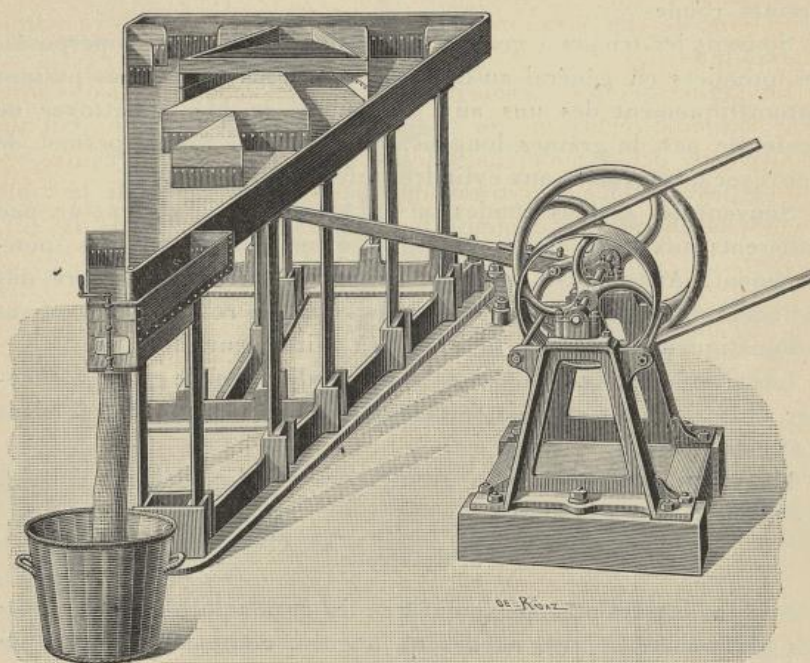
L'épierreur qui va procéder à leur élimination a été imaginé par Josse et construit pour la première fois par M. Hignette.

Il repose sur la différence d'élasticité que présente un caillou d'une part, de l'autre un grain de blé projeté sur une surface dure : le grain de blé rebondit, la pierre se soulève à peine de l'endroit où elle est tombée.

L'épierreur (*fig. 12*) est une table de bois affectant la forme d'un triangle équilatéral, ayant 1^m,80 à 2^m,50 de côté, muni de rebords de 0^m,20 de hauteur; cette table est disposée presque horizontalement; l'inclinaison ne dépasse pas 25^{mm} de la base AB au sommet C (*fig. 13*). A l'intérieur se trouvent placés deux entablements affectant également la forme d'un triangle équilatéral, hauts de 0^m,15 environ et dirigés inversement à la table épierreuse. Parallèlement aux deux côtés du plus grand de ces triangles sont disposées deux

cloisons verticales qui sont recouvertes d'une planchette légèrement inclinée dans la direction de la paroi AB. La planchette ne touche pas cette paroi; le blé, délivré d'une façon continue sur cette

Fig. 12.



Épierreur.

planchette inclinée, glisse dans cet espace réservé entre elle et la paroi, descend sur la table et tombe entre les cloisons *mm*, *nn*. La paroi AB est percée de deux ouvertures qui donnent accès à un couloir où, comme on le verra tout à l'heure, se rend le blé épiercé. L'extrémité opposée (C) de la table épierceuse est munie d'une ouverture qui, comme nous le verrons également, permet de réunir les pierres dans une chambre triangulaire garnie d'une manche d'évacuation.

La table triangulaire est portée par une série de lattes flexibles en bois de frêne, de 0^m,90 à 1^m de hauteur, enchâssées d'un côté au-dessous de la table et d'un autre sur le bâti, dans des étaux de fonte.

La table, au lieu de reposer sur le sol, peut être également suspendue au plafond à l'aide de lattes flexibles, de 2^m de hauteur. Elle a, dit-on, dans ces conditions, plus d'élasticité.

Quel que soit le mode de suspension de la table épierreuse, le mouvement horizontal qui doit faire cheminer le blé et amener l'élimination des pierres est produit par une bielle ou deux bielles parallèles. Ce mouvement de va-et-vient, exécuté parallèlement à AB, représente de 100 à 125 oscillations à la minute, de 0^m,15 environ d'amplitude.

Les grains, débités, comme nous l'avons dit, entre les cloisons *mm*, *nn*, sur une épaisseur de 0^m,05 environ, sont, par le fait du mouvement de la table, ballottés contre ces cloisons, contre les parois des entablements triangulaires et contre celles de la table même; ils rebondissent comme le feraient des billes de billard (*fig. 13*),

Fig. 13.

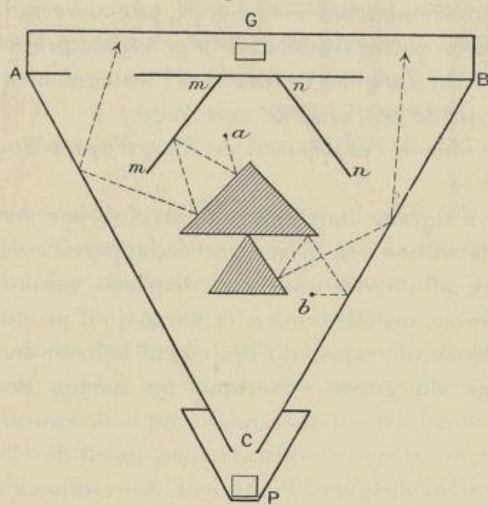


Schéma du travail dans un épierreur.

traçant, vis-à-vis de la paroi, un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence. La direction même des parois a pour effet de faire revenir le grain en arrière du sens général dans lequel il paraît dirigé, et au lieu d'obéir à la pente de l'appareil et de gagner le sommet C, il retourne du côté d'où il vient et s'approche des ouvertures pratiquées dans la paroi AB. Un grain *a* (*fig. 13*), par exemple, rebondirait comme l'indique le tracé ci-dessus; un grain *b* qui, suivant l'inclinaison de la table, se serait égaré jusqu'au point où nous l'avons figuré, pourrait encore, grâce au mouvement d'oscillation, revenir en arrière. Les grains entrent alors dans cette sorte de couloir d'où ils sortent d'une façon continue par l'ouverture G.

Quant aux pierres dont l'élasticité est moindre, qui rebondissent peu, elles suivent la route normale que l'inclinaison de la table les sollicite de prendre, elles se dirigent vers le sommet C, entrent dans la boîte triangulaire, et s'échappent par l'ouverture P, dans un sac ou un panier destiné à les recevoir.

Ces appareils peuvent, suivant leur dimension, épierrer de 500^{kg} à 1500^{kg} de blé à l'heure.

6. Colonne épiqueuse.

Le blé est, dès à présent, débarrassé des corps étrangers, des graines, des cailloux auxquels il se trouvait mélangé ; le travail de nettoyage va porter maintenant sur le grain lui-même ; celui-ci va être gratté, brossé, pour en détacher la poussière adhérente et les poils radicellaires qui se trouvent à la pointe du grain, d'où le nom de *colonne épiqueuse* que l'on donne à l'instrument qui va faire la plus grosse partie de ce travail de nettoyage.

La première idée de cet appareil est due, d'après Touaillon fils, à Niceville de Metz.

Le grattage du grain était exécuté autrefois par un appareil que l'on nommait la *ramonerie*, parce que cet appareil enlevait au grain cette poussière adhérente, que l'on comparait volontiers à la suie dont on débarrasse nos cheminées, et parce qu'il produisait un bruit sourd, caractéristique, rappelant également le bruit du ramonage.

Le ramonage du grain s'exécutait au moyen de tôles-râpes. L'instrument était formé d'un tambour en bois, haut de 2^m environ et large de 0^m,80, disposé verticalement, garni de tôle-râpe, dont les aspérités étaient dirigées à l'extérieur. Ce tambour tournait concentriquement à un cylindre fixe, garni de tôle-râpe, dont les aspérités étaient, cette fois, dirigées vers l'intérieur. L'espace annulaire entre les cylindres était étroit, et le blé, débité à la partie supérieure, s'engageait entre les deux surfaces rugueuses, et en sortait débarrassé de poussière et de poils radicellaires. Un ventilateur, placé en dessous de l'appareil, permettait de faire circuler entre les trous des tôles un courant d'air capable d'enlever les produits que le travail de grattage avait détachés.

Les ramonerics sont peut-être encore employées, mais on leur substitue de tous côtés la *colonne épiqueuse*.

On reproche en effet à ces tôles-râpes de s'user et de s'émousser trop rapidement ; au début de leur emploi, elles déchirent l'enveloppe du grain ; à la fin elles laissent passer le grain sans le toucher.

Dans les colonnes éponteuses, la tôle-râpe est remplacée par une toile d'acier faite de fils à section ronde ou carrée, contre laquelle le grain se trouve lancé avec force par un agitateur tournant à grande vitesse. On tend même, aujourd'hui, à remplacer ces toiles d'acier, dont l'action vis-à-vis du grain est trop brutale, par de simples tôles d'acier perforées de trous rectangulaires.

Il est difficile d'admettre que la colonne éponteuse, ainsi garnie, agisse en grattant la surface du grain, et il vaut mieux considérer que le grain frappe avec force contre les parois rigides et se trouve secoué de sa poussière, comme le serait un tapis que l'on frapperait contre un mur.

Le cylindre de la colonne éponteuse, ainsi que son agitateur, peuvent être placés aussi bien verticalement qu'horizontalement. Cette dernière disposition présente des avantages. Depuis la transformation de nos moulins, les transmissions verticales sont rarement employées et on leur préfère les transmissions horizontales. Nous examinerons successivement l'une et l'autre de ces colonnes éponteuses.

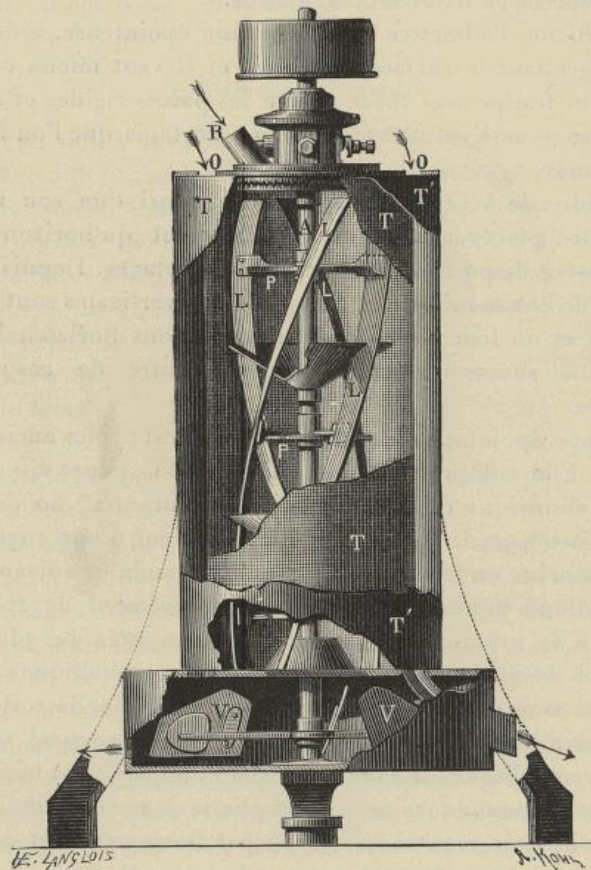
La colonne éponteuse verticale (*fig. 14*) est la plus anciennement employée. Elle comprend, comme l'indique la figure ci-contre, un tambour cylindrique en toile d'acier T, mesurant 1^m,50 de hauteur sur 0^m,80 à 0^m,90 de largeur, fixé à l'intérieur d'une enveloppe en tôle T'; un arbre en fer forgé A traverse ce tambour suivant son axe et reçoit d'une poulie supérieure un mouvement de rotation de 400 tours à la minute. Sur cet arbre sont montés des plateaux, P, sur le bord desquels s'appuient quatre lames métalliques L, chantournées et montées en hélice, qui viennent frôler la toile d'acier. Au-dessous des plateaux et montés sur l'arbre vertical sont deux entonnoirs métalliques. Le blé arrive dans l'appareil par le conduit R, est ensuite, grâce au moulin métallique à meules très écartées, distribué circulairement; il est saisi par le mouvement des lames, projeté violemment, fouetté contre la toile d'acier; il rebondit, tombe dans l'un de ces entonnoirs, est relancé de nouveau, rebondit encore, et n'arrive à la partie basse de l'appareil qu'après avoir subi plusieurs fois le choc sur la toile d'acier.

Les poussières détachées maintenant sont appelées par le ventilateur V. Le courant d'air pénètre en O, traverse les toiles d'acier et s'échappe au dehors.

La colonne éponteuse horizontale (système Richmond) (*fig. 15*) a, comme partie essentielle, un cylindre en tôle d'acier perforé, mesurant

de 0^m,80 à 1^m de longueur. Le cylindre est ou bien fixe, ou bien rotatif. Il est traversé par un arbre qui porte l'appareil destiné à fouetter les grains contre la surface épointeuse. Cet appareil est formé de sept lames d'acier L, de 0^m,05 à 0^m,06 de largeur, paral-

Fig. 14.



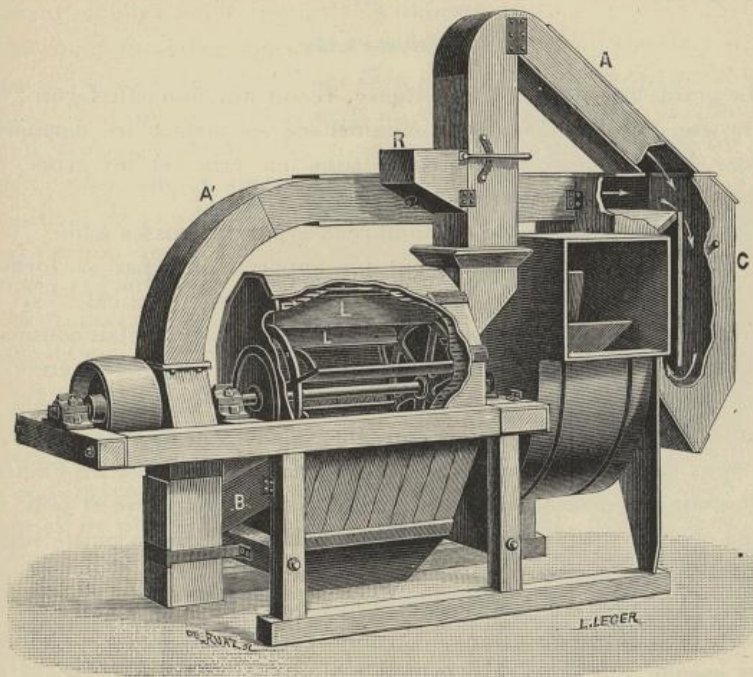
Colonne épointeuse. (Construction Rose frères.)

lèles, disposées sous forme de tambour, et soutenues par deux croisillons calés sur l'arbre. Sur le même arbre est placé un ventilateur qui produit une aspiration sur le caisson C, et par conséquent dans les deux conduits d'aspiration A et A'. Le tambour de l'épointeuse et le ventilateur tournent à la vitesse de 600 tours.

Le blé arrive par une trémie R, subit, dans le conduit d'aspiration A, l'action d'un courant d'air dont l'intensité peut être

réglée et se débarrasse des corps légers, balles, poussières, auxquels il était mélangé. Il tombe alors dans l'épointeuse, où il est soumis

Fig. 15.



Colonne épointeuse, système Richmond. (Construction Brault, Teisset et Gillet.)

à une projection violente contre la surface de tôle, ainsi qu'il a été expliqué plus haut, sort par le conduit B, en cet endroit se trouve exposé à un nouveau courant d'air ascendant dans le conduit d'aspiration A' et abandonne les poussières que les batteurs ont détachées.

Le caisson C reçoit le double courant d'air qui se rend au ventilateur, récolte les déchets et les poussières qui y abandonnent leur force vive, ainsi que dans le séparateur zigzag (p. 126).

Dans les colonnes épointeuses de la construction Buhler, d'Uzwill (Suisse), le tambour à lames d'acier est remplacé par un tambour de fonte, garni de rubans métalliques formant saillie; l'angle que font ces rubans sur les génératrices est de 15° à 20°.

MM. Rose frères, de Poissy, construisent, sous le nom de *peleur-épointeur, idéal*, un appareil dont le tambour est hérissé également de cannelures et d'aspérités.

Les colonnes éponteuses verticales peuvent travailler de 1000^{kg} à 1500^{kg} de grains à l'heure; les colonnes horizontales sont plus puissantes et peuvent éponter une quantité de grains deux fois plus grande.

7. Brosse à blé.

Le grain, au sortir de l'éponteuse, reçoit une nouvelle façon : on le brosse, on l'astique pour éliminer de sa surface les dernières traces de poussière. Les brosses sont en crin, et les crins de Tampico (Mexique) sont spécialement choisis.

On trouve en Meunerie de nombreux types de brosses à blé.

MM. Rose frères construisent un appareil qui, par sa forme, rappellerait exactement la colonne éponteuse verticale, si le tambour et son enveloppe, au lieu d'être cylindrique, n'était conique. L'appareil se compose donc d'un tambour conique garni extérieurement de crins de brosse, tournant avec une rapidité de 400 tours, à l'intérieur d'une carcasse fixe, conique également, et garnie de crins; les deux surfaces de brosses se trouvent frotter l'une contre l'autre, et le grain qui descend entre elles est rapidement nettoyé et poli.

On observe que ces brosses coniques s'usent plus à la partie supérieure qu'à la partie inférieure, parce que la quantité de grains qui entre est égale à la quantité de grains qui sort et que, par conséquent, un nombre de grains déterminé couvre une surface d'autant plus grande que ceux-ci se trouvent plus rapprochés de la base de l'appareil.

La maison V^{te} Brault, Teisset et Chapron construit également un appareil formé de deux disques verticaux, garnis de crins Tampico, et tournant l'un en face de l'autre avec une très grande rapidité; le blé arrive par l'œillard au centre de l'un des disques et gagne la périphérie.

Dans d'autres appareils plus anciens et qui ne se construisent plus aujourd'hui, les surfaces de brosses, disposées encore sous forme de meules, sont horizontales (type Seck de Darmstadt), ou en forme d'entonnoirs (type Brault, Teisset et Gillet).

Enfin, on peut broser le blé dans des éponteuses horizontales (construction Robinson, construction Seck); l'enveloppe en tôle d'acier, percé de fentes longitudinales, est cylindrique ou conique; à l'intérieur de cette enveloppe est un tambour de crins Tampico. Comme dans l'éponteuse, dont il a été parlé plus haut, le grain est ventilé avant et après sa sortie de l'appareil.

8. Élimineur d'ail.

Nous avons dit plus haut que certains appareils pouvaient être adjoints dans des cas déterminés à ceux qui sont d'un emploi plus courant, comme l'épierreur ou l'épointeuse.

Au nombre de ces appareils est l'élimineur d'ail. Certains blés, comme les blés de l'Ouest, les blés de la Vendée, renferment des graines d'ail, qui ont exactement les mêmes dimensions et la forme même des grains de blé. La présence de ces graines dans le blé en diminue considérablement la valeur marchande; les graines d'ail possèdent un peu l'odeur caractéristique de leurs gousses; de plus, sous l'action des engins de la mouture, elles s'écrasent sans se fragmenter et graissent les meules ou les cylindres.

M. Aubert a imaginé de séparer ces graines en profitant de la différence de mollesse qu'elles offrent comparativement aux grains de blé. Son appareil se compose essentiellement de deux cylindres, dont l'un est garni de caoutchouc, l'autre est muni de disques circulaires armés de pointes. Le blé passe entre les deux cylindres, qui tournent en sens inverse, comme les rouleaux d'un laminoir. Les pointes des disques ne peuvent transpercer les grains de blé, dont l'enveloppe présente une résistance suffisante, tandis qu'elles piquent au passage les graines d'ail; un dispositif très simple, placé en arrière du cylindre denté, détache les graines d'ail et les fait tomber dans une trémie spéciale.

9. Aimant.

Beaucoup de meuniers, aujourd'hui, préoccupés de ne pas introduire dans leurs bluteries des clous, fils de fer, etc., qui en perçeraient les soies, font usage d'un aimant pour les arrêter au passage. L'appareil aimanté, que l'on place dans un engraineur ou dans un conduit incliné, est formé d'une série d'aimants en fer à cheval, accolés les uns contre les autres, et présentant, sous forme d'une surface plane, leurs pôles magnétiques. En avant de l'aimant, par rapport à la chute du grain, est disposée une réglette qui se soulève pour ne laisser passer au-dessus de l'aimant qu'une nappe mince de blé, et arrêter tous les débris de fer. Ceux-ci sont de temps à autre enlevés à la main.

10. Séparateur des nielles et des graines rondes contenues dans les déchets des trieurs.

Les trieurs à alvéole ont rejeté un mélange de petit blé, de graines rondes, les vescs, etc. et de graines arrondies, mais anguleuses, les

nielles. Ces déchets sont destinés à l'élevage; mais la présence de nielles et de vesces au milieu du petit blé déprécie la valeur marchande de celui-ci.

M. Richer a imaginé deux appareils ingénieux pour nettoyer ces déchets : l'un qui sépare les nielles, l'autre les graines rondes.

Le *dénielleur* est formé par la juxtaposition de deux cylindres horizontaux, recouverts d'un aggloméré au liège. Les déchets de petit blé arrivent à la ligne de tangence des deux cylindres; les nielles, dont la forme est irrégulière, *cabossée*, adhèrent aisément au liège, s'y impriment pour ainsi dire par la compression qu'elles reçoivent au point de contact des cylindres, tandis que les graines rondes et les blés glissent entre ceux-ci; une brosse placée en arrière de la ligne de tangence détache les graines de nielle.

Le *séparateur de graines rondes*, qui opère ensuite, comporte une série de goulottes inclinées en zinc, sur lesquelles on laisse glisser le mélange. Chacune des goulottes débouche à la partie supérieure d'un plan incliné, dans une direction perpendiculaire à la ligne de pente de ce plan. Les graines lancées sur ce plan incliné décrivent des trajectoires d'autant plus longues que celles-ci sont plus roulantes. Les graines de blé tombent les premières, tandis que les graines rondes, plus roulantes, continuent leur chemin et gagnent l'extrémité du plan incliné. Deux trémies, convenablement placées, recueillent les unes et les autres.

II. — NETTOYAGE A L'EAU.

Nous avons signalé les avantages que comporte le nettoyage du grain en présence de l'eau. Les blés durs qui doivent être humectés d'eau avant le broyage sont toujours nettoyés de cette façon. Les blés tendres peuvent l'être également, mais à la double condition qu'ils ne soient pas trop humides au moment où ils entrent en travail, et qu'ils séjournent pendant un temps très court dans les laveurs.

Le lavage des blés ne dispense pas le meunier de l'emploi des émotteurs, cribles et trieurs à alvéoles. C'est seulement quand les grains ont subi ces nettoyages qu'il procède au lavage.

La mise en œuvre du procédé comporte un cuvier laveur-épierreur qui mouille le blé et le débarrasse des pierres auxquelles il était mélangé, ainsi que des corps légers, balles, grains creux, etc. d'une part; d'autre part, une colonne époinçeuse, qui, en même temps qu'elle nettoie le grain par grattage, essore la plus grande partie de

l'eau dont il est recouvert ; à ces deux appareils on en adjoint souvent un troisième qui achève de sécher le grain.

1. Cuviers laveurs-épierreurs.

Le premier cuvier destiné à laver et à épierrier les blés durs a été imaginé par Cardailhac en 1858. Il est encore en usage aujourd'hui. Il se compose d'une cuve en tôle circulaire, mesurant 70^{cm} de diamètre ; le fond de cette cuve est, en son centre, garni de tôle perforée, et celle-ci forme la partie supérieure d'une caisse conique, sous-jacente, dans laquelle l'eau arrive continûment, et pénètre de là dans la cuve.

A l'intérieur tourne un agitateur formé de quatre bras légèrement recourbés à leurs extrémités ; des palettes, fixées aux parois de la cuve, rompent à tout instant le mouvement circulaire dans lequel le liquide est entraîné. Le blé arrive au centre du cuvier, plonge dans l'eau ; les balles, les grains creux remontent à la surface, d'où ils sont évacués en même temps que l'eau par un trop-plein ; une raclette, montée sur l'arbre de l'agitateur, à la hauteur de la surface de l'eau, entraîne les corps flottants vers le déversoir. Les grains et les pierres, légèrement soulevés par le courant d'eau, sont entraînés vers une ouverture latérale, percée dans la cuve au niveau du fond. L'appareil n'épierre donc pas ; pour débarrasser le grain de ses pierres, on l'entraîne au sein de l'eau dans un couloir incliné d'au moins 1^m de longueur, à la partie inférieure duquel sont disposés des obstacles en forme de lames de persienne ; ceux-ci arrêtent les pierres et laissent passer le blé, entraîné par le courant ; quand on veut évacuer les pierres, après avoir fermé la vanne qui donne accès au blé dans le conduit, on soulève, au moyen d'un levier, les lames de persienne : les pierres glissent vers la partie inférieure, d'où elles tombent dans une trémie.

M. Demaux, successeur de Cardailhac, a modifié, en 1874, l'appareil, en adaptant au cuvier un faux fond mobile qui permet d'éliminer les pierres au fur et à mesure qu'elles se déposent.

M. Demaux s'est préoccupé d'appliquer le cuvier laveur-épierreur au nettoyage des blés tendres ; il fallait, comme nous l'avons dit plus haut, éviter de prolonger outre mesure le séjour du blé dans l'eau du cuvier. M. Demaux a profité de ce fait que les grains de blé, quand ils sont déposés doucement à la surface d'une eau courante, ne se mouillent pas immédiatement.

En 1888, M. Demaux fit breveter un nouveau cuvier, de construc-

tion très différente, et dans lequel il s'est attaché à ne mouiller le blé que pendant un temps très court.

Le cuvier est rectangulaire, porte sur deux parois parallèles des goulottes destinées à recueillir le grain lavé. Parallèlement à ces goulottes et au milieu du rectangle sont disposés deux plans inclinés sur lesquels glisse le blé que l'on veut laver. Ces deux plans inclinés affleurent la surface de l'eau, dont le niveau est maintenu constant, et dont le courant s'exerce de la ligne médiane des plans inclinés vers les goulottes; le blé est entraîné par ce courant, à la surface même de l'eau, n'a pas, dans ce court trajet, le temps de se mouiller assez pour prendre du poids et s'immerger, et gagne les goulottes qui le conduisent vers les colonnes; les pierres, au contraire, tombent au fond du cuvier. Mais on ne peut éviter qu'une certaine proportion de grains ne soit submergée; deux grains se présentent ensemble, par exemple, et réunis s'entraînent l'un l'autre; des grains plongent parce qu'ils se présentent par la pointe à la surface de l'eau; une fois mélangés aux pierres au fond, les grains ne se relèvent plus.

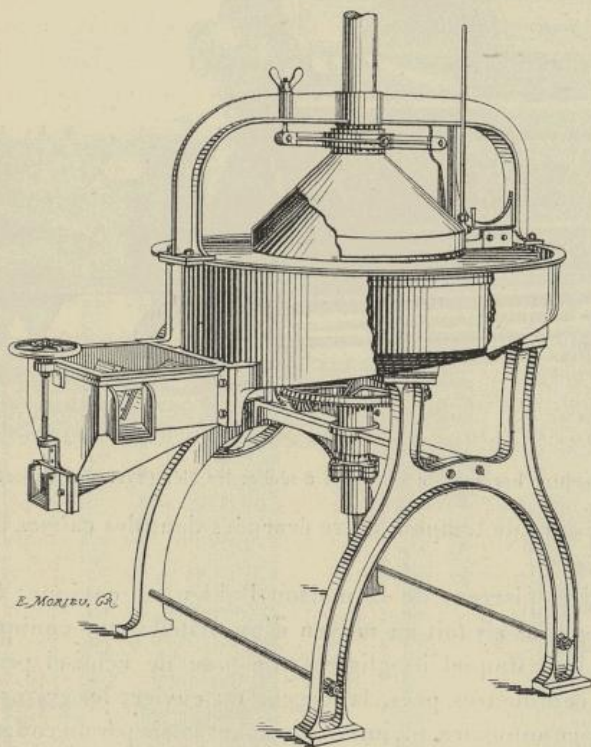
C'est pour remédier autant que possible à cet inconvénient que M. Boutet, l'un des successeurs de M. Demaux, a imaginé un cuvier épierreur encore plus simple (*fig. 16*); il est formé d'une caisse en tôle circulaire, à la partie supérieure de laquelle tourne un plateau métallique, horizontal, à surface spécialement rugueuse; le bord de ce plateau est légèrement relevé, et l'on peut faire glisser sur ce plateau, de l'intérieur à l'extérieur, un courant d'eau. Autour de la caisse est disposé un caniveau en pente, qui est destiné à recevoir le blé épiermé. Le blé arrive au centre de l'appareil, descend un distributeur conique et prend contact avec la surface de l'eau. Il est transporté vers le caniveau, sans avoir, pour ainsi dire, le temps de se mouiller. Les pierres, au contraire, restent fixées à la surface rugueuse du plateau; elles ne sont pas entraînées et tournent en même temps que le plateau. Le mouvement de celui-ci amène ces pierres vis-à-vis d'un jet d'eau, agissant de l'intérieur à l'extérieur, qui les chasse dans un canal spécial.

Dans les derniers appareils de M. Demaux, comme dans celui de M. Boutet, les corps légers ne sont pas éliminés, contrairement à ce qui a lieu dans les anciens cuiviers.

Le dispositif qui permet de les séparer (*fig. 16*) comporte une sorte de trémie dans laquelle tombe le grain au sortir du cuvier. Dans cette trémie, noyée d'eau, est disposée une planche légèrement inclinée, qui sépare la trémie en deux chambres, de telle façon que

le courant d'eau, entraînant le blé, arrive dans le compartiment antérieur, circule au-dessus de la planche et passe dans le compartiment postérieur pour se déverser par un trop-plein situé sur le côté de la trémie. Les balles, les grains légers, les fétus de paille remontent en

Fig. 16.



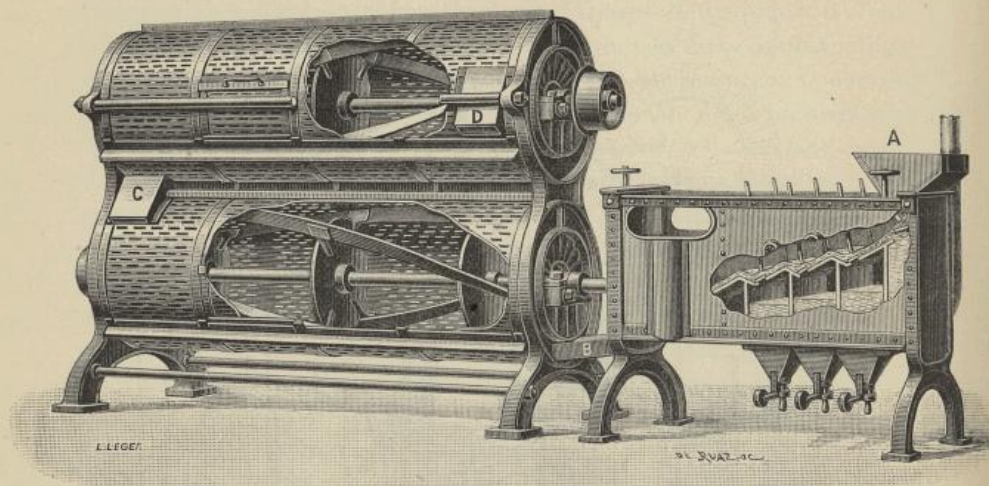
Cuvier épierreur (système Boutet).

même temps que l'eau, dans ce dernier compartiment, et sont évacués par ce même trop-plein; le blé tombe au fond du compartiment inférieur et gagne d'une façon continue la colonne épiqueuse en traversant une porte, dont on peut aisément régler l'ouverture.

M. Alibert, de Castelnaudary, construit une laveuse (*fig. 17*), assez employée aujourd'hui; elle est formée de trois plans inclinés, disposés parallèlement les uns à côté des autres, de telle façon que la partie supérieure du deuxième dépasse le niveau inférieur du premier, que la partie supérieure du troisième dépasse le niveau inférieur du deuxième; dans ces conditions, chaque plan est séparé de son

voisin par un ressaut que le blé arrivant en A et entraîné par l'eau doit franchir, et qui arrête les pierres au passage. Celles-ci, accumulées derrière ces ressauts, au-dessus de soupapes que l'on manœuvre

Fig. 17.



Machine horizontale à laver et à sécher les blés (système Alibert).

à la main, sont de temps à autre évacuées dans des caisses destinées à les recevoir.

Le cuvier-épierreur de la maison Buhler est conique; la répartition des grains s'y fait au moyen d'un distributeur conique également, le long duquel ils glissent. La base de celui-ci présente, à quelques centimètres près, la largeur du cuvier; les grains arrivent dans l'espace annulaire, et, immédiatement saisis par un courant d'eau ascendant, ils se déversent par dessus bord, tandis que les pierres gagnent le fond; les grains tombent dans une caisse à fond incliné; là, ils se débarrassent des balles, des poussières, etc., qui surnagent et sont encore éliminées par déversement; tandis qu'eux-mêmes, humectés d'eau, descendent vers le fond de la caisse et sont dirigés vers les broyeurs.

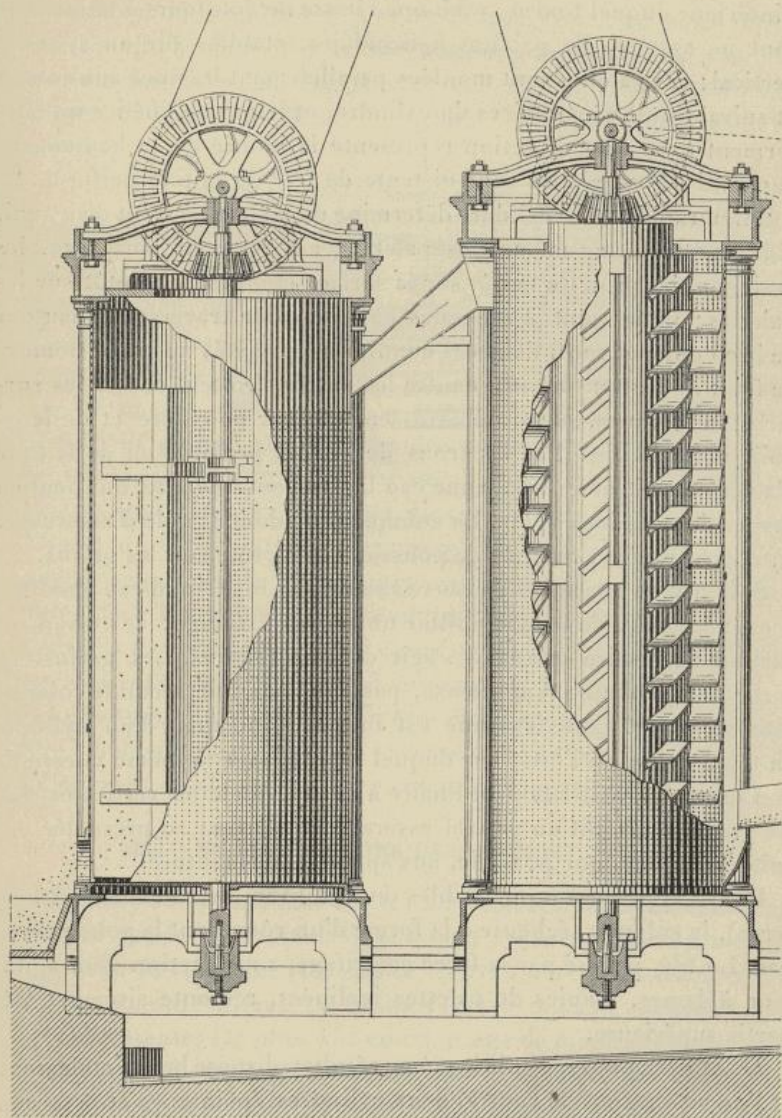
Le laveur-épierreur de Robinson est d'une construction analogue.

2. Colonnes remonteuse et sècheuse.

Le travail au cuvier n'a fait que séparer les grains légers, les balles et les pierres; le blé a donc encore à subir une action de grattage analogue à celle que détermine la colonne épointeuse.

Dans l'appareil Demaux (*fig. 18*), qui est le premier en date, et qui est le plus répandu, le travail de l'épointage s'exécute au moyen

Fig. 18.



Colonnes remonteuse et sècheuse (système Demaux).

E. MONTÉV, GR.

d'une colonne dite *remonteuse*, parce que le blé, sortant de l'épierreur et entrant tout humide dans la colonne à sa partie inférieure,

L.

10

est remonté automatiquement dans l'appareil même, et sort par la partie supérieure. Le cylindre remonteur est formé d'un tambour en toile d'acier ou en tôle d'acier perforée, haut de 2^m, large de 0^m,70, à l'intérieur duquel tourne, avec une vitesse de 400 tours à la minute, tout un système de palettes hélicoïdales, établies sur un cylindre vertical; ces palettes sont montées parallèlement les unes aux autres, et suivant huit génératrices du cylindre, et le pas de l'hélice qu'elles forment dans leur direction représente la moitié de la hauteur de l'appareil. Les palettes sont distante de 5^{mm} de la tôle perforée. La rotation rapide de ce cylindre détermine un violent courant d'air, qui, aidé par la forme même des palettes, aspire, pour ainsi dire, les grains, et les projette tantôt sur la surface épointeuse, tantôt sur les palettes; ils mettent 3 secondes environ pour traverser la hauteur de la colonne et sont, dans ces conditions, projetés un grand nombre de fois; ils frottent les uns contre les autres, frottent contre les surfaces métalliques, et se débarrassent de leur poussière et de leurs poils radicellaires. Par les trous de la tôle perforée ou de la toile d'acier on voit alors sortir une eau légèrement boueuse, qui tient en suspension ces impuretés. La colonne joue donc le rôle d'essoreuse, en éliminant l'eau chargée de poussière et en retenant les grains.

Si l'on veut que le blé conserve à sa surface le moins d'eau possible, il est nécessaire de lui faire subir un nouvel essorage: ce travail est surtout nécessaire quand il s'agit de blés tendres. Les grains, au sortir de la colonne remonteuse, passent dans une seconde colonne dite *sècheuse*. Cette colonne est formée également d'un cylindre en tôle perforée à l'intérieur duquel tourne, avec la même vitesse de 400 tours, un ventilateur ordinaire à grandes palettes verticales. Là, les grains subissent un nouvel essorage et peuvent se présenter ensuite, aussi secs que possible, aux appareils de mouture.

Dans l'appareil à laver les blés de Robinson, de Rochdale (Angleterre), la colonne sècheuse a la forme d'un cône dont la pointe est en bas. Le blé, poussé par la force centrifuge, sous l'action d'un agitateur à lames, munies de palettes inclinées, remonte aisément à la partie supérieure.

M. Alibert, pour obtenir le même résultat, dispose horizontalement, et l'un au-dessous de l'autre, deux cylindres épointeurs et essoreurs (*fig. 17*). Ces deux cylindres, longs de 1^m,80 environ, sont en tôle perforée; ils communiquent à l'une de leurs extrémités; à l'intérieur se meut, avec une vitesse de 400 tours, un tambour fait de lames métalliques hélicoïdales, semblable à l'agitateur de la colonne

épointeuse verticale. Le blé, sortant du laveur, est introduit dans le cylindre inférieur, projeté contre la surface épointeuse par le jeu des lames métalliques ; il se nettoie et gagne rapidement l'autre extrémité du cylindre ; grâce à la force centrifuge dont il est animé, il passe dans le cylindre supérieur, construit de la même façon, et il y subit une seconde fois la même opération. Ces appareils peuvent traiter de 2500^{kg} à 3000^{kg} à l'heure et usent de 150^l à 180^l d'eau par minute.

3. Séchage des blés humides et des blés mouillés.

La maison Robinson, de Rochdale, a proposé à la meunerie des appareils à sécher le blé, quand celui-ci arrive trop humide de chez le cultivateur, pour qu'il puisse se conserver. (Brevets Parkinson, Mallinson.) Ces appareils constituent de grandes chambres élevées, ayant la forme de tourailles, que traversent verticalement deux compartiments métalliques de faible épaisseur, continuellement remplis de grains, et laissant entre eux une grande chambre dans laquelle on fait arriver de l'air chaud. Dans l'intérieur de ces compartiments sont disposés des tubes de vapeur. Les parois sont percées d'ouvertures, permettant à un courant d'air chaud venu de la chambre intérieure de circuler librement au milieu de la masse de grains contenus dans l'intérieur de ces compartiments ; ceux-ci, en effet, débités à la partie supérieure, y circulent de haut en bas, rencontrant sur leur route des chicanes qui en retardent la marche.

Les appareils qui viennent d'être sommairement décrits peuvent être employés pour sécher les blés tendres que l'on a nettoyés à l'eau au moment où ils sortent de la colonne *remonteuse*.

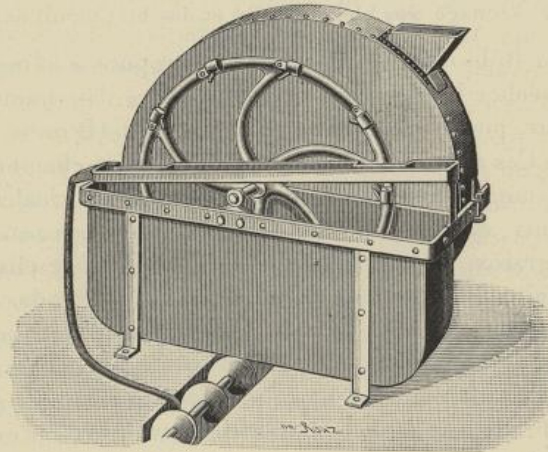
III. — MOUILLAGE DES BLÉS AVANT MOUTURE.

Quand on a nettoyé sans eau les blés tendres, les blés demi-tendres (ce qui est le cas ordinaire), et quand ces blés sont trop secs pour supporter la mouture, le meunier trouve intérêt à les imbiber d'une légère quantité d'eau. Le grain s'écrase mieux ; l'enveloppe est moins cassante. De plus, si l'on fait usage de meules et si l'échauffement du grain est à craindre, la chaleur dégagée par l'appareil de mouture est employée à évaporer l'eau du grain mouillé, et n'altère pas sensiblement la qualité de la farine.

MM. Rose frères ont répandu, dans les moulins, un appareil très ingénieux (*fig. 19*) qui permet de mouiller le blé automatiquement, d'une quantité d'eau proportionnelle à son poids, et que d'ailleurs

on peut faire varier suivant le blé que l'on reçoit. Ce mouilleur automatique se compose d'une roue à augets, enfermée dans un tambour de tôle de 80^{cm} de diamètre; la roue à augets est mue par la chute même du blé, qui entre à la partie supérieure du tambour, sort de l'appareil et tombe dans une vis d'Archimède qui la dirige vers les appareils de mouture. En avant de la roue à aubes, et mû par elle,

Fig. 19.

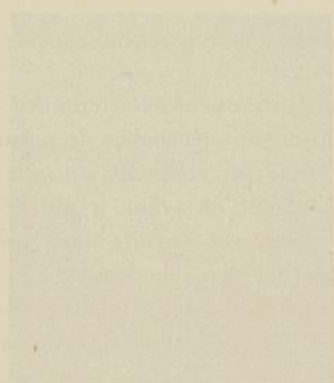
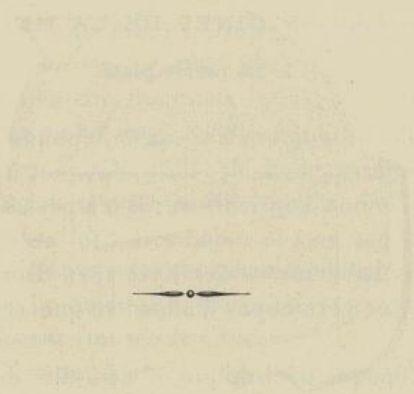


Mouilleur à blé (système Rose frères).

se trouve placé un volant qui tourne avec lenteur (environ six tours); à la périphérie de celui-ci sont accrochés de petits vases métalliques semblables à des arrosoirs, qui viennent, au moment où la rotation les amène dans l'auge, placée en avant, y puiser de l'eau, qui soulèvent cette eau et la déversent ensuite dans un canal incliné; ce canal amène alors cette eau dans la noyère à vis d'Archimède, chargée de conduire le blé au dehors; dans ces conditions, le blé est automoteur; la quantité d'eau déversée dans le canal est fonction de la rapidité avec laquelle tourne la roue à aubes, proportionnelle par conséquent à la quantité de blé qui passe. De plus, on peut, en faisant varier l'inclinaison des petits arrosoirs, faire varier la proportion d'eau dont on juge nécessaire de mouiller un blé déterminé.

A partir du moment où le blé, après avoir traversé les appareils de nettoyage, se trouve débarrassé des impuretés qui le souillaient, il prend le nom de *blé propre*, qui indique non seulement l'apparence et les qualités sous lesquelles il se présente aux appareils de mouture,

mais qui indique également la division qui se fait dans l'esprit du meunier entre le travail du nettoyage et celui de la mouture. A partir de ce moment, c'est au *blé propre* que le meunier va avoir affaire; c'est sur le blé propre qu'il va baser son travail et calculer ses rendements.



CHAPITRE VI.

LE BROYAGE DU GRAIN A LA MEULE.

I. — LES ORIGINES DE LA MEULE.

1. La pierre plate.

Il semble évident aujourd'hui qu'à l'époque paléolithique, et même à la dernière période de cette époque, à l'*âge du renne*, l'homme n'a pas connu l'agriculture; il n'a pas connu le blé et, par conséquent, n'a pas eu le moudre. La forme des pierres retirées des grottes de la Madeleine et des Eyzies, en Dordogne (musée de Saint-Germain), ne permet pas d'admettre que ces pierres aient été des meules.

A partir de l'époque néolithique, c'est-à-dire de l'âge de la pierre

Fig. 20.



Pierres trouvées à Chesemy (Aisne). (Musée de Saint-Germain.)

polie, le doute n'est plus permis : dans les stations de cette époque,

(¹) Nous résumerons, dans la première partie de ce Chapitre, l'étude que M. Lindet, s'inspirant des documents laissés par Aimé Girard, a faite sur l'origine des moulins à grains. (*Revue archéologique*, t. II, p. 413; 1899, et t. I, p. 17; 1900. — *Bulletin de la Société d'encouragement à l'Industrie nationale*, août 1900, p. 129.)

et notamment dans les stations lacustres ou *palafittes* des lacs suisses de Mooseedorf, de Zurich, de Constance, de Pfekkikon; dans les stations de Chessey (*fig. 20*), de Chassenay, de Tercis et de Seyresse, dans les grottes de la Vache, en France (musée de Saint-Germain); à Monsheim, en Hesse rhénane; à Vester-Göttland, en Suède; en Italie, etc., on a rencontré souvent, à côté d'échantillons de grains plus ou moins calcinés, les pierres qui ont servi à broyer ces grains. Ce sont des pierres plates, légèrement creusées, soit intentionnellement, soit par l'usure naturelle, sur lesquelles on promenait d'autres pierres en forme de molettes ou de rouleaux.

On retrouve ces mêmes pierres parmi les vestiges de l'âge de bronze, provenant des cités lacustres du lac de Genève (musée de Lausanne); de celles du lac du Bourget (musée de Chambéry); des stations de l'Argar, en Espagne; de Mondsee, en Autriche (musée de Salzbourg); de Bavière (musée de Nuremberg); d'Ardenne, en Belgique (musée de Bruxelles), etc.

Quelquefois, les pierres sont fortement creusées en forme de cuvette, comme celle qui a été recueillie à la station lacustre de Grésine-Saint-Innocent (musée de Chambéry).

Évans signale, dans ses *Ancient stone implements of Great Britain*, une pierre plus creuse encore, découverte par Stanley dans l'île d'Holyhead, en Écosse.

Les tombes celtiques, en Bretagne, ainsi que nous l'apprend le Dr Foulon dans la *Revue de la Société archéologique de Nantes* (1868), renferment des pierres analogues qui servaient à écraser le grain, et qui étaient, à la mort du chef, brisées et enfermées avec lui.

Le même procédé de mouture a été employé chez les Égyptiens, à en juger par les peintures que l'on remarque sur leurs tombeaux, notamment sur celui de Ti (musée Guimet).

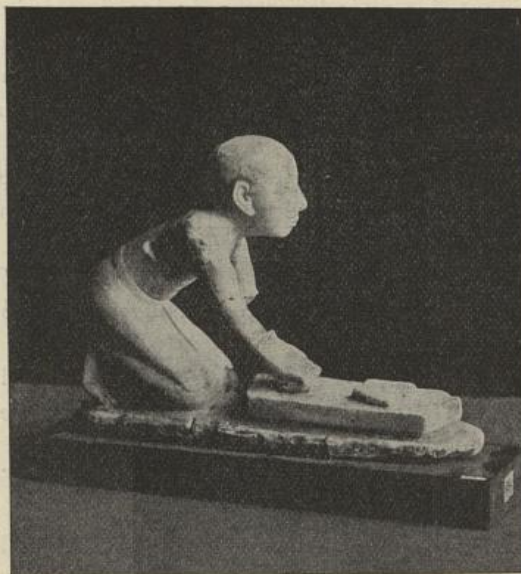
Ces riches Égyptiens faisaient enfermer dans leurs tombes des statuettes représentant leurs domestiques dans les attitudes de leurs fonctions; ceux-ci étaient censés continuer au mort leurs bons offices. Or il fallait, pendant le grand voyage, nourrir le mort; aussi retrouve-t-on, dans les tombes memphites, des meuniers et des boulangers. Le musée du Louvre possède deux de ces statuettes en calcaire qui remontent à la V^e ou VI^e dynastie (3000 ans av. J.-C.) (*fig. 21*). D'autres sont aux musées de Giseh, de Florence, de Berlin, de Liverpool, etc. Le serviteur ou la servante était représenté accroupi ou agenouillé devant une pierre, les bras en avant, broyant le grain au moyen d'un écrasoir en pierre, puis pétrissant sur la même pierre la

farine que l'on avait eu soin de délayer au préalable avec de l'eau dans une auge, dont on possède encore des spécimens (musée de Giseh).

Dans le même ordre d'idées, on voit encore au musée du Louvre une figurine en serpentine, petit monument votif qui représente, d'après l'inscription gravée sur le socle, un prince Thoutmès en train de broyer son grain.

Le seul document relatif à la mouture que l'on rencontre dans la civilisation chaldéenne et assyrienne est un bas-relief du palais de

Fig. 27.



Statuette égyptienne en calcaire (V^e ou VI^e dynastie). (Musée du Louvre.)

Khorsabad, dessiné dans le remarquable ouvrage de Botta et Flandin. Il représente un camp retranché défendu par un mur et des tours crénelées, à l'intérieur duquel a lieu une cérémonie religieuse; un prêtre semble bénir une gerbe de blé que deux hommes apportent; la partie inférieure du bas-relief est occupée par des tentes sous lesquelles des hommes ou des femmes pourvoient à la nourriture des guerriers; l'un des personnages semble broyer du grain sur une pierre, munie de pieds comme les *tripodes* qui seront décrits plus bas; l'autre semble pétrir sur une table.

Les Grecs ont connu également la pierre plate. M. Fouqué a rapporté de Santorin, dans les îles Cyclades, en 1866, des meules de lave, en forme de calottes hémisphériques, superposables par leur face plane. Schliemann a découvert à Mycène, en Argolide, de même qu'à Hissarlik, qui représente la citadelle de l'ancienne Troie, à Thymbra et à Hanaï-Tepeh, au sud-est de Troie, des meules plates et ovales. Des meules plates ont été trouvées dans l'Acropole d'Athènes.

Le musée du Louvre possède une statuette thébaine (Béotie) représentant une femme agenouillée, les bras allongés sur une pierre

Fig. 22.



Groupe de style corinthien. (Musée du Louvre.)

plate, et un groupe corinthien de quatre personnages, debout devant une table, où ils broient du grain avec des écrasoirs de pierre, à moins que ces écrasoirs ne soient que des pâtons de farine et que les hommes soient en train de boulanger; un joueur de flûte entraîne les ouvriers à leur dur labeur (*fig. 22*).

Il est intéressant, au point de vue ethnographique, de retrouver, à des milliers d'années de distance, l'emploi du même procédé de mouture parmi les peuples modernes de civilisation arriérée; chez

certain d'entre eux, l'usage a pu s'en perpétuer; chez d'autres, les mêmes besoins ont fait naître les mêmes outils.

Mindeleff a signalé l'usage de cette meule primitive chez les tribus

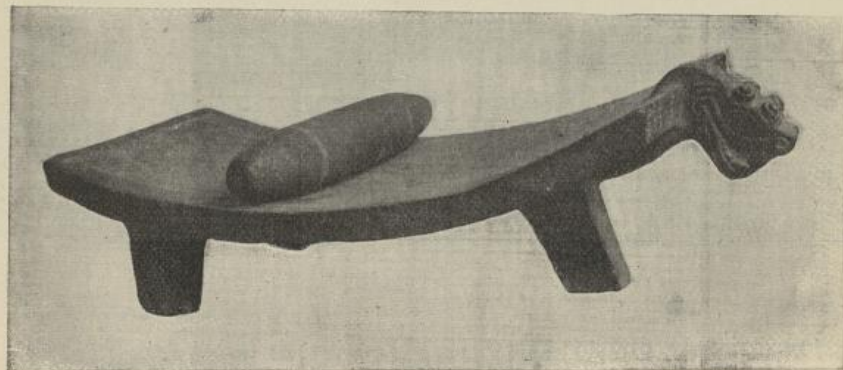
Fig. 23.



Mouture du blé à Harrar (Abyssinie).

indiennes du Nouveau-Mexique, Speke et Grant aux sources du Nil, Bourde en Abyssinie (*fig. 23*), Guyot au Zambèze, Evans en Islande;

Fig. 24.



Métate pour écraser le grain (San Salvador).

le musée ethnographique du Trocadéro possède des spécimens provenant d'Haïti.

Quelquefois la pierre est légèrement creusée au centre. Quelquefois la pierre plate est munie de rebords, comme dans la République de

l'Équateur, c'est la *metate* mexicaine. La pierre qui sert d'écrasoir, dite *mano*, porte l'empreinte des doigts, de façon que l'opérateur puisse, dans la mouture de son grain, déployer la plus grande somme d'énergie (Conservatoire des Arts et Métiers). Quelquefois, enfin, la pierre est munie de trois pieds ; c'est le *tripous* que l'on rencontre dans les stations gallo-romaines. Ce même tripous, on le retrouve chez les peuples modernes, dans l'Amérique Centrale, au Nicaragua (British Museum), au San Salvador, etc. (*fig. 24*).

2. Le mortier.

Il est bien difficile de parler du moulin sans dire un mot du mortier, qui a joué également un grand rôle dans l'histoire de la mouture ; le mortier a souvent exécuté le même travail que la meule,

Fig. 25.



Femmes décortiquant du riz en Imérina (Madagascar).

quelquefois on lui a demandé un travail préparatoire de concassage. Les Grecs et les Latins avaient des termes différents pour exprimer le concassage et le broyage des grains.

Le mortier représente un des plus anciens instruments de mouture. Il était en usage chez les Hébreux ; le verset des *Nombres* (xi, 8)

nous dit que le peuple y pilait la manne, et celui des *Proverbes* (xviii, 22) nous apprend qu'un insensé y pourrait être pilé sans que sa folie se détachât de lui. Il était en usage chez les Egyptiens ; le pileur, figuré sur le tombeau de Ramsès III, le prouve. Il était en usage chez les Grecs ; les vases *étrusques*, qui sont en réalité des vases grecs, nous font voir parfois des femmes pilant au mortier. Schliemann enfin a rencontré des mortiers et des pilons à Hissarlik.

Pour décortiquer le riz en Chine, en Corée, au Cambodge, on emploie encore aujourd'hui un mortier de bois dans lequel tombe un pilon, à intervalles réguliers et automatiquement, sous l'influence d'une force hydraulique.

Le mortier est d'un usage exclusif pour le broyage du riz, du millet, du dari sur les côtes de l'Afrique, à Madagascar ; le pilon représente tantôt une double massue, allongée, étranglée en son milieu (c'est la forme figurée sur les vases grecs, ou dans les figurines de style corinthien), tantôt un cylindre surmonté d'une massue en bois destinée à lui donner du poids, tantôt enfin un bâton de bois long et pesant (*fig. 25*).

3. La meule tournante (meule romaine).

De ces engins primitifs, de la pierre plate et du mortier, au moulin à meule *tournante*, il y a une très grande distance.

Nos moulins actuels sont constitués par deux meules plates : l'une, fixe sur le plancher de l'usine, c'est la *gisante* ; l'autre, tournant au-dessus de la première, avec une vitesse de 120 tours à la minute, c'est la *courante*. Au centre de celle-ci est une ouverture circulaire, l'*œillard*, dans laquelle une traverse de fer, l'*anille* ou *nille*, est scellée ; cette anille repose en équilibre sur l'extrémité, dite *pointal*, d'un axe vertical, le *fer de meule*, qui traverse la meule *gisante* ; la meule supérieure est équilibrée ; pour la faire tourner on dispose au sommet du fer de meule un *manchon*, dans l'*échancrure* duquel se place l'anille ; le fer de meule, dans son mouvement de rotation, entraîne l'anille et par conséquent la meule courante. Distribué par une *trémie* et un *auget*, le grain tombe dans l'œillard ; poussé par la force centrifuge, il gagne la périphérie en s'écrasant.

Il a donc fallu, pour en arriver là, que le génie inventif de l'homme fit un très gros effort ; mais dans quelle contrée, à quelle époque a été fait cet effort ? Qui l'a fait ? Malheureusement, celui qui l'a fait est extrêmement difficile à découvrir.

Dans l'*Exode* (xi, 5) il est parlé de la servante, dont l'enfant ne sera pas plus épargné que celui du Pharaon, de la servante qui se tient derrière *la meule*, et le mot meule (Rechajim) est au *duel*, ce qui prouve qu'il y en a deux. Le *Deutéronome* (xxiv, 6) défend de prendre pour gage le moulin *ni la meule supérieure*. Évidemment ce passage attribue à la meule supérieure une certaine importance; car s'il s'agissait d'une simple molette, que l'on puisse remplacer aisément, la loi n'aurait pas eu à interdire de la prendre pour gage; la saisie d'une pierre importante, comme le serait une meule tournante, empêcherait au contraire le moulin de fonctionner, et l'on prendrait alors « la vie même ». Il est question dans les *Juges* (ix, 53) d'une femme qui jette une meule supérieure sur la tête d'Abimélech, et dans *Job* (xli, 15) d'une meule inférieure qui est dure comme le cœur du Léviathan. Il existait donc bien, du temps des Hébreux, des moulins à deux meules, l'une supérieure, l'autre inférieure; mais rien ne nous indique que la première tournait au-dessus de la seconde. Le mot *Rekeb*, par lequel l'hébreu désigne la meule supérieure, signifie le char, les bêtes de somme; évidemment le char courait sur la meule inférieure, mais tournait-il?

Il est aujourd'hui démontré que Samson n'a jamais tourné la meule. Il était prisonnier des Philistins vers 1200 avant Jésus-Christ, et à ce moment la meule ne tournait certes pas; d'ailleurs le texte des *Juges* (xvi, 21) dit simplement: « Samson fut occupé à moudre dans la maison des prisonniers. »

Les légendes attiques ont revendiqué pour les Grecs l'invention du moulin à meule tournante, et l'ont attribuée à Myletas, roi de Lacédémone, à Mylès le Lelège, à Mylas, à Demeter, déesse des moissons. Mais les Grecs n'ont prouvé leur paternité ni par leurs écrits, ni par leurs monuments.

Homère montre, à l'arrivée d'Ulysse au palais d'Alcinoüs, roi des Phéaciens, des femmes qui, d'après plusieurs traducteurs, « tournent la meule » sur le grain doré. Mais le texte porte ἀλετρέουσι, et le verbe ἀλετρεύειν, qui vient d'ἀλετής, pierre à moudre, signifie simplement *moudre*, et non *tourner la meule*.

Un passage de l'*Odyssée* pourrait également laisser supposer l'existence de la meule tournante. Dans le palais d'Ulysse, douze femmes *courent autour* (ἐπιρῳομαι) de chaque meule; mais cette expression indique, de la façon la plus générale, un mouvement violent qui se fait autour ou en vue d'un objet; peut-être n'indique-t-elle que l'activité qui règne dans cet atelier de mouture.

Enfin, l'*Illiade* nous montre Ajax brisant le bouclier de son ennemi en le frappant d'une pierre semblable à une meule; elle nous raconte que, dans l'assaut du camp grec par les Troyens, les casques résonnaient, frappés par des pierres grosses comme des meules; ces allusions ont d'ailleurs été reprises par Virgile, qui nous dépeint Hercule lançant des pierres de meules, *vastis molaribus instar*. Que peut-on déduire de ces citations? Si les personnages d'Homère n'étaient pas des héros capables de porter et de lancer des pierres « que deux hommes, même les plus robustes, n'auraient pu hisser du sol jusqu'à un chariot », on pourrait croire que les pierres lancées par Hector, Ajax, etc., étaient grosses comme les molettes que Schliemann a retrouvées en si grand nombre à Hissarlik. Mais ils sont au-dessus de l'humanité moyenne et peuvent manœuvrer des pierres de grandes dimensions. On ne peut donc déduire de ces passages que les meules en usage étaient de petites meules semblables à celles de Hissarlik; mais on ne peut en déduire non plus qu'elles fussent de grandes meules.

Hésiode fait allusion à une aire bien courante, bien roulante, sur laquelle on écrase le grain. Mais cela n'indique rien sur la façon dont la meule supérieure agissait sur cette aire bien roulante.

Cependant il existe au musée du Louvre un disque en calcaire, provenant de l'île de Chypre, percé en son centre, et portant sur l'une de ses faces, légèrement creusée en entonnoir, des traces d'usure incontestables (*fig. 26*). Si la pièce n'était pas en calcaire, on pourrait, sans hésitation, la caractériser comme meule supérieure tournante, la plus ancienne que l'on connaisse; mais il convient de faire remarquer que les habitants de l'île de Chypre n'avaient, pour la construction de leurs meules, que de la pierre calcaire. Or le disque est recouvert d'une inscription grecque, pour laquelle d'ailleurs la Conservation du Louvre l'a achetée, et cette inscription qui représente, paraît-il, une formule magique, est du 11^e ou 14^e siècle avant Jésus-Christ.

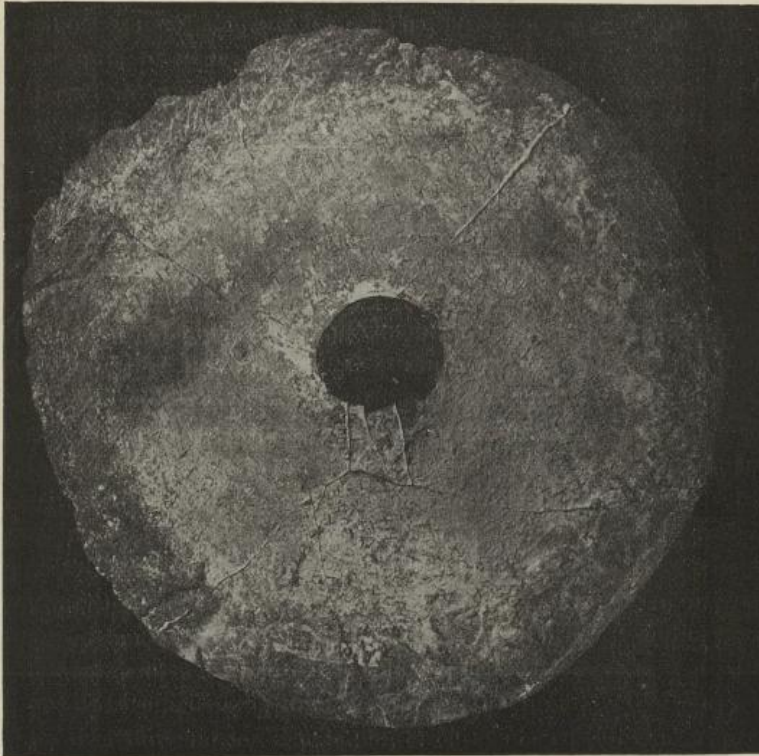
Les auteurs latins qui ont précédé notre ère ne sont guère plus explicites que les auteurs grecs.

Caton, qui vivait au 11^e siècle avant Jésus-Christ, parle dans le *De Re rustica* de *molæ versatiles*, c'est-à-dire tournantes, de *molæ asinarîæ*; les ânes ne pouvaient que faire tourner la meule. Cependant, quand on lit ce traité d'Économie rurale, on voit que Caton se préoccupait plus des olives que du blé; les moulins dont il parle représentent peut-être des moulins à olives (*trapeta*), qui, d'après

M. Maspéro, semblent, en Orient du moins, avoir précédé les moulins à blé.

Plaute, à cette même époque, « après avoir, dit Aulu-Gelle, perdu dans des entreprises de négoce l'argent qu'il avait gagné au théâtre, et se trouvant à son retour à Rome dans le plus complet dénûment,

Fig. 26.



Disque en pierre calcaire (II^e ou IV^e siècle av. J.-C.) trouvé dans l'île de Chypre.

se loua à un boulanger, qui l'employa à tourner une meule ». C'était évidemment une meule à blé.

Mais le meilleur des documents est l'existence, au milieu des ruines de Pompéi, de meules romaines, en place, dont quelques-unes pourraient encore fonctionner aujourd'hui. Pompéi a été enfoui sous les cendres en 79 après J.-C.; il ne peut donc exister de doute sur la date à laquelle ces meules étaient en usage. Ces meules ont été trouvées soit dans des maisons particulières (*casa del Labirinto*),

soit dans des boulangeries industrielles (*casa di Marte e Venere*, *casa di Sallustio*) (fig. 27).

De nombreux bas-reliefs viennent d'ailleurs confirmer l'existence de cet engin. Jahn décrit des moulins romains, mus par des ânes ou des chevaux, qui se trouvent figurés sur la frise supérieure du monu-

Fig. 27.



Forni pubblici à Pompéi.

ment du boulanger Eurysaces, sur des bas-reliefs du musée Chiaramonti (fig. 28), sur un sarcophage de la villa Médicis, sur un graffite du musée Palatin, sur une gemme, etc. Overbeck cite également un moulin qui fait partie d'un bas-relief représentant un magasin de boulangerie à Pompéi.

Les moulins romains ont été retrouvés près de Philippeville par Delamarre; à Henchir-el-Heudba et à Henchir-Debdeba (Tunisie), par M. Saladin; à Timgad et à Saint-Charles, près de Constantine.

Le moulin romain (fig. 27, 28, 29) se composait d'une pierre taillée en forme de cône et qui portait le nom de *meta*, à cause de sa ressemblance avec les bornes de cirque, et d'une autre pierre taillée

en forme de sablier dont les panses seraient ouvertes et évasées, et que l'on appelait le *catillus*. Ce *catillus* représentait, en réalité, un double entonnoir. L'entonnoir inférieur coiffait la *meta*, l'entonnoir supérieur recevait le grain.

La *meta* pouvait être creusée de rayons obliques, destinés à diriger les produits moulus. Ils étaient tracés de gauche à droite, en

Fig. 28.



Bas-relief. (Musée Chiaramonti.)

effet (fig. 28), dans le sens où tournait le *catillus*. Autour du socle qui supportait la *meta* était disposée quelquefois une auge circulaire, destinée à recevoir les produits moulus. Il en est ainsi au moulin de Saint-Charles, cité plus haut.

Dans la partie étranglée du *catillus* et extérieurement, bien entendu, on ménageait deux oreilles, de section rectangulaire, à l'intérieur desquelles, et perpendiculairement à l'axe du moulin, on

L.

11

pouvait introduire les leviers de bois destinés à mettre le *catillus* en mouvement.

Des chevilles de bois, traversant perpendiculairement ces oreilles, permettaient de maintenir les leviers dans leurs logements.

La dimension de ces moulins était variable. On rencontre à Pompéi des moulins dont le *catillus* mesure plus de 1^m, d'autres dont le *catillus* n'atteint que 0^m,50.

C'était, en tout cas, un gros engin à manœuvrer que ce *catillus*, et aucune force humaine ou animale n'y serait parvenue, s'il n'avait été pour ainsi dire suspendu au-dessus de la *meta*, et capable de tourner en équilibre sur le pivot qui l'en maintenait écarté.

Il semble que deux procédés aient été employés pour obtenir ce résultat. Overbeck explique que sur l'extrémité de la *meta* on scellait un goujon de fer, et que l'on fixait, dans la partie étranglée du *catillus*, un disque horizontal qui le fermait entièrement. Ce disque portait au centre un trou dans lequel s'engageait le goujon de la *meta*; le *catillus* se trouvait ainsi en équilibre et pouvait tourner autour du pivot que le goujon représentait. En outre, le disque était percé de trous plus petits, destinés à laisser passer les grains qui s'engageaient entre les surfaces coniques. Mommsen et Marquardt disent que cet ajustage en fer a été trouvé par Mazois à Pompéi, dans un état de conservation partielle. D'autre part, on a découvert, dans la maison de Bosco-Reale, une petite meule dont le dessin, publié par M. Pasqui, indique nettement ce dispositif.

Cependant, il faut reconnaître que l'on ne trouve pas, à notre connaissance du moins, dans l'intérieur des grands *catillus* romains, trace du scellement de cette plaque de fer perforée.

Le second des procédés employés pour maintenir les meules écartées est d'une reconstitution plus certaine (*fig. 29*).

Plusieurs des bas-reliefs cités plus haut, entre autres ceux du Musée Chiaramonti, nous donnent une idée assez exacte de la façon dont les meules étaient agencées, pour que l'on ait pu, à Pompéi, reconstituer un moulin romain.

La partie supérieure du *catillus* était encadrée par une pièce de bois transversale et deux pièces qui, descendant le long de la paroi du *catillus*, venaient se raccorder au levier horizontal, soit dans l'intérieur même de l'oreille de pierre, soit extérieurement à cette oreille. Les meules ci-dessus reproduites ne laissent aucun doute sur ces dispositions (*fig. 27 et 28*).

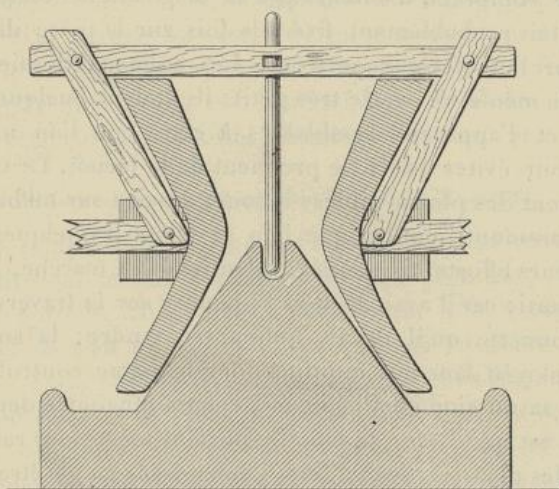
Dans la traverse horizontale était fixée une pièce de fer verticale

qui y était maintenue, soit par une béquille, cordée sur la traverse, soit par une goupille transversale (*fig. 29*). La pièce de fer verticale entraînait directement dans un trou creusé au sommet de la *meta*. La meule supérieure était donc suspendue en équilibre, par cette pièce de fer, sur la *meta*, et il suffisait d'un effort relativement faible pour lui communiquer le mouvement de rotation.

Les surfaces des deux meules n'étaient pas parallèles, de façon que le grain s'engageât doucement entre la *meta* et le *catillus*, et y subît une mouture progressive.

Tout fait supposer que les meuniers pouvaient à volonté éloigner

Fig. 29.



Coupe théorique d'un moulin romain.

ou rapprocher les deux meules pour produire des farines plus ou moins fines; mais le procédé qu'ils employaient pour obtenir ce résultat nous échappe. Peut-être se contentaient-ils d'introduire des coins entre la traverse horizontale et la béquille de l'arbre vertical.

Les esclaves, comme on le sait, étaient chargés de tourner la meule; il leur fallait pousser devant eux, *trudere* (de là le nom de *mola trusatiles*) les leviers dont nous avons parlé plus haut, et il n'est pas besoin de faire remarquer la force qu'ils devaient déployer pour exécuter ce travail. On occupait également à la meule des condamnés, dont on rendait l'effort encore plus pénible en les chargeant de chaînes, en leur imposant une sorte d'entrave, *πυσιχάπη*, qui les empêchait de porter, pendant le travail, la farine à la bouche. Quelquefois

aussi c'était la servante qui était chargée du soin de la mouture. La meule était, dans ce cas, de plus petite dimension. Les chevaux et bêtes de somme, les ânes étaient souvent employés à faire tourner le moulin; de là les noms de *molæ jumentariæ*, *molæ asinariæ*.

On voit, sur l'un des bas-reliefs du musée Chiaramonti (fig. 28), une trémie, qu'il faut considérer comme un *engraineur*. Cette trémie était probablement fermée par une soupape, que l'on pouvait soulever à l'aide d'une corde au moment où le meunier jugeait que la vitesse de rotation était atteinte.

Le bas-relief qui est reproduit plus haut nous montre encore que les animaux étaient attelés directement au *catillus*, et que l'attelage, dont on ne comprend d'ailleurs pas la disposition exacte, était très court. Il était probablement fixé à la fois sur la pièce de bois centrale et sur la traverse supérieure. Les animaux devaient décrire autour de la meule un cercle très petit; ils étaient quelquefois munis d'œillères et d'appareils semblables à ceux que l'on mettait aux hommes pour éviter qu'ils ne prennent de la farine. Le travail était naturellement des plus pénibles; le fouet dessiné sur un bas-relief du musée Chiaramonti montre que l'on se trouvait quelquefois obligé d'exciter leurs efforts. Si l'animal ralentissait sa marche, le meunier en était averti; car il avait eu soin de pendre sur la traverse du *catillus* une sonnette qu'il devait toujours entendre; la sonnette est encore employée dans nos moulins pour le même contrôle.

Pendant sa mission en Phénicie, Renan a rencontré deux pierres, dont l'une est une *meta* de moulin, portant même des rainures tracées dans des plans verticaux, dont l'autre est la partie étranglée d'un *catillus* muni de ses deux oreilles. Mais cette découverte, faite cependant au milieu d'objets dont l'antiquité remonte à la domination perse (538), ne permet pas de conclure que les Phéniciens connaissent le moulin à meules tournantes avant les Romains et que ce soient eux qui l'aient importé en Italie. Il est plus vraisemblable que ce moulin, dont le *catillus*, fait d'une basalte, qui, d'après Renan, sert encore aujourd'hui à fabriquer des meules, a été taillé en Phénicie, mais sous la domination romaine (64 avant J.-C.).

Cependant, quelques archéologues, notamment M. Maspero, qui en a le premier émis l'hypothèse à son cours du Collège de France, supposent que la découverte du moulin à huile, le *trapetum*, a précédé celle du moulin à grains. C'est au moment où le commerce des huiles destinées à l'éclairage, à la toilette, etc., a pris de l'extension, que la préparation de l'huile a cessé d'être une industrie domestique et

que les hommes ont été sollicités d'imaginer un engin capable d'écraser économiquement de grandes quantités d'olives. Or, la Phénicie, comme la Palestine, a cultivé de longue date l'olive et a fait commerce des huiles.

Si l'on admet cette hypothèse, on peut admettre également que le moulin romain, tel qu'il vient d'être décrit, dérive du *trapetum*. Celui-ci était formé d'une auge demi-sphérique, dans laquelle tournaient deux molettes verticales, représentant deux portions de sphère, dont la partie concave était tournée à l'extérieur et venait frôler les parois de l'auge. Un système de coins permettait de tenir les molettes à distance de ces parois, de façon à ne pas briser les noyaux.

Si l'on suppose que les deux molettes se réunissent pour former à l'intérieur de l'auge une sorte de pilon rotatif, on se trouve en présence du moulin à noix, et si l'on retourne le moulin de façon à faire de cette molette une *meta* immobile, et de l'auge un *catillus* mobile, on reconstitue le moulin romain.

4. La meule tournante chez les Gallo-Romains.

Il est assez difficile de savoir si les Romains, en arrivant en Gaule, ont rencontré des meules à main; c'est peu probable; car s'ils les avaient rencontrées, ils n'auraient pas manqué d'en comprendre les avantages et de s'en servir; ils n'auraient pas construit en Gaule, avec les pierres du pays où ils se trouvaient, des moulins encombrants du genre de ceux de Pompéi. Or le musée d'Amiens possède une *meta* et un fragment du *catillus* correspondant, qui ont été découverts en 1881 dans une rue de cette ville; il possède en outre un *catillus* qui a été coupé en deux; les deux entonnoirs, appliqués l'un contre l'autre, servaient de sépulture à un boulanger. Or ces pièces sont en grès de Picardie; le moulin a été taillé sur place.

Ce qui permet de supposer que la meule dite *gallo-romaine* ne préexistait pas en Gaule, au moment de la conquête romaine, et qu'elle est bien le résultat de la transformation du moulin romain, c'est que l'on rencontre, dans plusieurs localités, des moulins d'un type intermédiaire, d'une forme de transition.

Deux *catilli* de ce type intermédiaire ont été trouvés, l'un à Chambéry (musée de Chambéry), l'autre à Marseille (musée Borély) (*fig. 30*). La partie travaillante de ces *catilli* est beaucoup moins conique que celle des *catilli* de Pompéi; de plus, l'entonnoir supérieur est supprimé et remplacé par une ouverture cylindrique servant d'œillard. Les deux oreilles de la meule sont saillantes; elles portent

des trous dans lesquels on passait les leviers. Il y avait donc, dans la façon dont on comprenait le moulin à cette époque, une certaine uniformité, puisqu'on retrouve le même spécimen dans deux contrées très éloignées.

Il existe également au musée d'Insbrück un moulin dont la meule supérieure est une pierre haute de 15^{cm} environ, dans l'épaisseur de

Fig. 30.



Catillus de moulin romain trouvé à Marseille. (Musée Borély.)

laquelle est creusé un double entonnoir, à parois très évasées, et qui représente en réalité un catillus romain très aplati.

Les meules gallo-romaines abondent dans notre pays et sont conservées dans presque tous nos musées nationaux (Saint-Germain, Cluny, Carnavalet; musées de Caen, de Rouen, d'Amiens, de Moulins, de Saint-Quentin, etc.).

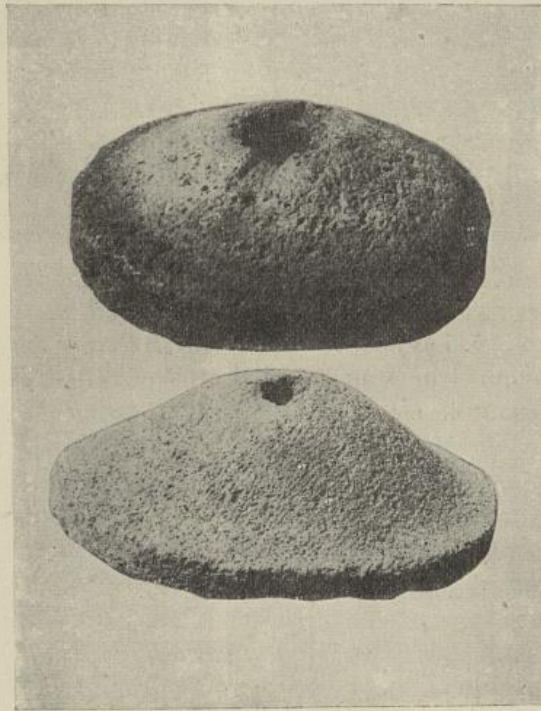
Certaines de ces meules ont de 40^{cm} à 50^{cm} de diamètre; ce sont des meules à main. Un trou, pratiqué sur le côté, permettait de loger un bâton au moyen duquel on faisait tourner la meule. Quelquefois, la partie supérieure de la meule courante portait un anneau; on attachait au plafond une tige de bois dont l'extrémité, terminée par un crochet, venait saisir l'anneau de la meule; on communiquait alors à la tige un mouvement de rotation conique, qui entraînait la meule supérieure; ce mode de transmission était en usage au moyen âge.

D'autres présentent un diamètre plus considérable et mesurent jusqu'à 70^{cm} et 80^{cm}; ces meules étaient trop larges pour être mues à bras; elles recevaient leur mouvement d'une transmission mécanique; c'étaient des meules de moulins à eau. On retrouve d'ailleurs, au

centre des meules inférieures de ces moulins, un orifice cylindrique à travers lequel passait le *fer de meule*, et, sur les meules supérieures, un œillard entaillé en croix et dans lequel était scellée l'*anille*.

La forme des meules était encore conique (*fig. 31*); la partie supé-

Fig. 31.



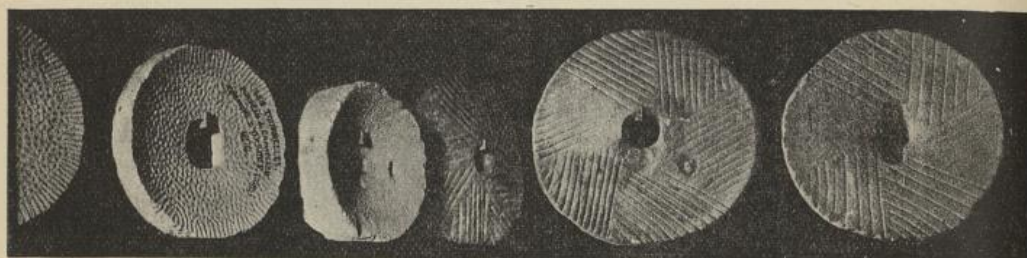
Meules gallo-romaines trouvées près de Clermont-Ferrand.

rieure de la meule courante était tantôt convexe, c'est-à-dire à peu près parallèle à la surface broyante, tantôt plate, munie de rebords, formant une sorte de plateau sur lequel on accumulait les grains qui étaient sur le point d'entrer dans l'œillard.

La surface travaillante des deux meules était en général brute, simplement taillée; les seules rugosités étaient celles que la nature de la pierre comportait. Mais quelquefois on déterminait au marteau, pour permettre à la meule de mieux mordre le grain, soit des aspérités, d'autant plus fines et plus resserrées qu'elles se rapprochaient de la périphérie (musée de Saint-Germain) (*fig. 32*), musée Carnavalet, etc.), soit des canaux demi-circulaires (musée de Saint-Quentin).

On est fort étonné de trouver au musée de Saint-Germain des meules gallo-romaines dont la surface est rayonnée, non pas suivant les rayons géométriques, mais suivant les tangentes à un cercle intérieur qui, dans le cas actuel, représente à peu près le cercle de

Fig. 32.



Meules gallo-romaines. (Musée de Saint-Germain.)

l'œillard (fig. 32). Les meules comportent des grands rayons, et des petits rayons qui leur sont parallèles. Bref, elles se présentent rayonnées suivant le même principe que nos meules modernes. Drancy, dans un Mémoire couronné par l'Académie royale des Sciences en novembre 1785⁽¹⁾, propose, comme chose nouvelle, de rayonner les meules dans les conditions citées plus haut. Le rayon tangentiel à l'œillard fut préconisé ensuite en Angleterre, et revint en France.

On trouve enfin dans nos musées un grand nombre de meules en poudingue (musées de Caen, de Rouen, d'Amiens, etc.) qui ont la forme d'une demi-lentille, percée d'un trou central destiné certainement à l'introduction du grain; elles possèdent un diamètre de 30^{cm} à 50^{cm}; la surface plane de la lentille présente des traces indiscutables d'usure; elles ont donc travaillé sur cette face et non sur la face demi-cylindrique. Quelques-unes portent un trou latéral, dans lequel on enfonçait le bâton de commande; mais d'autres n'en portent pas, et il faut admettre alors qu'on les faisait tourner autour de leur centre, en appliquant les deux mains sur leur surface.

De même que l'on rencontre l'usage de la pierre plate pour la mouture du grain, chez les peuplades encore sauvages, on y retrouve l'emploi moderne de la meule à la main.

(¹) Ce Mémoire, du plus haut intérêt pour l'histoire de la meunerie, a été inséré dans le Livre de Parmentier : *Sur les avantages que la province du Languedoc peut retirer de ses grains*, 1787

De nombreux voyageurs ont signalé cet emploi de la meule à main dans les régions les plus diverses : en Europe même, en Russie, en Suède, en Norvège, en Irlande, en Écosse, en Islande ; en Palestine, en Perse, aux Indes ; en Algérie, en Tunisie, en Egypte, au Zambèze, etc.

Le bâton qui doit déterminer la rotation est tantôt assujéti verticalement dans la pierre de la meule supérieure, plus près de la périphérie que du centre ; tantôt il est fixé sur le côté (*fig. 33*). Le

Fig. 33.



Mouture du blé à Tuggurt (Algérie).

meunier ou la meunière est accroupi devant sa meule ; quelquefois il est assis, ayant la meule entre les jambes. Quand la meule est de grande dimension la mouture nécessite deux ouvriers ou ouvrières, qui se placent vis-à-vis l'un de l'autre ; la meule est trop large pour que le bras de chacun d'eux puisse accompagner le bâton dans sa course circulaire ; l'un abandonne celui-ci quand il se trouve hors de sa portée et le reprend quand il revient à lui.

5. Influence de la rotation mécanique sur la disposition des meules.

L'adaptation de la transmission mécanique à la rotation du moulin devait déterminer non seulement une révolution dans l'économie de l'industrie meunière, mais encore un changement profond dans la disposition des meules.

Le moulin à eau est fort ancien ; au début du premier siècle avant Jésus-Christ on voyait, d'après Strabon, un moulin à eau à Cabires, ville du Pont Cappadocien, près du palais de Mithridate. Lucrèce et Vitruve décrivent le mode de construction du moulin à eau.

Le moulin à vent est plus moderne ; on dit qu'il a été importé d'Orient, en France et en Angleterre, au moment des Croisades, vers le milieu du ^x^e siècle. Une charte de 1105 prouve qu'à cette époque on se préoccupait, en France, d'établir des moulins à vent.

La turbine à eau n'est même pas chose nouvelle, à en juger par le *Théâtre des Industries* de Jacques Besson (1579), et le *Theatrum machinarum novum* de Bockler (Francfort, 1618).

Quant au moulin à vapeur, son invention est toute moderne et n'a pas d'histoire.

Ce sont ces transformations dans la mise en mouvement du moulin qui ont fait des meules ce qu'elles sont aujourd'hui.

La meule courante étant animée d'une vitesse plus grande que dans les moulins à bras, il fallait que celle-ci fût suspendue, en équilibre, au-dessus de la meule gisante. De là l'invention de l'*anille*.

M. Lecarguet a signalé un dispositif primitif, encore en usage dans l'île de Sein et au cap Sizun (Finistère), que l'on peut considérer comme l'origine de l'anille moderne. Dans un trou central de la meule inférieure on dispose un galet horizontal, creusé en son centre. Dans l'œillard de la meule supérieure on assujettit, au moyen de coins de bois, un galet allongé et vertical qui sert de pivot. Si l'on retourne par la pensée ce dispositif, on voit que le galet supérieur représente le *pointal*, et que le galet inférieur joue le rôle d'anille.

Dans les meules primitives, meules d'Egypte par exemple, on rencontre également des dispositifs qui rappellent l'anille ; mais en général la meule supérieure n'est pas en équilibre sur la meule inférieure. Au centre de celle-ci est un goujon de bois, vertical, traversant de part en part l'anille de bois, qui est placée dans l'œillard de la meule supérieure.

C'est au ^{xviii}^e siècle que l'on vit apparaître l'anille en fer. Si elle était appliquée à un moulin à eau, c'est-à-dire à un moulin com-

mandé par-dessous, le *gros fer*, celui qui traverse la meule gisante et donne le mouvement, était aminci à la partie supérieure (*fusée*) et se terminait par une pièce carrée. L'anille, qui portait quatre branches de scellement, était percée d'un trou rectangulaire, dans lequel entraient l'extrémité du gros fer. A la fin du XVIII^e siècle, l'extrémité de celui-ci fut, comme cela se fait aujourd'hui, coiffée d'un manchon qui saisissait l'anille dans ses deux branches.

Si le moulin était moulin à vent et s'il devait être commandé par-dessus, l'anille, reposant toujours sur la pièce carrée du gros fer, c'est-à-dire du fer inférieur, était saisie par une mâchoire placée à l'extrémité du petit fer, c'est-à-dire du fer supérieur. Celui-ci recevait son mouvement de rotation du *rouet* et des *lanternes* que les ailes du moulin faisaient tourner.

La transformation des moulins à bras en moulins mécaniques devait en outre rendre la surface des meules absolument plane.

La meule romaine tournait lentement, en effet; il en était de même de la meule à bras gallo-romaine; il fallait par conséquent que, pour permettre au grain moulu de gagner la périphérie, les meules fussent taillées coniques; le grain glissait par son propre poids le long de ces surfaces.

Quand on a pu, grâce aux engins mécaniques, donner au moulin une plus grande vitesse de rotation, les meules durent cesser d'être coniques; car le grain, délivré au centre, gagnait rapidement la périphérie sous l'influence de la force centrifuge.

L'invention du rayonnage, ou plutôt sa réinvention, devait contribuer à aplanir la surface des meules; les rayons ont en effet pour mission de conduire le grain vers la périphérie; pour cette raison encore, les meules durent cesser d'être coniques; et en effet on n'emploie, en France, depuis 100 ans, que des meules plates.

L'adoption du rayonnage devait amener un progrès nouveau, consacrer l'emploi des pierres dures à la construction du moulin. Les pierres dont on faisait usage jusque-là présentaient de nombreuses cavités, des *éveillures*, et on les recherchait précisément parce que ces éveillures donnaient du *coupant* et du *mordant* à la meule; mais elles présentaient l'inconvénient d'être tendres et de s'user rapidement. Les rayons, en cisailant le grain, produisent le même effet que les éveillures de la pierre; celles-ci devenaient inutiles, et l'on pouvait, en appliquant le rayonnage, construire le moulin en pierres moins éveillées, mais plus dures.

C'est au moment de l'introduction en France de la mouture dite

à l'anglaise, de 1817 à 1822, que l'on vit apparaître les meules rayonnées. Celles-ci, ayant une surface de travail plus parfaite, pouvaient être construites sous un plus petit diamètre; les meules de 1^m, 30 remplacèrent les meules de 6 pieds.

Une révolution en amène une autre : on ne pouvait guère trouver, sur une surface aussi grande, une meule monolithe d'une dureté homogène; les constructeurs ont donc été amenés à façonner la meule par la juxtaposition de morceaux, dits *carreaux*, judicieusement choisis et joints au moyen de ciment. L'invention n'est peut-être pas nouvelle; au commencement du XIX^e siècle, les Bretons, gens économes, venaient chercher, paraît-il, à nos carrières de la Ferté-sous-Jouarre, des fragments que l'industrie rejetait, et qu'ils savaient assembler pour la construction de leurs meules. En tout cas, ce mode de fabrication est fort avantageux; il permet de mettre au centre de la meule, au *bottard*, là où l'effort est faible, parce que les deux meules y ont plus d'écart qu'à la périphérie, des pierres relativement tendres, et à l'entourage, au contraire, les pierres les plus dures, les plus siliceuses et les plus pleines.

II. — LA CONSTRUCTION DU MOULIN DE PIERRE.

L'étude qui vient d'être faite des transformations successives subies par l'appareil de mouture a préparé le lecteur à la description qui va suivre du moulin moderne; mais il convient de serrer la question de plus près et, pour cela, de rechercher d'abord les pierres qui se prêtent le mieux à la construction de la meule, suivre ensuite les procédés que l'on applique à cette construction, et voir enfin de quelle façon la meule supérieure est établie et *court* au-dessus de la meule inférieure.

1. Des pierres employées à la confection des meules. Le travail à la carrière.

C'est une question d'importance capitale que celle du choix des pierres à l'aide desquelles les meules doivent être constituées.

Des pierres de nature très diverse y étaient employées autrefois : tantôt des pierres calcaires, tantôt des granits, des grès, des laves, etc., et même, aujourd'hui encore, on voit en certaines contrées, surtout pour les moulins domestiques, recourir à l'emploi de matières de cette sorte.

Celles-ci, cependant, présentent de graves inconvénients, des

inconvenients tels qu'on les doit, sans hésiter, rejeter pour la confection des meules à grains.

Les pierres calcaires sont tendres, et, du fait de leur contact avec ces grains, elles s'effritent et produisent une poussière qui, mêlée à la boulange, se retrouve plus tard dans le pain et le rend croquant sous la dent.

Les grès, les laves, à un moindre degré, se comportent de même, et la poussière pierreuse qu'ils fournissent, plus dure que la poussière calcaire, produit, dans la bouche, une sensation plus désagréable encore et détermine l'usure des dents, que la science anthropologique a constatée maintes fois.

Le granit, enfin, se polit avec facilité, et bientôt, entre les surfaces opposées des meules de cette nature, les fragments du grain glissent sans s'affleurer.

En fait, il n'est qu'une seule pierre qui, employée à la confection des meules, puisse donner au meunier les garanties qu'il réclame pour ses travaux : c'est une variété de silex, c'est-à-dire de quartz, de silice, à laquelle, à cause précisément de l'emploi spécial qu'en fait la fabrication des meules, on a donné le nom de *silex meulier*, quelquefois de *silex molaire*, souvent et par abréviation le nom de *meulière*.

Plus dur que les calcaires, les grès, les laves, etc., dont il a été parlé tout à l'heure, résistant à l'effritement, ne se laissant pas polir comme le granit, ce silex se présente avec des qualités tout exceptionnelles qui font de lui la matière première par excellence de la meulerie.

C'est dans les terrains tertiaires que le silex meulier est toujours logé, et c'est toujours aussi sous la forme de masses ou d'amas qu'on l'y rencontre; empâtés, en général, dans des couches d'argile, ces amas, qui quelquefois mesurent jusqu'à 2^m d'épaisseur, sont ondulés à la surface, mamelonnés pour ainsi dire, et présentent nettement le caractère de concrétions. Leur aspect extérieur suffit à caractériser le mode de leur formation et à faire reconnaître celle-ci comme postérieure à la formation des terrains où on les trouve enfouis; l'origine des amas de silex meulier, en effet, est identique à celle des silex en rognons ou flints qu'on rencontre dans la craie; c'est sur place et par l'action des eaux que les uns et les autres ont pris naissance.

Le silex meulier est, d'autre part, caractérisé par une structure toute particulière; compacte dans son ensemble, la masse en est, par

places, cariée pour ainsi dire; les cavités dont elle est parsemée sont tantôt vides, tantôt pleines, et garnies d'une argile ocreuse et de couleur rouge; à ces cavités on donne, à la carrière et au chantier, le nom de *fraisières*; celles-ci, plus tard, lorsque la meule est dressée, donnent lieu aux creux qui, à la surface de cette meule, constituent les *éveillures*; quelquefois ces fraisières sont profondes et peu nombreuses; d'autres fois, au contraire, elles sont petites, nombreuses et serrées les unes contre les autres; de leur nombre, de leurs dimensions, de leur rapprochement ou de leur éloignement enfin résultent plus tard, au dressage de la meule, des surfaces de nature et de propriété variées.

Les différences qui viennent d'être signalées, à propos de la structure des silex meuliers, ne sont pas les seules qu'il faille retenir, et l'on doit une égale attention aux différences que ces silex présentent sous le rapport de la dureté; celle-ci varie suivant les gisements, suivant les amas, même suivant les diverses parties d'un même amas, dans des limites considérables.

Au point de vue de leur couleur enfin, les silex meuliers montrent également de très grandes différences : souvent ils sont blancs et d'aspect porcelané, mais on les voit également offrir des colorations gris clair, gris bleu, bleu de ciel, rose, jaune, et même brune; ces colorations ne déterminent pas, d'une manière nécessaire, des différences dans les qualités de la pierre.

Des gisements de silex existent en diverses contrées : on en cite un certain nombre en Amérique, en Hongrie, etc., mais c'est en France surtout que ces gisements se rencontrent, et c'est en France, par suite, que l'industrie de la meulerie est surtout développée.

Depuis bien longtemps déjà le monde entier, on peut le dire, est, pour la confection des meules à grains, tributaire des carrières françaises, et les Tableaux qui suivent suffisent à établir le rôle considérable que joue l'exportation dans le développement de notre industrie meulière.

Dans le premier de ces Tableaux sont indiqués, d'un côté le nombre des meules exportées de France pendant une période de cinquante années; d'un autre, la valeur des pièces ainsi exportées ⁽¹⁾.

Le second fait connaître, à six époques séparées, le nom des principaux pays acheteurs de nos meules.

⁽¹⁾ Ces meules cependant ne sont pas exclusivement destinées à la meunerie, et sont quelquefois demandées par la fabrication de l'amidon, de la porcelaine, de la céruse, etc.

Exportation annuelle des meules fabriquées en France.

Années.	Nombre de pièces.	Moyennes.	Valeur totale.	Moyennes.
1847 à 1856.....	"	3 547	"	765 534
1857 à 1866.....	"	5 950	"	2 043 345
1867 à 1876.....	"	12 111	"	4 351 213
1877	17 455	14 529	7 331 100	6 106 629
1878	11 782		4 948 440	
1879	16 839		7 072 380	
1880	22 200		9 327 780	
1881	18 709		7 895 550	
1882	11 570		4 863 180	
1883	11 907		5 000 940	
1884	12 233		5 137 860	
1885	13 433		5 641 860	
1886	9 160		3 847 200	
1887	7 381	12 689	3 100 000	3 772 384
1888	8 417		3 529 965	
1889	12 696		5 278 545	
1890	15 037		6 313 065	
1891	11 669		4 898 505	
1892	17 357		7 285 890	
1893	14 874		3 346 900	
1894	10 100		2 272 625	
1895	10 919		2 456 825	
1896	14 415		3 244 675	
1897	10 213		2 297 925	
1898	11 581		2 605 725	
1899	11 245		2 530 125	
1900	12 168		2 737 800	

En étudiant les chiffres inscrits sur ce Tableau, on est étonné de voir que l'industrie de la fabrication des meules, comme le développement de la mouture par cylindres le laisserait supposer, est loin d'avoir disparue; le nombre des pièces fabriquées est aujourd'hui sensiblement le même qu'autrefois; la valeur marchande de chacune d'elles a diminué, parce que le commerce a demandé des meules plus petites, destinées surtout aux besoins agricoles, et parce que l'industrie meulière, pour survivre, a fait de plus lourds sacrifices.

Les chiffres qui précèdent cependant ne suffisent pas à exprimer la totalité des exportations faites par les carrières françaises; en outre des meules fabriquées, en effet, ces carrières exportent chaque

année une quantité importante de carreaux tout préparés pour la fabrication des meules à l'étranger. Le nombre de ces carreaux est, d'ailleurs, très variable, comme l'indique le Tableau suivant :

Exportation annuelle des carreaux de meules.

1897.....	69 908
1898.....	72 292
1899.....	100 757
1900.....	53 281

A côté des chiffres représentant l'exportation totale des produits de la meulerie française, il n'est pas sans intérêt de rechercher, d'après les pièces vendues, quels ont été, jusqu'à ces dernières années, les principaux acheteurs de ces produits. C'est ce que montre le Tableau suivant pour cinq années : 1877, 1882, 1887, 1892, 1897, séparées l'une de l'autre par une égale période de cinq ans, et pour l'année 1900.

Pays acheteurs des meules françaises.

	1877.	1882.	1887.	1892.	1897.	1900.
Russie.....	1973	266	70	243	974	833
Allemagne.....	2763	1760	1950	4264	1196	1671
Belgique.....	602	1147	867	1997	2945	1429
Angleterre.....	435	801	706	4438	635	939
Espagne.....	1156	815	528	985	903	1183
Italie.....	1141	200	120	"	"	329
Suisse.....	695	158	176	406	286	"
Égypte.....	"	"	159	"	"	328
États-Unis.....	3322	4931	2264	3446	2103	4119

En dehors de quelques ventes accidentelles, ce sont, on le voit, les États-Unis, la Russie, l'Allemagne, l'Angleterre, la Belgique, l'Espagne et l'Italie qui constituent nos principaux acheteurs. L'introduction dans ces diverses contrées de la mouture à cylindres est aujourd'hui la cause déterminante de la diminution des commandes que leurs meuniers faisaient autrefois à meulerie française.

C'est dans trois bassins différents que se rencontrent, en France, les terrains à silex meulier. Ces bassins sont, par ordre d'importance croissante, le bassin de la Gironde, celui de la Loire et celui de la Seine.

Dans le premier de ces bassins, les gisements principaux sont ceux de Bergerac et de Domme (Dordogne); ils appartiennent à l'étage supérieur du terrain tertiaire, et le silex meulier s'y montre, en

général, homogène, à grain serré, mais éclatant facilement sous le marteau.

Dans le bassin de la Loire, les gisements principaux sont ceux des environs de Poitiers et de Lesigny, dans la Vienne; de Cinq-Mars-la-Pile, dans l'Indre-et-Loire, etc. Les qualités des silex y sont habituellement comparables à celles des silex du bassin de la Gironde.

C'est dans le bassin de la Seine que figurent les gisements les plus importants; les uns, comme ceux d'Epernon, de Nogent-le-Rotrou, dans l'Eure-et-Loir, etc., appartiennent, eux aussi, à l'étage supérieur des terrains tertiaires; les autres, comme ceux de la montagne de Reims, d'Orbais, etc., aux environs d'Epernay, dans la Marne, comme ceux de Saint-Yon et des environs de Corbeil, dans Seine-et-Oise, comme aussi les gisements célèbres de la Ferté-sous-Jouarre, dans Seine-et-Marne, appartiennent à l'étage inférieur de ces terrains, et la pierre qu'on en extrait, moins serrée en général, s'y laisse aisément travailler au marteau, sans éclater.

Des divers gisements qui viennent d'être indiqués, c'est celui de la Ferté-sous-Jouarre qui, tant au point de vue de la qualité des pierres qu'au point de vue du développement industriel et commercial, possède l'importance la plus considérable; et c'est à la Ferté-sous-Jouarre, par conséquent, qu'il convient surtout d'étudier les procédés de la meulerie.

C'est sur les coteaux qui, à gauche et à droite de la Ferté, bordent, à 60^m ou 70^m de hauteur, la vallée de la Marne que se rencontrent les gisements de silex meulier les plus célèbres; les carrières de la Justice, du Bois de la Barre, des Cheneaux, de Jouarre, etc., sont connues de tous les meuniers, non seulement en France, mais encore à l'Etranger.

C'est à l'étage inférieur du terrain tertiaire que ces carrières appartiennent : au-dessus du calcaire grossier qui, alternant avec des marnes argileuses ou calcaires et des sables, forme la base de cet étage, se rencontrent alors des marnes parsemées d'amas de gypses, que surmontent des sables siliceux et micacés.

Au-dessus s'étend un terrain vague de sables et d'argiles, nettement caractérisé par la présence de coquilles nombreuses; puis, en remontant encore et après avoir dépassé le calcaire d'eau douce, la couche d'argile au milieu de laquelle se développent les bancs quelquefois continus, quelquefois disloqués, de silex meulier. Des couches de sable, tantôt blanc, tantôt jaune, et d'argile séparent seules ensuite ces bancs de terre végétale.

L.

Quelquefois les couches supérieures font défaut et le silex affleure; d'autres fois, au contraire, elles ont une grande puissance, et c'est chose fréquente que, pour atteindre le silex, il faille traverser des couches de sable de 12^m et 15^m d'épaisseur.

Au-dessous de ces couches d'argile et de sable, la pierre siliceuse se présente avec des qualités diverses; elle n'est pas toute *meulière*; en général, la croûte supérieure et aussi les couches inférieures, que l'on désigne sous le nom de *tuf*, sont tendres et ne peuvent servir qu'à la construction.

L'épaisseur des bancs est, d'ailleurs, très variable. Il en est qui ne mesurent que 0^m,75 à 0^m,80; d'autres, au contraire, mesurent jusqu'à 4^m et 5^m. Sous l'influence d'un phénomène géologique inconnu, quelques-uns de ces bancs se sont rompus; à travers les failles produites par cette rupture, l'argile et le sable supérieurs se sont fait un passage, si bien que, dans ces gisements, le silex séparé en fragments se présente maintenant sous forme d'amas ou de blocs irréguliers, mesurant quelquefois plusieurs mètres cubes.

Quel que soit l'état du gisement, l'exploitation des carrières a lieu à ciel ouvert; la terre végétale, les sables, les argiles qui surmontent le banc à silex sont enlevés par les procédés ordinaires du terrassement jusqu'à ce que la roche soit à découvert.

Les couches supérieures qui, ainsi qu'il a été tout à l'heure indiqué, n'ont que des qualités insuffisantes pour la meulerie, sont abattues à coups de mine et les fragments fournis par l'explosion mis de côté pour être livrés à la construction.

Puis, lorsque la bonne pierre est atteinte, le travail est conduit par deux procédés différents, et la masse divisée soit à la poudre encore, soit au moyen de chocs répétés.

C'est surtout lorsque le bloc est de très grand volume qu'on recourt au premier procédé. Dans ce cas, on y creuse verticalement au burin un trou de 0^m,8 à 0^m,10 de diamètre sur 0^m,25 à 0^m,30 de profondeur, et, dans ce trou, on charge une quantité de poudre modérée, telle que, sous l'influence de l'explosion, la pierre se fende simplement sans donner des éclats qui, pour l'exploitant, constitueraient des déchets inutilisables; en général, une centaine de grammes de poudre suffit.

Lorsque les blocs sont de taille moyenne, on préfère, — et cela donne toujours des résultats plus sûrs — casser la pierre au marteau. Dans ce but, et suivant une ligne droite correspondant au sens de la faille ou *surface du débit* que l'ouvrier veut déterminer, celui-ci,

armé d'un marteau à deux pointes, de grand poids, pesant quelquefois jusqu'à 5^{ks} et qu'on désigne sous le nom de *pioche*, de *pique double*, frappe la pierre qui, peu à peu, s'égrène sous le choc en formant un sillon. A ce sillon on donne une profondeur de 0^m,5 à 0^m,6. Cela fait, dans le vide ainsi creusé on loge des coins en fer au nombre de six à huit quelquefois, disposés en ligne, et dont chacun, à gauche et à droite, s'appuie sur une cale en fer qui, elle-même, repose sur la paroi du sillon. Les choses étant ainsi disposées, l'ouvrier frappe violemment à coup de masse sur chaque coin tour à tour; ceux-ci, descendant entre les cales qui les appuient latéralement, soumettent la pierre à un effort puissant qui bientôt détermine sa rupture suivant le sens du sillon.

Les gros fragments fournis par ce premier travail sont repris, traités de la même façon, et transformés enfin en morceaux auxquels on s'efforce de donner la forme de parallélipipèdes mesurant habituellement de 0^m,20 à 0^m,40 de côté.

Amenée à cet état, la pierre est soigneusement lotie, les morceaux de qualité appropriée sont réservés à la meulerie, les autres sont offerts à la construction comme pierres à bâtir.

Cependant, ce n'est pas à l'état brut, telles que le fendage les a fournies, que les pierres sont livrées au meulier; à la carrière même, elles sont l'objet d'un façonnage. Sur chaque morceau on choisit, comme devant plus tard concourir à la formation de la surface travaillante de la meule, la face la plus belle, et sur place, à l'aide d'un marteau à pointe, on fait, à coups répétés, subir à cette face un dressage grossier auquel on donne le nom d'*épluchage*. C'est à la suite de cet épluchage que les pierres sont portées à l'atelier du meulier.

2. Fabrication, dressage, rayonnage des meules.

C'est en réunissant un certain nombre de morceaux épluchés à la carrière et en les groupant suivant des règles déterminées que les meules à grains sont, à de rares exceptions près, confectionnées aujourd'hui.

Il n'en était pas ainsi autrefois, et, même pendant le premier quart de ce siècle, c'est d'une seule pierre, quelquefois de deux ou trois pierres assemblées, que les meules à moulin étaient faites.

On leur donnait alors de très grandes dimensions. Les plus petites (meulots) avaient 1^m50 de diamètre; mais ce diamètre était fréquemment compris entre 1^m,50 et 2^m (meulardes) et même dépas-

sait 2^m (grandes meules), quelquefois elles mesuraient jusqu'à 2^m, 30; celles de 1^m, 85 étaient le plus fréquemment employées. On trouve encore aujourd'hui des meules de semblables dimensions en service dans quelques vieux moulins, principalement pour la mouture du seigle.

L'emploi d'une pierre unique à la confection d'une meule offre de graves inconvénients; à quelques décimètres de distance, en effet, les blocs de silex présentent une structure et, par suite, une qualité différente; c'est chose très difficile que de rencontrer dans ces blocs des parties bien homogènes, qui mesurent plus de 0^m, 30 à 0^m, 40 de côté. Si bien que, sur la face travaillante des grandes meules dont il vient d'être parlé, c'était chose impossible que de ne pas voir figurer à la fois des parties tendres et des parties dures, des parties pleines et des parties poreuses, agissant les unes et les autres sur le grain de façon toute différente.

C'est pour éviter ces inconvénients qu'on a imaginé de composer la meule de pierres assemblées solidement, jointes les unes aux autres de façon à former un cylindre plat reproduisant exactement la forme de l'ancienne meule; à ces pierres assemblées, et dont on a parlé plus haut, on a donné le nom de *carreaux*.

Les grands diamètres qu'on rappelait tout à l'heure ont été, à la même époque, abandonnés, et aujourd'hui la dimension la plus usitée pour le diamètre des meules est 1^m, 50; beaucoup, encore, mesurent 1^m, 40-1^m, 30; rarement on descend jusqu'à 1^m, 20; en quelques cas, par contre, le diamètre en est porté à 1^m, 60.

C'est pour satisfaire à de vieilles habitudes que ces diamètres ont été adoptés. Les meuniers, en effet, ont pour coutume, aujourd'hui encore, de commander leurs meules en évaluant le diamètre *au pied*; les meules de *quatre pieds* devraient mesurer exactement 1^m, 33; les meules anglaises mesurent, en réalité, 1^m, 32, et c'est pour simplifier que les meules françaises ont été descendues à 1^m, 30; les meules de quatre pieds et demi mesurent habituellement 1^m, 50; mais, à partir de ce diamètre, on ne rencontre plus rien de précis, et c'est sous le nom de *meules de cinq pieds* que l'on désigne aussi bien les meules de 1^m, 60 que celles de 1^m, 70.

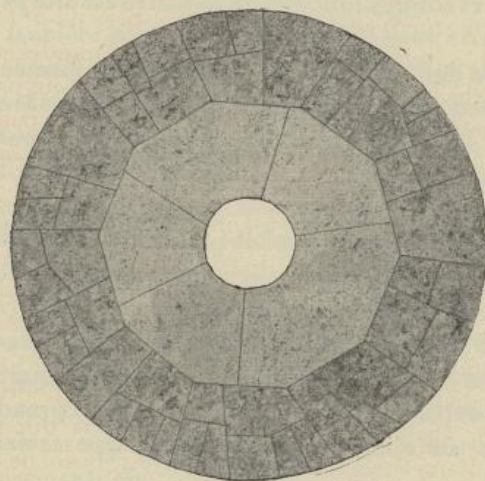
Quel que soit, du reste, le diamètre de la meule, c'est toujours par le même procédé qu'elle est fabriquée.

Au centre, le fabricant dispose un petit nombre de grands carreaux dont l'assemblage constitue le *cœur* ou *bottard*. Il a soin de réserver au milieu de ce bottard un espace circulaire qui est l'*œillard*.

Autour de cette première zone, le fabricant en construit une seconde, faite de carreaux plus petits, de forme plus irrégulière, placés, suivant le choix que l'on en a fait, sur un ou deux rangs. La partie de cette zone qui avoisine le boîtard porte le nom d'*entrepied*, et la partie extérieure, ceux de *feuilère* ou de *couronne*. L'ensemble de ces deux parties (fig. 34) est l'*entourage de la meule*.

A la construction de ces différentes parties doivent intervenir des

Fig. 34.



Assemblage des carreaux d'une meule.

pierres de qualité déterminée. A chacune d'elles, en effet, incombe un travail différent; le boîtard doit surtout fragmenter le grain; l'*entrepied* et la *feuilère* doivent achever l'écrasement et curer le son. De là la possibilité d'employer à la construction du boîtard des pierres relativement tendres, et à celle de l'entourage des pierres plus dures. S'il n'y a qu'un rang de carreaux, on peut même disposer vers l'extérieur la partie la plus dure de la pierre; on peut, de même, si l'entourage est formé de deux rangs de carreaux, mettre à la *feuilère* les pierres les plus résistantes et les plus planes.

Les qualités diverses que la pierre doit à sa structure intime sont exprimées dans la langue technique du meulier par des termes spéciaux.

Lorsque, sur la surface dressée, la meule se montre parsemée de cavités, on dit que la pierre est *éveillée*; à ces cavités, en effet, formées par les fraisières du bloc, on donne le nom d'*éveillures*, et, comme ces éveillures sont tantôt petites et rapprochées, tantôt, au

contraire, profondes et éloignées, on distingue dans le langage les pierres *très éveillées*, *moyennement éveillées*, etc.

De la nature des arêtes que le dressage a données à ces éveilles résulte encore une autre distinction; si ces arêtes sont vives, on dit que la pierre est *coupante*, *mordante*, *ardente*, qu'elle est *vive* surtout ou *nerveuse*; si, au contraire, les arêtes sont mousses, on dit que la pierre est *douce*, *moelleuse*; on dit encore qu'elle est *morte*, *savonneuse*, *grasse*, etc.

Si enfin les éveilles font défaut, la pierre est dite *pleine*, *presque pleine*, etc.

Sur chacune des trois zones dont la meule est formée, et pour toute l'étendue de cette zone, la pierre doit se présenter avec des qualités identiques, si l'on veut qu'au travail celle-ci tout entière fournisse des résultats constants; de là résulte pour le meulier l'obligation de donner à chacune de ces zones, et par un moyen factice, une parfaite homogénéité. C'est à quoi il parvient par un choix judicieux des pierres à l'aide desquelles il doit composer successivement le boîtard, l'entrepied et la feuillette.

L'opération a pour lui une importance capitale : la couleur de la pierre, l'aspect de sa cassure, de son grain, sont alors les guides auxquels son expérience recourt. Il y faut une grande habileté, et c'est toujours au chef d'usine lui-même que revient le soin de choisir.

Aussi, dès leur entrée à la meulerie, les pierres épluchées, amenées de la carrière, sont-elles l'objet d'un travail d'assortiment extrêmement soigné; de la même carrière, en effet, du même bloc, mieux encore du même fragment, l'expérience apprend à tirer des carreaux de qualités très différentes. Pour assortir la pierre suivant ces qualités, on procède d'abord à son *épanelage*, ou, comme on dit par abréviation, à son *épanage*. Sous ce nom, on désigne l'opération qui a pour but d'améliorer, par un dressage, encore imparfait cependant, la face déjà épluchée à la carrière, de façon à rendre plus faciles à apprécier les caractères de structure, de couleur, etc., que la pierre présente.

Pour exécuter cette opération, l'*épaneur*, choisissant une pierre épluchée, la dresse sur le sol, en l'inclinant légèrement en arrière, la face en dessus, puis, après l'avoir calée à l'aide d'une pierre quelconque, se plaçant lui-même à l'arrière, il en bat la surface point par point, et par approche, à l'aide d'un marteau à pointe. De temps en temps, pour juger des qualités de son travail, il passe sur

la face battue une règle enduite, sur l'arête, de rouge d'Angleterre qui, au contact de chaque saillie, abandonne une quantité de couleur suffisante pour rendre cette saillie nettement apparente; chaque saillie est alors battue à nouveau, et la pierre, par ce procédé, égrenée, débarrassée de sa croûte, jusqu'à ce que la face épanée soit devenue suffisamment plane.

C'est à la suite de l'épanage qu'on procède au lotissement définitif des carreaux. Dans ce but, les pierres épanées de même origine, et que déjà leurs caractères ont permis de rapprocher les unes des autres, d'une manière sommaire, sont étalées sous un hangar qui les garantit contre une lumière trop vive, et là elles sont largement arrosées d'eau. Sous l'influence de ce mouillage, on voit aussitôt leurs caractères distinctifs de couleur, de compacité, etc., acquérir une intensité remarquable.

Les ombres dues à la grosseur du grain que le marteau a produit deviennent plus sensibles, la coloration naturelle s'accroît et, comme l'expérience a depuis longtemps appris que ces caractères extérieurs correspondent à des qualités précises, ce devient chose plus aisée, dans ces conditions, de déterminer la mesure dans laquelle chacun des fragments épanés doit être utilisé; par une division nouvelle, on lotit ces carreaux suivant le travail qu'ils sont capables de produire à la surface de la meule, soit un effet de concassage, soit un effet d'écrasement, etc.

A la suite de ce dernier travail de division, les carreaux, amenés à des dimensions voisines de celles qu'ils auront sur la meule, sont entassés par lots et attendent le jour où ils seront mis en œuvre.

Ces dimensions sont d'ailleurs très variables : plus la pierre est belle, plus en général les carreaux sont petits. On en connaît de trois tailles : les carreaux d'un pied, qui devraient mesurer $0^m,33$ sur $0^m,33$, mais dont les côtés peuvent être de grandeur différente, pourvu que leur surface se rapproche de 10^{dm^2} ; les carreaux d'un demi-pied, dont la surface doit mesurer environ 5^{dm^2} ; les *agneaux* enfin, dont la surface doit être voisine de $2^{\text{dm}^2},75$.

C'est à l'aide de carreaux ainsi lotis que toute meule est aujourd'hui constituée. L'assemblage en doit être l'objet d'un soin particulièrement attentif. Aussi, lorsqu'arrive à l'atelier la commande d'une meule, est-ce au chef lui-même, ainsi qu'il a été dit, qu'incombe la responsabilité du choix et de l'accommodation des pierres qui doivent constituer le boîtard, l'entrepied et la feuillère.

Lorsque le choix est fait, les pierres sur lesquelles il a porté sont envoyées à la fabrication.

Fabriquer une meule, c'est prendre les fragments que, dans les lots précédemment assortis, le chef d'usine a choisis, tels qu'ils puissent fournir un outil de la qualité convenue avec son client, amener ces fragments à l'état de carreaux réguliers, réunir ceux-ci les uns aux autres par des joints parfaits, et obtenir du tout enfin un bloc qui, d'un côté, se présente avec une face bien dressée, qui, de l'autre, laisse en saillie les faces brutes de tous les carreaux. A l'ouvrier chargé de ce travail on donne, en meulerie, le nom de *fabricant*.

Les pierres ont été apportées près de lui. Elles sont de deux sortes : des pierres tendres pour le boîtard, des pierres plus dures et plus pleines pour l'entrepied et la feuillère. Il les étale sur le sol et cherche quelle sera, pour chacune d'elles, la position la plus avantageuse dans la composition de la meule.

Son plan arrêté, il prend l'une des pierres dont le boîtard doit être fait (généralement on n'en compte que quatre ou cinq) ; à la surface de cette pierre il trace une ligne courbe représentant la portion de la circonférence de l'œillard qu'elle doit entourer ; puis, à l'aide d'un burin et du maillet, à grands coups d'abord, à coups plus courts ensuite, il abat la matière qui dépasse cette ligne à l'intérieur de sa courbure ; à la fin, par petits coups secs et répétés, il dresse aussi nettement qu'il le peut, de façon à la rendre vive, l'arête que forme la partie verticale dégagée, avec la surface travaillante ; sur cette surface ensuite, à l'aide d'une équerre, il détermine ses *coupes*, c'est-à-dire la figure géométrique qu'il entend donner au carreau ; puis, par le même procédé que précédemment, il en abat et en travaille les faces latérales, de façon à rendre celles-ci bien planes et à donner aux arêtes la netteté la plus grande possible ; quant à la surface horizontale opposée à la surface travaillante, il la laisse à l'état brut.

Son premier carreau étant ainsi achevé, il prépare successivement les deux ou trois autres carreaux dont le boîtard doit être fait, et, à l'aide de ciment d'excellente qualité, il les lie successivement les uns aux autres par des joints minces et cependant d'une grande solidité. A travers l'œillard, il scelle une petite planchette portant en son milieu un fer debout, qui occupe le centre de figure de la meule et dans lequel il enfile une règle plate qui, tournant autour de ce centre, lui servira plus tard à fixer la circonférence de la meule et à conformer à cette circonférence les carreaux extérieurs qui en

limiteront la périphérie. A ce petit appareil on donne le nom de *cimblot*.

Lorsque le boîtard est ainsi constitué et cimenté, on le dresse verticalement le long d'un mur, on l'y soutient à l'aide de tasseaux en bois et, de la même façon, on procède à la taille et à la mise en place successive des carreaux plus petits dont l'entrepied doit être fait; puis, c'est le tour de la feuillère; en tournant la règle que le cimblot maintient au centre de l'appareil, l'ouvrier détermine avec précision la forme des carreaux extérieurs; par le même procédé que pour les autres parties de la meule, agissant toujours avec le burin et le maillet, il donne à chacun de ces carreaux la forme qui doit permettre de l'enchâsser dans le corps de la meule; puis, aussitôt finie la taille de chacun d'eux, il l'assemble et le cimente à la suite de ceux qui sont déjà entrés dans la construction de l'appareil de mouture.

La nombre des carreaux employés à la confection d'une meule, comme aussi la forme et la disposition qu'il convient de donner à chacun d'eux, varient beaucoup suivant les circonstances; la figure 34 donne au lecteur une idée de l'importance du travail que leur assemblage nécessite. Elle représente une meule de 1^m,40, complètement fabriquée, et comprenant 5 carreaux au boîtard et 48 à l'entourage. Les pierres de l'entourage sont, en général, sur deux rangs; quelques-unes, que l'on désigne sous le nom de *panneaux*, ont une longueur suffisante pour joindre le boîtard à la périphérie; elles sont, à l'état brut, prêtes à recevoir les pierres et le ciment qui doivent, comme on le verra bientôt, compléter la construction de la meule en lui donnant, en toutes ses parties, une charge bien égale. Pour faciliter même cette opération du chargement, on a soin, au moment du jointoyage, d'encastrier dans les joints de petites pierres plates dont les saillies forment amorce pour le remplissage.

Quelle que soit l'exactitude avec laquelle les joints aient été cimentés, les carreaux dont la meule est faite ont besoin encore, pour former un tout d'une solidité parfaite, d'être maintenus par une armature métallique; deux frettes ou cercles de fer, embrassant l'un et l'autre la surface cylindrique de la meule, constituent cette armature; de ces deux cercles l'un est mis en place au moment même où la meule vient d'être fabriquée, l'autre ne l'est que plus tard lorsque la meule est en rechargement.

L'un et l'autre sont faits de tôle de 3^{mm} d'épaisseur; ils mesurent 0^m,07 à 0^m,08 de hauteur, et le diamètre en est légèrement inférieur

au diamètre de la meule qu'ils doivent entourer. C'est sur la circonférence intérieure des cercles que se mesure d'habitude cette différence, à laquelle on donne le nom de *tirage*. Pour une meule de 1^m, 50 le tirage est de 20^{mm}; pour une meule de 1^m, 30 il est de 15^{mm}. C'est en profitant de la dilatation qu'une chaleur rouge leur fait subir qu'on parvient à loger ces cercles de moindre diamètre autour de la meule.

Celle-ci étant renversée sur le sol, la face en dessous, on place sur un feu de mottes le cercle qui la doit entourer, près du bord de cette face même. Lorsque, dans ces conditions, amené au rouge, ce cercle a acquis sa dilatation maxima, on l'enlève à l'aide de deux pinces désignées sous le nom de *tires à cercler* et, vivement, sans le laisser refroidir, on le descend autour de la meule, jusqu'à 0^m, 05 environ de la surface dressée, en aidant sa descente à coups de marteau. L'appareil est alors abandonné quelque temps à l'air; du fait de son refroidissement, le cercle se contracte et enserre les carreaux de la meule de façon à assurer, à l'ensemble de celle-ci, une solidité parfaite.

Ainsi cerclée, la meule est portée au *dressage*. Sous ce nom on désigne l'opération par laquelle le meunier rend la face travaillante aussi plane que l'emploi du marteau peut le permettre. Sur des cales en pierre, qui la remontent à 0^m, 40 environ au-dessus du sol, la meule est mise exactement de niveau, puis attaquée par le *dresseur*. A l'aide d'un marteau plat, c'est-à-dire d'un marteau dont l'extrémité affecte la forme d'un biseau camard, celui-ci va battant devant lui, et par approche, la surface que le *fabricant* a déjà sommairement dressée; il écrase ainsi les saillies qui, successivement, se présentent et, du même coup, donne à la pierre le grain qu'elle doit avoir en définitive.

De temps en temps, par un procédé dont il a été précédemment question, en passant sur la surface une règle couverte de rouge, il reconnaît les points saillants encore, et sur les saillies ainsi reconnues il recommence à battre au marteau jusqu'à ce qu'elles soient complètement abattues.

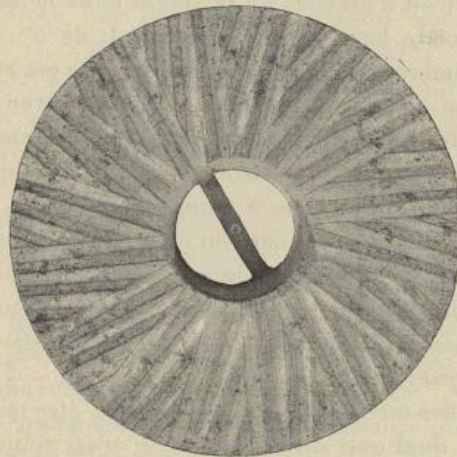
Lorsque, proménée sur la surface de la meule, la règle en colore également toutes les parties, la surface est considérée comme suffisamment plane; la meule est *dressée*.

C'est à la suite de cette opération que l'on procède au rayonnage (*fig. 35*). On sait ce qu'il faut entendre sous ce nom : il répond à la production, sur la surface travaillante de la meule, de sillons creux

qu'en langage de meunier on appelle des *rayons*, dénomination impropre, car, en réalité, c'est suivant une direction excentrique qu'ils sont entaillés à la surface des carreaux.

On en distingue de deux sortes : les uns, partant de l'entrée de

Fig. 35.



Meule rayonnée.

L'œillard pour aboutir à la circonférence de la feuillère, sont dits *rayons principaux*; les autres, plus petits et de grandeur décroissante, taillés entre les premiers et parallèlement à l'un d'eux, et par conséquent angulairement par rapport au rayon suivant, sont dits *rayons latéraux*.

La forme des uns et des autres est, d'ailleurs, la même : ils sont creusés suivant deux plans qui se coupent. L'un de ces plans, que l'on désigne sous le nom d'*escarpe*, est taillé tantôt verticalement, tantôt suivant un angle légèrement obtus par rapport à la surface travaillante de la meule; le second, que l'on désigne sous le nom de *rampant*, s'étend obliquement par rapport au premier et forme, en réalité, une bande inclinée qui, régulièrement, remonte du fond et vient, en mourant, se raccorder avec le plan horizontal de la meule. Cette bande n'est pas à lignes parallèles; elle devient de plus en plus étroite au fur et à mesure qu'elle s'approche de la feuillère.

De cette définition il résulte qu'à chaque bande creuse ou rayon succède, sur la meule, une bande plane; à ces bandes planes on donne le nom de *portants*.

L'inclinaison et la largeur des plans qui donnent au rayon sa forme

varient d'ailleurs suivant le goût des meuniers, suivant la nature des matières à moudre, etc. Le plus souvent, la profondeur des sillons de la meule gisante et de la meule courante est la même; cette profondeur, de 6^{mm} environ au boîtard, diminue insensiblement pour atteindre 3^{mm} à la périphérie; on voit, en outre, la largeur des rampants varier environ d'un tiers de sa valeur dans le trajet du centre à la périphérie; cette largeur est, en général, de 0^m,05 au boîtard; mais elle est quelquefois de 0^m,04 comme elle est aussi de 0^m,06; d'où résulte que l'angle fait par les rampants avec la surface des portants peut être plus ou moins obtus. La taille, dans le premier cas précité, est dite à *rampant ordinaire*, dans le second cas à *rampant raide*, dans le troisième à *rampant doux*.

Enfin, et quelle que soit la largeur, par suite l'inclinaison du rampant, il convient de considérer le cas où le rayonnage fait faire à l'escarpe non plus un angle droit, mais un angle obtus avec le portant. Le rayonnage est, en cette circonstance, qualifié de *rayonnage à escarpe oblique*.

A la surface des meules, les rayons peuvent être taillés en nombre variable, mais, quel que soit ce nombre, c'est toujours suivant le même principe que la meule est rayonnée.

Chaque rayon principal, avec ses rayons latéraux et les portants qui les séparent, forme une *division*, et le rayonnage s'indique en énonçant le nombre des divisions d'abord et, ensuite, le nombre des rayons que chaque division comprend. Si, par exemple, on considère l'une des deux meules, courante ou gisante, que représente la figure 35, meules qui, mesurant 1^m,40 de diamètre, ont reçu, en réalité, la disposition la plus habituellement usitée aujourd'hui, on y reconnaît aisément seize divisions identiques (auxquelles on donnerait le nom de *secteurs* si les rayons étaient taillés diamétralement et non excentriquement); chacune de ces divisions est composée d'un rayon principal flanqué de deux rayons latéraux, et ceux-ci sont séparés les uns des autres par un nombre égal de portants; on dit alors que la meule est divisée en 16 par 3; les meules de 1^m,50 sont, d'habitude, divisées en 17 par 3, les meules de 1^m,30 en 15 par 3, etc.

La marche suivie pour l'exécution du rayonnage mérite d'arrêter un instant l'attention. En premier lieu, et avant que de tailler les rayons, l'artiste, à l'aide d'un crayon rouge, en trace très soigneusement la grandeur et la direction à la surface de la meule.

Pour déterminer leur excentricité, lorsque, par exemple, il s'agit d'une meule de 1^m,40, il trace dans l'œillard un cercle concentrique

à celui-ci et mesurant $0^m,06$ de diamètre; tangentielllement à ce cercle qu'on appelle la *chasse* il mène une première ligne qui forme la limite du premier portant; en face de cette première ligne il en trace une seconde, parallèle à la première, correspondant à l'arête du second portant; puis, entre ces deux lignes parallèles, il en allonge une troisième légèrement oblique par rapport à l'une et à l'autre, de façon à déterminer une bande qui, près du cœur, mesure, par exemple, $0^m,05$ et, à l'extrémité de la feuillette, $0^m,032$ seulement. C'est ce qu'en terme de meulier on appelle prendre du *large en cœur*; c'est sur cette bande, plus large au cœur qu'à la feuillette, que doit être taillé le premier rayon principal.

Par le point de rencontre de l'œillard et de ce rayon, on fait passer alors une nouvelle ligne tangente au cercle de chasse; c'est à l'espace compris entre cette ligne et la première ligne qu'on donne le nom de *division*. Sur cette division, et en les arrêtant à leur rencontre avec la tangente *al*, on trace alors des bandes parallèles à la direction du premier portant, et ce sont les sillons creusés sur ces bandes qui prennent le nom de *rayons latéraux*.

De telle sorte qu'en somme sur chaque division on compte quatre portants de plus en plus restreints, au dernier desquels on donne le nom de *talon*, et trois rayons: l'un principal, les deux autres latéraux.

Les mêmes dispositions se reproduisent sur les divisions suivantes.

Pour tailler ces rayons on suit un procédé identique à celui qui, déjà, a été appliqué au dressage de la meule. C'est au marteau plat que, d'abord, on creuse la partie profonde, pour ensuite dresser progressivement le rampant qui, par un plan incliné, vient rejoindre le portant suivant.

La profondeur des rayons latéraux est généralement constante d'une extrémité à l'autre, mais il en est autrement des rayons principaux ainsi qu'il a été dit ci-dessus; au boïtard on les creuse jusqu'à 5^m ou 6^m , puis le fond s'en relève peu à peu, de façon à réduire à 3^m ou 4^m leur profondeur à la feuillette.

Cette différence dans la profondeur des rayons n'est pas, d'ailleurs, la seule inégalité que le meulier détermine à la surface des meules. Au boïtard il a soin de creuser légèrement l'une et l'autre en forme d'entonnoir aplati, de façon à rendre plus facile l'entraînement du grain: c'est ce qu'on appelle réserver à la meule *une entrée*. C'est au moment du dressage que cette entrée

est taillée; en général, on lui donne sur la gisante 1^{mm} à 2^{mm} , sur la courante 3^{mm} à 4^{mm} ; elle doit être telle, en un mot, que, suivant l'expression technique, le grain de blé y puisse aisément *faire la culbute*. Du bord de l'œillard cette entrée s'en vient ensuite en diminuant pour, à $0^{\text{m}}, 15$ ou $0^{\text{m}}, 20$ de la circonférence, se raccorder au plan de la feuillère.

Sur chaque division de la meule les rayons latéraux peuvent être indifféremment tracés soit à la droite, soit à la gauche du rayon principal. On dit, dans le premier cas, que la meule est rayonnée à droite; dans le second, qu'elle est rayonnée à gauche ⁽¹⁾.

Ce n'est pas arbitrairement d'ailleurs que le meunier choisit l'une ou l'autre de ces sortes de meule : c'est toujours, en effet, en marchant des rayons latéraux vers le rayon principal que la courante doit tourner au-dessus de la gisante : ce qui revient à dire que, si le moulin tourne de droite à gauche, les meules doivent être rayonnées à droite, et inversement.

C'est de la situation du moulin par rapport au cours d'eau, ou à la machine qui le doit faire mouvoir, que ce choix dépend. C'est cette situation, en effet, et par suite le sens de rotation qui en résulte pour l'arbre moteur, qui détermine le sens dans lequel le moulin doit tourner; mais on conçoit aussitôt que cette disposition n'a rien d'absolu et que l'addition d'un simple engrenage permet d'en renverser le sens.

Quelle que soit, en tout cas, la direction des rayons, celle-ci doit être identique pour l'une et l'autre meule; renversés l'un sur l'autre par le montage, ces deux rayonnages de même sens deviennent alors inverses et vont se recoupant constamment en manière de croisillons.

Identiques quant à la disposition de leur surface, les deux meules du moulin diffèrent l'une de l'autre par certaines particularités.

En premier lieu, c'est une coutume que de choisir, pour la composition de la gisante, des pierres moins vives et moins dures que pour la courante.

En second lieu, l'œillard réservé au centre de chaque meule est de

(1) Les meuliers et les meuniers reconnaissent qu'une meule est rayonnée à droite quand, posant la main droite sur la meule, l'index sur l'un des rayons principaux, ils se trouvent avoir les autres doigts sur les rayons latéraux parallèles à celui-ci; si la superposition n'a pas lieu, c'est que la meule est rayonnée à gauche, et c'est en posant la main gauche sur la meule, et l'index sur le grand rayon, que les autres doigts s'appliquent sur les petits rayons.

diamètre différent pour l'une et pour l'autre ; pour la gisante, cet œillard, destiné seulement au passage du fer de meule, ne mesure, en général, que $0^m,20$ à $0^m,25$ de diamètre ; pour la courante, au contraire, et parce que l'œillard doit être tel que le grain y puisse être facilement projeté, on donne à celui-ci un diamètre de $0^m,40$ à $0^m,45$ près de la face travaillante ; mais comme, d'autre part, la forme en doit être tronc-conique, ce diamètre est, à la face supérieure, réduit à $0^m,30$ environ. C'est à travers cet œillard que doit être scellé plus tard l'étrier ou l'*anille* qui, reposant sur le fer de meule, est chargé de maintenir la courante en équilibre au-dessus de la gisante. La pierre est, dans ce but, engravée aux deux extrémités d'un des diamètres de l'œillard, et près de la surface travaillante.

Dressée et rayonnée, la meule est cependant loin d'être complète ; les carreaux dont elle a été composée ont des épaisseurs variables, et la meule, par suite, possède en ses diverses parties, des poids différents. Si les choses restaient en cet état, on verrait la courante, mal équilibrée, frapper, dans son mouvement de rotation, la gisante par ses parties lourdes, tandis que ses parties légères, au contraire, relevées au-dessus de celle-ci, n'auraient aucune prise sur le grain ; ces carreaux, d'ailleurs, sont restés à l'état brut et constituent une surface mouvementée à laquelle c'est chose nécessaire que de donner une forme régulière.

A cette dernière opération on donne le nom de *rechargement* ou d'*équilibrage* de la meule. Elle consiste à maçonner au-dessus de la meule de petites pierres qu'on noie dans un béton fin, et dont le poids est calculé de telle façon que, de leur addition à la masse des carreaux en place, résulte, pour toutes les parties de la meule, un poids égal (1).

La meule est alors renversée sur un support, la face travaillante en dessous ; on l'entoure d'une bande de tôle dont la hauteur égale l'épaisseur définitive ($0^m,25$ à $0^m,30$) qu'on entend lui donner, et, sur les carreaux saillants et d'inégale hauteur, on bâtit le contre-moulage à l'aide de pierres de dimensions variées et d'un béton fait de trois parties de gravier et d'une partie de ciment ; à la truelle, on enduit de ciment la surface latérale et la base supérieure du cylindre meulier, et, pour parer enfin aux défauts d'équilibre que

(1) C'est à l'aide de plâtre que le scellement des pierres de chargement avait lieu, il y a peu d'années encore ; on lui préfère aujourd'hui, et avec raison, le ciment

celui-ci pourrait, malgré tout, présenter, on y encastre, aux trois angles d'un triangle équilatéral, qui serait inscrit dans le cercle de la meule, trois ou quatre petites boîtes creuses en fonte faciles à fermer à l'aide d'un bouchon à vis, et dans lesquelles le meunier viendra, lorsque quelque défaut d'équilibre se manifestera, loger des matières lourdes, du plomb par exemple, de manière à rétablir cet équilibre (*Boîtes de plomb*).

Au moment du rechargement, en outre, on descend autour de la meule un deuxième cercle semblable à celui qu'elle a reçu à la fin de sa fabrication.

Enfin, au même moment encore, on scelle dans la paroi latérale de la courante, et aux deux extrémités d'un même diamètre, des boîtes en fonte creuses, cylindriques, à axe horizontale, que l'on désigne sous le nom de *canons de levée* et qui sont destinées à recevoir les goujons du fer à cheval, à l'aide duquel on enlève cette meule, toutes les fois que le travail l'exige; lorsque, par exemple, il s'agit de la *rhabiller*.

Quelquefois aussi, et c'est là une manière de faire très recommandable, on préfère, pour porter l'anille, encastrent dans l'œillard une cuvette tronc-conique en fonte portant deux embases destinés à supporter cette anille au moyen de boulons et d'écrous.

Lorsque la meule a été confectionnée par les procédés qui viennent d'être décrits, il faut encore la repasser au marteau et, pour la perfectionner, lui faire subir un dernier dressage auquel on donne le nom de *polissage* et qu'on exécute au marteau plat.

Cependant, et même à la suite de cette opération dernière, la meule n'est pas apte à fournir immédiatement au meunier un travail satisfaisant. Les aspérités que le marteau a déterminées à sa surface sont dures et coupantes; en cet état, la meule hacherait le grain, et c'est chose indispensable que d'adoucir ces aspérités; le plus souvent c'est le meunier qui se charge d'obtenir ce résultat, et c'est par le procédé de la mouture même qu'il y parvient. A cette opération il donne le nom de *riblage*. Aux meules qu'il vient de monter il fait d'abord broyer des sons, puis des matières inférieures moins molles que ceux-ci, mais cependant encore assez dures, quelquefois même du grès fin, et, à l'aide de ces matières, il use la surface de ses meules jusqu'à ce que la pierre ait atteint le moelleux nécessaire.

Un procédé ingénieux a permis à M. Georges Roger, de la Ferté-sous-Jouarre, de réaliser immédiatement le perfectionnement des surfaces molaires que le meunier ne peut, dans ces conditions, réa-

liser qu'à la longue; c'est en substituant le polissage au diamant au polissage au marteau que ce résultat a été obtenu.

M. Georges Roger a fourni, du problème ainsi posé, une solution particulièrement heureuse qui permet, d'un côté, de donner à la meule la douceur et le moelleux nécessaires à une bonne mouture; d'un autre, d'entraîner aussitôt, loin du centre d'action, les poussières produites par le travail, poussières qui, respirées par les ouvriers meuliers, finissent par déterminer une altération grave de leur santé.

La machine à dresser et à polir imaginée par M. Georges Roger comprend essentiellement un tour de grandes dimensions, semblable à ceux dont on fait usage pour le travail des métaux, en face duquel tourne, d'un mouvement rapide, un arbre portant, disposés en escalier, un nombre de diamants noirs qui, suivant les circonstances, peut varier de 6 à 16.

Fixée verticalement sur le plateau du tour, la meule tourne lentement (un tour environ à la minute) en face de l'arbre porte-diamants auquel elle présente sa surface travaillante. Celui-ci tourne, au contraire, avec une grande rapidité (3000 à 4000 tours à la minute), de telle sorte que chaque région circulaire de la meule se trouve attaquée successivement par plusieurs diamants qui, rapidement, enlèvent les saillies que cette région leur présente. Lorsque, frappée ainsi incessamment, la région travaillée est devenue plane, la meule a fait un tour; l'arbre porte-diamants se déplace légèrement, et une autre portion circulaire de la surface est, par le même procédé, polie comme la précédente.

En même temps, un ventilateur puissant, agissant sur la boîte où l'arbre porte-diamants est logé, enlève la poussière du polissage et l'entraîne en dehors de l'atelier.

Polies de la façon qui vient d'être indiquée, les meules acquièrent des qualités remarquables; la surface en est douce et bien unie; elles sont prêtes à entrer immédiatement en travail et peuvent être regardées comme entièrement mises *en meulage*. Il suffit, en effet, de leur faire broyer des sons pendant 48 heures pour qu'au bout de ce temps elles puissent donner sur blé un travail satisfaisant.

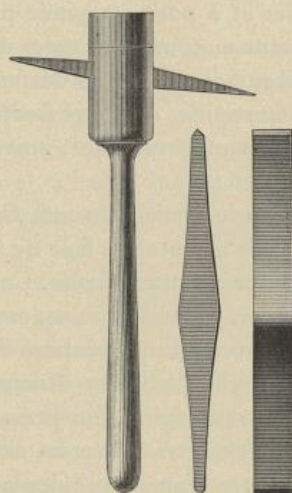
3. Rhabillage des meules.

Le rhabillage des meules est l'ensemble des opérations que le meunier doit exécuter pour tenir continuellement ses meules en

état. Il lui faut remédier à l'usure de ses pierres, en creusant de nouveau leurs rayons, lorsque le besoin s'en fait sentir, et surtout en maintenant l'évasement de la surface des meules, qui constitue l'*entrée*. C'est au marteau dit *marteau à rayonner*, et en s'aidant d'une règle enduite de rouge d'Angleterre, et dont il a été déjà question, que l'ouvrier procède à cette dernière opération.

Le nom de *rhabillage* est spécialement appliqué dans nos moulins

Fig. 36.



Marteaux à rhabiller.

à une opération bien plus fréquente que celle dont il vient d'être parlé et qui devrait être plutôt désignée sous le nom de *repiquage*.

Les surfaces des deux meules, à leur périphérie, si le moulin est convenablement entretenu, sont presque au contact. A cette partie des meules on donne souvent le nom de *portée*. Là, les sons aplatis doivent, comme on le verra plus loin, être curés, et il arrive souvent, surtout quand la pierre est pleine, quand, par un trop long usage, elle est devenue *savonneuse*, que le son glisse sans se débarrasser de la farine adhérente.

Aussi a-t-on imaginé de ciseler les *portants*, c'est-à-dire les parties planes de la feuillure des deux meules, d'un grand nombre de petites rainures, parallèles aux rayons, espacées entre elles de 2^{mm} à peine, et saillantes de 1^{mm}. Ces rainures sont, dans chaque division, parallèles non pas aux rayons principaux et aux rayons latéraux à la fois,

mais parallèles à l'un des rayons principaux qui limitent cette division, et par conséquent obliques aux rayons latéraux de la division suivante. Ce sont là des *rhabillures*; ces rhabillures attaquent le son comme le ferait une surface râpante, une lime, et détachent les derniers fragments de l'amande farineuse.

Ces rhabillures, qui sont en général établies par le meulier lui-même, s'usent et s'émoussent très rapidement, et il est nécessaire d'en aviver fréquemment les arêtes. Dans les moulins bien tenus, c'est tous les 6 ou 8 jours qu'il convient de *rhabiller* les meules. Le travail qu'on leur fait subir est naturellement très superficiel, car il faut se garder d'entamer trop profondément la surface; mais il suffit pour donner aux meules le mordant qu'elles ont perdu.

Quand il s'agit de rhabiller une paire de meules, il faut tout d'abord lever la meule supérieure et la retourner, de façon à mettre l'ouvrier *rhabilleur* à même d'exécuter son travail. Pour obtenir ce résultat, on approche de la meule, débarrassée naturellement de son *archure*, le bras horizontal d'une potence dont le montant est fixé sur le plancher du moulin, à distance égale de deux paires de meules voisines, de façon que la potence permette la manœuvre de l'une et de l'autre.

La longueur du bras de cette potence est telle que son extrémité puisse être placée au-dessus du centre des meules. A son extrémité est une tige filetée verticale, qui passe dans un écrou fixe, au-dessous duquel est un écrou mobile, muni de manettes, qui permettent de faire monter ou descendre la tige filetée.

Cette tige porte, à la partie inférieure, un grand fer à cheval demi-circulaire et dont le diamètre est égal à celui de la meule courante; celui-ci est terminé par deux anneaux cylindriques. La tige filetée pouvant être, au moyen des manettes, montée et descendue, on amène les anneaux cylindriques du fer à cheval devant les *canons de levée* dont il a été parlé plus haut, et l'on engage dans les anneaux et les canons deux forts goujons de fer. On soulève alors la meule, en tournant les manettes de l'écrou, on l'éloigne de la meule gisante et on lui fait faire la culbute. On la dispose sur des rouleaux de bois, la face travaillante en l'air. Le rhabillage de chacune des deux meules se fait en même temps et par deux ouvriers à la fois.

C'est au moyen d'un marteau dit à *rhabiller* (*fig. 36*) que l'ouvrier avive ces ciselures et redonne à la meule ses qualités premières.

Le marteau est une pièce d'acier, fortement trempée, en forme de losange allongé, biseautée aux extrémités à la façon des ciseaux à froid.

Ce marteau s'emmanche dans une pièce de bois de 45^{cm} de long, qui se termine par une partie cylindrique, évidée d'une fente rectangulaire. Cette fente est de forme telle que le marteau y soit retenu.

L'ouvrier rhabilleur, assis de côté, sur le bord de la meule, le corps allongé et le coude gauche appuyé sur un sac de son qui lui sert de coussin, tient de la main gauche, les ongles en dessus, le manche du marteau, vers le milieu, tandis que sa main droite, rapprochée du corps, le saisit à son extrémité; la main droite reste presque immobile, tandis que le poignet gauche oscille avec souplesse, sous le choc du marteau. L'ouvrier dirige celui-ci dans les rhabillures déjà faites, et dont les saillies se sont effacées; il frappe avec une légèreté de main tout à fait remarquable, en graduant ses coups suivant la dureté de la pierre qu'il attaque, suivant la profondeur qu'il veut donner à la rhabillure.

Le métier de rhabilleur est fort pénible : toujours penché sur la meule, dans des pièces souvent obscures, il absorbe par ses voies respiratoires la poussière impalpable de la pierre qu'il creuse au marteau. Aussi a-t-on, à différentes reprises, cherché à substituer au rhabillage à la main le rhabillage au moyen de machines.

L'appareil de M. Touaillon représente un marteau emmanché, porté sur un chariot mobile, que l'ouvrier conduit d'une main le long de l'un des rayons, tandis que de l'autre il fait osciller le marteau.

D'autres machines, comme celles de Millot, de Rose frères, etc., creusent les rhabillures au moyen d'outils diamantés.

On reproche à toutes ces machines d'agir avec brutalité. L'ouvrier qui laisse retomber l'outil sans le diriger ne peut, ainsi que le fait le rhabilleur, discerner les différents cas qui se présentent au cours de son travail; la rhabilleuse diamantée est naturellement plus brutale encore : l'effort n'est pas proportionné à la dureté de la pierre. Elle frappe de la même façon, quelle que soit la quantité dont il faut creuser la rhabillure.

4. Dispositif général de l'appareil de mouture. La rotation de la meule courante.

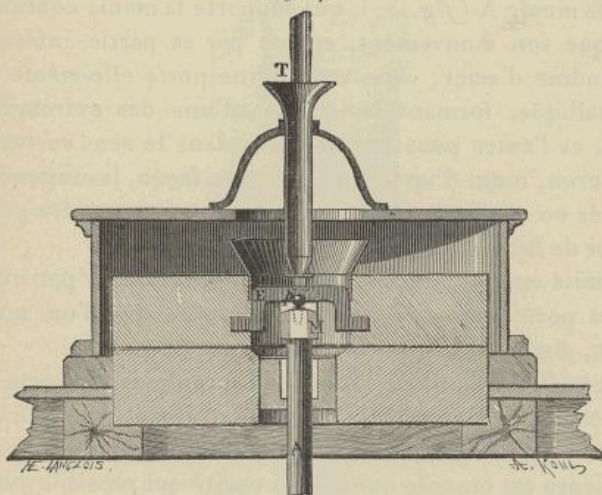
C'est toujours sur le plancher du premier étage du moulin que l'appareil de mouture est établi, et, la meule courante étant, dans les moulins à eau et à vapeur du moins, commandée par-dessous, le rez-de-chaussée du bâtiment se trouve occupé par les transmissions.

L'ensemble des pièces d'un moulin, qui soutient les meules, c'est-à-dire le soubassement qui porte les colonnes de fonte ou les poteaux

de bois, ces colonnes ou ces poteaux eux-mêmes, le plancher, les équerres ou la couronne de fonte, dont il sera parlé plus bas, constitue ce que l'on nomme le *beffroi*.

La situation *gisante* de la meule inférieure n'implique pas qu'elle soit, sur le plancher du moulin, fixée d'une façon définitive; il faut

Fig. 37.



Coupe d'une paire de meules.

qu'elle présente constamment, et malgré l'usure qui se produit, une surface toujours horizontale. Il faut, en outre, qu'elle puisse se déplacer latéralement pour être centrée par rapport au *fer de meule* qui traverse son œillard.

On obtient ce double résultat en asseyant la meule *gisante* sur trois pièces de fonte, dites *équerres*. L'une des branches de ces équerres est fixée horizontalement sur le plancher et se trouve ainsi comprise entre ce plancher et la surface inférieure de la meule. Celle-ci est portée sur trois vis calantes, à tête plate, qui traversent le plancher et la branche horizontale de l'équerre et sont manœuvrées par-dessous. D'autre part, la seconde branche de ces équerres, placée verticalement le long de la paroi de la *gisante*, est munie de vis horizontales qui permettent de déplacer celle-ci par rapport au *fer de meule*.

Ces équerres sont souvent remplacées par une couronne plate circulaire en fonte, munie de rebords verticaux, qui reçoit la meule. Sur la partie plane de cette couronne sont disposées trois vis calantes verticales; sur les rebords verticaux sont disposées trois vis horizontales.

L'espace compris entre la meule gisante et le plancher est fermé au moyen d'un cintre en bois que l'on nomme l'*encadrement*.

L'œillard de la meule gisante est garni d'un *bottard*, pièce de fonte, munie de coussinets de bronze et de boîtes à graisse, que traverse le *fer de meule*. (On appelle également *bottard* la partie centrale de l'une et l'autre meule.)

Le fer de meule A (*fig. 37*), qui supporte la meule courante et lui communique son mouvement, repose par sa partie inférieure sur une crapaudine d'acier; cette crapaudine porte elle-même sur une pièce métallique, formant levier, dont l'une des extrémités est à poste fixe, et l'autre peut être déplacée dans le sens vertical par le jeu d'un écrou, muni d'un volant. De cette façon, la crapaudine peut être relevée ou abaissée, et la meule courante peut s'éloigner ou se rapprocher de la meule gisante.

L'extrémité opposée du fer de meule est terminée par une partie conique et porte une pièce d'acier arrondie que l'on nomme le *pointal* (*p*, *fig. 37*).

D'autre part, l'œillard de la meule courante est traversé par une pièce de fonte à section rectangulaire, dont il a été déjà parlé, et qui est l'*anille* ou *nille* (*E*, *fig. 37*); au milieu de cette anille et sur la face inférieure est creusée une petite cavité qui reçoit le *pointal* et que l'on désigne sous le nom de *logement du pointal*.

La meule supérieure, si le fabricant l'a bien établie, doit se tenir en équilibre sur le pointal. Il a été dit précédemment que des cavités, ménagées à la surface supérieure de la meule courante, et qui peuvent recevoir des grains de plomb, permettent d'assurer, même au cours de l'usure, son équilibre parfait.

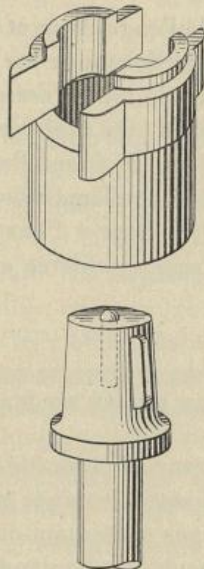
D'autre part, la partie supérieure du fer de meule est coiffée d'une pièce de fer dite *manchon d'anille* (*M*, *fig. 37* et *fig. 38*), dont l'extrémité représente les deux branches d'un étau. Le manchon est percé de part en part d'une ouverture cylindro-conique que traverse la partie supérieure du fer de meule. Deux tenons allongés venus de fonte sur le fer de meule (*fig. 38*) pénètrent dans deux mortaises ménagées à l'intérieur du manchon, et maintiennent celui-ci sur celui-là; le pointal saillit entre les deux branches de l'étau.

C'est dans l'échancrure du manchon que l'anille vient se placer; elle est en équilibre sur le pointal, et l'on conçoit aisément que le mouvement de 120 tours à la minute, imprimé au fer de meule, et par conséquent au manchon qui en est solidaire, se communique à l'anille et à la meule courante.

Le fer de meule constitue donc un véritable arbre de transmission, et c'est lui qui reçoit, au moyen d'une poulie ou d'une roue d'engrenage calée perpendiculairement, l'effort de la machine motrice.

Quand le moulin comporte un certain nombre de paires de meules,

Fig. 38.



Fer de meule, pointal et manchon.

il y a toujours intérêt, pour économiser le bâti et les commandes, à les grouper; quand l'importance du moulin le permet, le groupe comprend six paires de meules, rangées en cercle. Au centre se dresse un arbre vertical qui est commandé directement; sur cet arbre se trouvent calées autant de poulies que l'arbre doit commander de meules, et c'est au moyen de courroies que les meules reçoivent leur mouvement.

Les deux meules sont entièrement recouvertes d'une caisse cylindrique de bois, que l'on nomme l'*archure* et qui est destinée à ramasser les produits qui sortent broyés des meules, et à éviter la *volatilisation* de la folle farine. L'*archure* communique avec un conduit de bois, nommé *anche*, qui recueille et dirige au dehors la boulange ou les gruaux remoulus.

L'*archure* est percée au centre, au-dessus de l'œillard, d'une ouverture circulaire qui laisse passer l'*engreneur*, c'est-à-dire la partie de l'appareil qui permet de délivrer d'une façon régulière le grain dans

les meules. Cet engreneur est formé d'un entonnoir métallique T (*fig. 37*), auquel aboutit un tuyau d'alimentation, de sorte que l'entonnoir est continuellement rempli de grains; l'entonnoir se prolonge, à l'intérieur de l'œillard, par un tuyau vertical, qui débouche au-dessus d'une petite plate-forme, dite *assiette*, portée par le manchon.

Entre le bord inférieur de l'engreneur et l'assiette, on ménage un espace suffisant pour laisser échapper les grains de blé, et l'on conçoit que l'alimentation de la meule sera d'autant plus abondante que cet espace sera plus grand. On règle précisément cet espace, et par conséquent l'alimentation, en fixant l'engreneur dans une traverse de fer, placée en général diamétralement au-dessus de l'archure; cette traverse de fer, fixée à l'une de ses extrémités, peut être, par l'intermédiaire d'une tige filetée et d'un écrou, déplacée à son extrémité opposée.

III. — PRINCIPES D'ACTION DES MEULES. MOUTURE BASSE ET HAUTE.

Avant l'introduction en France du procédé de mouture par cylindres, le meunier savait, en modifiant la distance qui doit séparer les deux meules, obtenir des boulanges présentant entre elles des différences notables : s'il écartait ses meules, la boulangue se trouvait contenir, à côté d'une petite quantité de farine et de sons mal finis, beaucoup de gruaux; quand ils provenaient de blés tendres, ces gruaux étaient remoulus et transformés en farine de gruaux; quand ils provenaient de blés durs, ces gruaux ou semoules étaient vendus soit comme semoules à potage, soit comme matière première de la fabrication des pâtes alimentaires; c'était faire de la mouture *ronde* ou *haute*; ronde, parce que les fragments du blé se trouvaient, par l'action de la meule, usés et arrondis; haute, parce que les deux meules étaient écartées. S'il rapprochait au contraire ses meules presque au contact, comme il le fait d'ailleurs encore aujourd'hui, la boulangue ne renfermait plus que peu de gruaux, mais, en revanche, la quantité de farine y était maxima. Le grain s'écrasait presque entièrement du premier coup de meule; c'était faire de la mouture *plate* ou *basse*.

La différence qui existe dans la composition de ces deux boulanges sur blé tendre peut être, d'après Aimé Girard, évaluée comme l'indique le Tableau suivant :

Résultats de la mouture d'un même blé. (Premier coup de meule.)

	Moutures			
	basse.		haute.	
	kg	kg	kg	kg
Farine de premier jet.....	60	à 61	26	à 27
Gruaux de toutes sortes.....	22	à 23	48	à 50
Sons achevés.....	16	à 17	»	»
Sons inachevés.....	»	»	25	à 26

Mais cette différence n'est qu'apparente; les gruaux, quelle que soit leur proportion, étaient destinés à être moulus, et le rendement final, après mouture des gruaux, n'est pas très différent. Il n'en est pas de même de la qualité; car la mouture haute au premier coup de meule attaquait peu le grain. La boulange ne subissait pas d'élévation sensible de température, et les gruaux qui en provenaient fournissaient de la farine de très belle qualité; c'était la farine dite *de gruaux*, la farine qui faisait la réputation des boulangers viennois.

Les choses ont bien changé depuis que la meunerie a adopté les cylindres; ceux-ci fragmentent le grain d'une façon plus progressive, et donnent dans la mouture haute des résultats bien supérieurs à ceux que donnent les meules. Aussi a-t-on partout aujourd'hui renoncé à celles-ci pour la mouture haute des blés tendres, et ne les a-t-on conservées que dans des cas exceptionnels pour la fabrication des semoules de blé dur.

Le procédé de la mouture basse par meules a fait place, dans la plupart de nos moulins, au procédé de mouture par cylindres; mais il subsiste encore dans les petits moulins et dans ceux qui ne cherchent pas à produire une farine de première blancheur.

Placés en face de la théorie de l'action des meules et de l'écrasement progressif du blé, il convient, parce que c'est le seul en usage, de ne considérer que le procédé par mouture basse.

Les grains de blé, entrant par l'œillard de la meule courante, sont immédiatement soumis à la force centrifuge; chacun d'eux se trouve animé d'une force qui est, à tout moment, tangentielle au cercle décrit par le point de contact du grain avec la meule; si la force centrifuge était nulle, à quelque place qu'il se trouve sur la meule, le grain décrirait continuellement un cercle concentrique à l'œillard; la force centrifuge a pour effet de le pousser tangentiellement à ce cercle. Or il est clair que ce cercle, qui serait décrit par le point de contact du grain avec la meule, s'élargit constamment, et l'on peut en déduire

que chacun des grains décrit une spirale en se dirigeant du centre vers la périphérie.

En réalité, ce mouvement de spirale est, pour ainsi dire, entrecoupé par le cheminement du grain dans les rayons qu'il rencontre en passant, comme on le verra plus bas, d'un portant sur le portant voisin. Ce cheminement accélère plutôt sa marche qu'elle ne la ralentit.

Il a été dit en effet que la meule supérieure doit tourner par rapport à la meule gisante dans la direction qui va des rayons latéraux aux rayons principaux de celle-ci. Or ces rayons sont tangents au cercle de chasse et dirigés précisément, non pas parallèlement, mais dans le même sens que le mouvement tangentiel dont il a été parlé, c'est-à-dire que la direction des rayons et la direction du mouvement tangentiel forment un angle toujours aigu.

Le grain cheminant en spirale pour gagner la feuillère de la meule rencontre, comme il a été indiqué plus haut, des surfaces de portants de plus en plus resserrés et des rayons de moins en moins creux. Le grain et ses produits de désagrégation sont donc continuellement, et au fur et à mesure qu'ils diminuent de grosseur, touchés de la même façon par le poids de la meule courante. Ce poids, qui est considérable par rapport au produit qu'il est chargé d'écraser, se fera sentir aussi bien sur le grain qui entre dans le boîtard que sur le gruaux qui chemine à l'entrepied, que sur le son enfin qui se râpe à la feuillère.

L'action étant la même quelle que soit la grosseur du grain ou du fragment que la meule écrase, il suffit, pour comprendre la façon dont cet écrasement a lieu, de considérer, en un point quelconque de la meule, l'un de ces grains ou de ces fragments, en supposant d'abord que celui-ci reste en place, c'est-à-dire n'est pas soumis à la force centrifuge.

Le grain ou le fragment, engagé entre l'un des rayons de la meule supérieure et l'un des rayons de la meule inférieure, a, si les meules sont convenablement écartées à cet endroit, la place suffisante pour se loger (*a*, *fig.* 39); mais il ne conserve pas longtemps cette aisance qui lui est offerte; car la meule supérieure tourne, et le parallélogramme formé par la coupe des deux rayons superposés va diminuer de hauteur (*b*, *fig.* 39); il diminue encore au moment où les génératrices des deux rampants vont s'entre-croiser (*c*, *d*); le grain, déjà fortement attaqué, se trouve, par l'action des rampants, transporté sur les parties planes de la meule (*e*); là, les deux surfaces sont pa-

rallèles et l'enveloppe réduite à l'état d'une feuille de son à laquelle adhèrent encore des fragments d'amande farineuse.

Mais, en réalité, la mouture est progressive entre des surfaces de plus en plus rapprochées. Le grain chemine en spirale, entraîné dans le rayon qui suit immédiatement celui qui vient de procéder à son écrasement. Il se fragmente à l'état de gruaux, et le gruaux, rencontrant des sillons moins profonds, des portants plus rapprochés, se

Fig. 39.

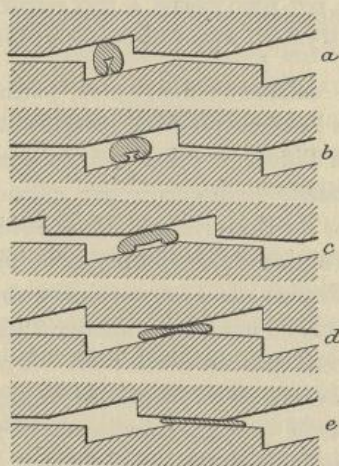


Schéma de la mouture par meules.

concasse de la même façon. Les produits en cours de mouture vont donc, grâce à la fragilité de l'amande farineuse et à la souplesse et l'élasticité de l'enveloppe, être progressivement attaqués. L'amande farineuse, qui est cassante, va se pulvériser. En même temps que les portants de la feuillette qui sont presque au contact et que les rhabillures dont on a garni la meule vont détruire les derniers gruaux, ils vont également râper le son, c'est-à-dire détacher du son les derniers fragments d'amande. Là encore, les propriétés cassantes de l'amande en permettront la pulvérisation, et le son s'allongera, se laminera. Cette action ne doit pas être violente, car elle pourrait donner naissance à une farine bise, provenant du broyage même du son par les rhabillures de la meule, et qui contiendrait les cellules détachées de l'assise protéique, cellules qui, comme on l'a vu plus haut, renferment de la céréaline, le ferment qui rend le pain bis.

CHAPITRE VII.

LE BROYAGE DU GRAIN AUX CYLINDRES.

I. — LES ORIGINES DU BROYEUR A CYLINDRES. — PRINCIPES DU NOUVEAU PROCÉDÉ DE MOUTURE.

Il est toujours très délicat de distinguer, parmi les inventeurs qui se sont succédé dans l'exécution d'un progrès industriel, celui qui en a le premier conçu l'idée, et celui qui l'a pratiquement réalisé. Bien avant que le procédé de mouture par cylindres fût rendu pratique dans les moulins de Hongrie, plusieurs inventeurs avaient proposé de substituer à l'action de deux meules de pierre courant l'une au-dessus de l'autre l'action de deux cylindres métalliques tournant l'un vis-à-vis de l'autre, comme les rouleaux d'un laminoir.

L'invention ne paraît pas nouvelle; M. Rhys Jenkins a signalé récemment⁽¹⁾ des brevets antérieurs pris en Angleterre par Wilkinson (1753), Samuel Watson (1774), Rawlinson (1775), Charles Williams (1810), qui contiennent le principe des appareils en usage aujourd'hui.

D'après Ch. Touaillon fils, l'un des hommes les plus compétents de son temps dans les questions de meunerie⁽²⁾, un Français, Bérard, « établit en 1818 plusieurs cylindres en fonte, à l'aide desquels il espérait remplacer les meules horizontales. Il a marché quelques mois et a fini par appliquer ses cylindres à la compression des grains avant leur arrivée dans les meules. L'effet, comme complément de nettoyage, pour séparer les pierres entrées dans le grain, a été bon, et il eut des imitateurs ».

M. Heuzé, dans son Rapport de l'Exposition de 1878, dit que « Bollinger, boulanger à Vienne, eut l'idée en 1821 de remplacer les moulins par des cylindres en acier ».

En 1823, un Américain, John Collier, prit un brevet pour un moulin à cylindres ou à cônes, doués d'un mouvement rotatif autour de leurs axes, et placés dans une situation horizontale.

⁽¹⁾ *Journal de la Meunerie et de la Boulangerie*, 1899, p. 89.

⁽²⁾ CH. TOUAILLON fils, *Meunerie, Boulangerie*, 2^e éd., 1879.

Benoît, dans les *Additions* qui accompagnent la traduction qu'il a faite du *Guide du Meunier* par Evans (1830), parle de ce brevet, et donne même les dessins qui l'accompagnent.

Sur ces dessins on voit deux cylindres « en acier ou autre matière », de 10^{cm} de diamètre et de 10^{cm} à peine de longueur, qui tournent l'un vers l'autre, tandis qu'une base « en bois ou autre matière » disposée horizontalement sous les cylindres, parallèlement au plan des axes, et sans cesse appuyée au moyen d'un levier à contrepoids, vient former entre elle et chacun des cylindres une nouvelle surface de râpage ; le grain se concasse entre les deux premiers cylindres, et achève de s'écraser en passant sur la ligne de tangence du sabot de bois. Ce moulin, de dimension si restreinte, a-t-il été employé ? Il ne faut retenir de tout cela que deux choses : c'est que l'écrasement du blé entre cylindres était conçu et que ces cylindres étaient prévus en métal dur.

Ce qui paraît certain également, c'est que l'inventeur s'était préoccupé de donner aux deux surfaces écrasantes un mouvement différentiel ; car, d'après Benoît, les moulins peuvent être formés de cônes égaux et opposés faisant le même nombre de révolutions par minute, de façon que le frottement dû à la différence de vitesse « contribue à dépouiller le son en détachant la farine » ; et il ajoute que « le même effet est produit soit par des cylindres égaux de diamètre, effectuant un nombre différent de révolutions, soit par des cylindres inégaux tournant un égal nombre de fois pendant le même temps ». Décrivant un moulin construit sur le brevet de J. Collier, Benoît nous montre les cylindres en fer coulé, de 0^m,40 à 0^m,41 de diamètre, de 0^m,40 à 0^m,45 de long environ ; les cannelures sont en ligne droite et très fines ; l'un des cylindres, le seul qui soit commandé directement, effectue 60 révolutions par minute, tandis que l'autre n'en fait que 20.

Ces engins ne devaient pas donner de si mauvais résultats ; car Benoît, vieux praticien, écrit en 1830 que « si les moulins à cylindres continuaient à donner les avantages qu'ils semblent déjà présenter, il est raisonnable de prévoir leur adoption dans la création des nouveaux établissements, et peut-être leur substitution plus ou moins prochaine aux meules des moulins existans ».

D'ailleurs, en 1847, Rollet, dans son *Mémoire sur la meunerie et la boulangerie*, nous apprend que, pour séparer du blé les petites pierres de même diamètre que le grain, on fait passer celui-ci dans un concasseur dont les cylindres sont séparés par une distance moindre que

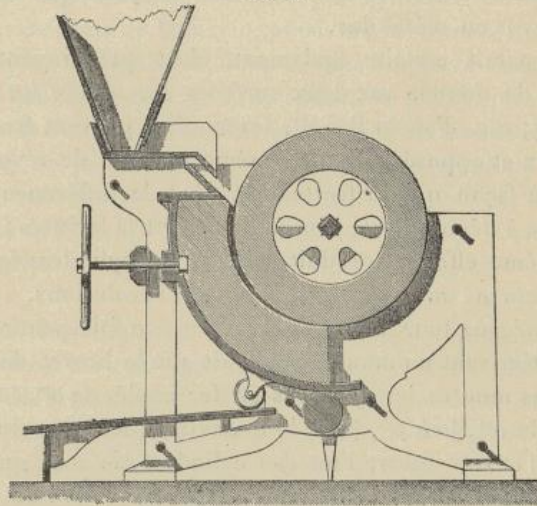
l'épaisseur d'un grain, aplatissent celui-ci, tandis qu'ils brisent les pierres.

Jusqu'ici les cylindres sont métalliques ; la transformation du moulin porte donc à la fois sur le mécanisme et sur les matériaux avec lesquels il est construit.

Vers 1830, un meunier de Saint-Denis, Benoist, qu'il ne faut pas confondre avec Benoît dont l'Ouvrage a été cité plus haut, revint, pour l'établissement des cylindres, à l'emploi de la pierre meulière. Il fit construire des cylindres en pierre ou en grès grossier feldspathique (arkose), qu'il fit tourner contre un sabot fixe, en pierre meulière, taillé suivant un quart de cylindre ⁽¹⁾.

Rollet ⁽²⁾ en donne la description en ces termes : « On a imaginé,

Fig. 40.



Moulin à cylindre, de Benoist (1830).

pour opérer la mouture du grain, de faire tourner un cylindre tangentiellement à une portion de cylindre, ayant une surface concave égale au quart de la surface convexe de la meule mobile. » Il publie même le croquis de l'appareil sous le nom de *meule-cylindre*, et, d'après ce croquis (*fig. 40*), le cylindre ne porte pas sur toute la

⁽¹⁾ Les cylindres de Benoist, retrouvés par les soins de M. Regnault-Desrozières et de M. Davilliers, sont conservés dans les collections de l'Institut national agronomique.

⁽²⁾ ROLLET, *Atlas*, 1846. — *Mémoire sur la meunerie* (1847).

surface du sabot de pierre; celle-ci est, pour ainsi dire, excentrique par rapport au cylindre et ne touche celui-ci que vers la partie basse, de façon que la mouture soit progressive. Le sabot est porté sur un système élastique, qui lui permet de reculer si un corps dur vient à passer entre les deux surfaces travaillantes. Le cylindre de pierre est évidé et garni d'une armature de fer. On constate même, sur le cylindre en grès conservé à l'Institut agronomique, des rhabillures obliques aux génératrices. Dans le dessin, le distributeur est formé d'une table à secousses; dans le texte de Benoît ⁽¹⁾, il est question d'un distributeur à rouleau de pierre. Ch. Touaillon fils nous dit que Benoist, de Saint-Denis, fit, pendant 30 ans, la mouture à gruaux au moyen de ces appareils.

En même temps que Benoist, Sulzberger, de Frauenfeld (Suisse), construisit sur le Murg un moulin dont les appareils de broyage étaient en acier. Il entra, vers 1838, en relations avec le comte Stéphan Széchenyi, qui lui fit construire, à Budapest, un moulin monté de la même façon. Ce moulin subsista, paraît-il ⁽²⁾, jusqu'en 1869. La société qui exploitait ce moulin portait le nom de « Pester Josefs Walzmuhl Gesellschaft ». Un des cylindres de ce moulin historique est conservé au Musée Royal hongrois de Technologie industrielle.

Benoist et Sulzberger ne furent pas cependant des initiateurs, et leur exemple ne fut pas suivi; nous trouvons alors, d'après M. Rhys Jenkins ⁽³⁾, une liste très longue de brevets : Berry (1834), Parsons et Kliburn (1843), Studley (1844), Edwin Rose (1845), May et Legge, Bendal (1850), Walker (1852), Biddell (1853), Spiller (1854), Balk, Turner, Wright, Smith, Willson, Riley, Paterson (1855), sans que nous puissions citer de nouvelles applications. Tous ces brevets montrent combien cette question présentait alors d'intérêt pour la meunerie.

Parmi les inventeurs, le constructeur anglais Bucholz, dont les brevets datent de 1862, 1863, 1865, 1867 et 1870, mérite d'être cité. Les moulins dont il proposait l'emploi étaient destinés à faire des semoules; ses cylindres étaient à vitesse différentielle et à cannelure hélicoïdale. Dans son brevet de 1867, il annonce qu'il est parvenu à réduire le grain, non plus en gruaux, mais en farine, par l'emploi de cannelures très fines, et tracées hélicoïdalement.

Plus tard, en 1875, Frédéric Wegmann, de Zurich, introduisait à

⁽¹⁾ BENOIT, *Guide du meunier et du constructeur de moulins*, 1864.

⁽²⁾ *Le Meunier*. Bruxelles; mai 1901.

⁽³⁾ *Loc. cit.*

Budapest de petits moulins à cylindres de porcelaine, que l'on a, d'ailleurs, continué à construire jusqu'à ces dernières années. La porcelaine présentait aux grains une dureté que le métal ne lui offrait pas.

Mais le progrès réel, qui devait entraîner l'adoption définitive de la mouture aux cylindres, a été, quelques années plus tard, la substitution, dans la construction des engins de mouture, à la fonte ordinaire de la fonte trempée. En même temps, la direction des cannelures était modifiée. De plus, diverses dispositions, dont il sera parlé plus bas, étaient prises pour appliquer les cylindres à la mouture ronde. C'est à la maison Ganz, de Budapest, et spécialement à son distingué directeur, M. André Mechwart, que l'on doit la réalisation de ce progrès industriel. La maison Ganz, qui en 1873 avait livré 20 cylindres, en livrait 300 en 1874, 447 en 1875, 1348 en 1879, 1870 en 1884. Nul pays autre que l'Autriche-Hongrie, où l'on faisait depuis longue date, par le procédé de mouture haute entre meules, des farines supérieures de gruaux, n'était mieux disposé à adopter les procédés nouveaux. Après avoir été installés dans les moulins Victoria et dans les *Premiers Moulins* à Budapest, aux Moulins de Brunlitz (Autriche), aux moulins Tivoli à Munich, ils se répandirent rapidement, gagnèrent l'Angleterre et l'Allemagne.

En France, nous fûmes lents à adopter ce progrès.

A la suite de l'Exposition universelle de 1878, la maison Brault, Teisset et Gillet acquit le droit d'exploiter en France les brevets Ganz, et ce furent MM. Givon et Laurent qui installèrent les premiers, dans le moulin Buquet, à Rouen, le système hongrois (1879).

Mais l'exemple ne fut guère suivi, et il fallut que la Chambre syndicale des grains et farines, en présence de l'importation des farines étrangères qui augmentait chaque jour, envoyât des missions en Allemagne et en Autriche, organisât une Exposition (avril et juin 1885), créât des concours entre les différents appareils de broyage, pour que le monde de la meunerie s'émût et adoptât résolument le nouveau procédé de mouture.

C'est donc à Mechwart que revient la plus grande part de mérite dans la création du moulin à cylindres. C'est la maison Ganz qui a créé le modèle adopté aujourd'hui, avec quelques modifications de détail, par la meunerie universelle. Mais, à côté de Mechwart, il convient de citer Collier, Benoist, et surtout Wegmann, à qui Mechwart, dans une lettre publique, a récemment rendu justice : « Nous déclarons que, sans l'initiative de M. Wegmann, il ne nous serait probable-

ment jamais venu à l'idée de construire des moulins à cylindres ⁽¹⁾ ».

Ce qui a assuré le succès de cette invention, ce n'est pas tant la qualité de l'engin destiné à la mouture du grain que le mode de travail auquel il correspond.

La mouture haute ou ronde, que le meunier hésitait à demander à ses meules, parce qu'il la jugeait dispendieuse, s'exécutait avec les cylindres dans des conditions économiques; ces conditions, en outre, rendaient cette mouture haute définitivement obligatoire; car aucun broyeur à cylindres ne peut, du premier coup, réduire le grain en farine et en son.

Le grain est alors écrasé progressivement en passant dans une série de six ou huit broyeurs à cylindres, tous semblables les uns aux autres sous le rapport de la construction générale, de la transmission, de la vitesse de rotation; cependant, si l'on veut que la mouture soit rationnelle, il faut que, dans les broyeurs qui sont en tête de la batterie, les deux cylindres soient plus éloignés l'un de l'autre que ne le sont les deux cylindres des broyeurs de queue; au fur et à mesure que le grain se désagrège et que la marchandise à broyer devient plus plate, il faut que les cylindres se rapprochent.

En outre, et pour la même cause, les cannelures que portent les cylindres doivent être, de la tête à la queue de la batterie, de moins en moins larges et saillantes, de plus en plus serrées.

En cheminant à travers cette batterie, le grain est progressivement attaqué; l'amande farineuse, parce qu'elle est cassante, se brise; elle fournit de la farine, des semoules et des sons aplatis. Mais ces semoules sont quelquefois des fragments importants du grain, le son est plus ou moins chargé d'amande, et chaque passage détermine la désagrégation de nouveaux produits, jusqu'au moment où cette désagrégation ne peut plus se faire sans nuire à la qualité de la farine, jusqu'au moment où le son est transformé en feuillet plat, curé sur sa face interne.

On conçoit que, dans ces conditions, il soit inutile de faire passer, entre les deux cylindres de chacun des broyeurs de la batterie, les farines et les semoules moulues dans le broyeur précédent. Les produits encombreraient le moulin inutilement, et s'échaufferaient au contact des cylindres. On a donc imaginé, et c'est là une opération essentielle qui assure la bonne marche du procédé, de séparer à chaque passage, au moyen d'un blutoir, les produits

(1) Journal *la Meunerie française*, n° 181, 1900, p. 23.

L.

moulus. Au sortir de chacun des broyeurs de la série, la marchandise passe dans une bluterie dont la toile métallique, du n° 40, est assez grosse pour ne laisser passer que les semoules, les petits sons et la farine par conséquent, et assez fine pour retenir et rejeter les grosses semoules et les sons incomplets qui doivent subir une nouvelle mouture.

La batterie est composée de six à huit broyeurs; en général, on réserve le premier de ces broyeurs pour aplatir légèrement le grain, l'ouvrir suivant son sillon; dans ces conditions, la poussière qui s'était logée dans ce sillon, et que le nettoyage avait été impuissant à enlever, peut se détacher aisément, et elle se détache mélangée de farine, par l'action du premier blutoir (*fig. 41*). A ce déchet on donne le nom

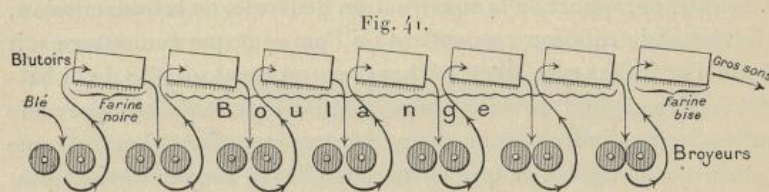


Diagramme de la mouture par cylindres.

de *farine noire*, et cette farine noire est éliminée des produits destinés à la boulangerie. Le rejet de cette bluterie, comme le montre le diagramme ci-contre, passe au deuxième broyeur; de là, la marchandise est conduite au deuxième blutoir; le rejet de celui-ci se dirige sur le troisième broyeur, et ainsi de suite. Le dernier blutoir donne d'ordinaire une farine qui renferme une assez forte proportion de débris de son, que le dernier broyeur a pour ainsi dire râpé; cette farine bise est également rejetée du travail courant, et ce sont les produits qui s'échappent des blutoirs intermédiaires qui constituent la *boulange*, mélange de farine, semoules et petits sons, que l'on s'attachera plus tard à classer et à purifier.

Ces principes une fois posés, il convient d'appeler l'attention sur le broyeur à cylindres lui-même, qui est l'engin principal de la mouture, celui qui permet d'écraser le grain progressivement; il convient de décrire sa fabrication, son montage et son réglage.

II. — CONSTRUCTION DU BROYEUR A CYLINDRES. SON MODE D'ACTION.

1. Le cylindre. Sa fabrication. Son rayonnage. Rhabillage.

Pour répondre aux exigences du travail de la meunerie, le cylindre doit être fait d'un métal suffisamment mou pour pouvoir

être rayonné à la surface, être *rhabillé* en cas d'usure, et suffisamment dur pour supporter un long usage.

Le métal employé est une fonte aciérée que l'on durcit superficiellement par la trempe.

Longtemps nous avons été tributaires de l'étranger pour la fabrication des cylindres de meunerie.

Mais nos manufactures de Valdoie, près Belfort, de Saint-Chamond (Loire), etc. peuvent fournir aujourd'hui à la meunerie les cylindres qui lui sont nécessaires.

La fonte employée est en général de la fonte obtenue au bois. Celle-ci vient de Suède, d'Angleterre, d'Allemagne ou de France (département des Landes).

On ne peut d'avance rien déduire de la composition chimique de ces fontes; au dire des praticiens, leur composition chimique n'est pas toujours en concordance avec leurs propriétés physiques. Ces fontes doivent, bien entendu, être essayées par les procédés ordinaires de la métallurgie, et l'on doit rechercher uniquement si elles prennent la trempe et répondent aux qualités requises de dureté.

La fonte est coulée en *coquilles* cylindriques, ainsi qu'il va être dit plus bas.

Les cylindres dont on se sert pour le broyage des grains ont une longueur qui varie de 0^m,30 à 1^m. La dimension la plus habituellement adoptée est de 0^m,60 à 0^m,70. Le diamètre varie de 0^m,18 à 0^m,25; il est le plus ordinairement de 0^m,22. Ce diamètre va en augmentant avec la longueur des cylindres. Les cylindres de 1^m n'étaient guère employés au début, car on les voyait souvent, sous l'effort des ressorts dont il sera parlé plus bas, fléchir vers le milieu; les génératrices des cylindres cessaient d'être parallèles et la mouture était irrégulière. Mais aujourd'hui, grâce à l'emploi d'aciers spécialement choisis, on ne craint pas d'atteindre cette longueur de 1^m. On la dépasse même; la maison Bühler, d'Uzwill (Suisse), par exemple, construit des cylindres longs de 1^m,25 et même de 1^m,50.

Le trempage du cylindre de fonte s'exécute au moment même de la coulée; le moule est en fonte, cylindrique, d'une épaisseur partout égale, de façon que le refroidissement superficiel soit uniforme et que la trempe pénètre à la même profondeur dans toutes les parties du cylindre.

Cette trempe se fait en général sentir sur une épaisseur d'environ 0^m,02; mais, naturellement, la dureté du métal est maxima à la surface.

Dans l'intérieur du moule on ménage un cylindre en sable, concentrique au moule, qui déterminera un axe creux. Dans cet axe creux sera logé l'arbre sur lequel le cylindre de mouture sera monté. Cet axe creux aura, après alésage, à $0^{\text{mm}},1$ ou $0^{\text{mm}},2$ près, le même diamètre que l'arbre, près des extrémités du cylindre; mais il aura, pour éviter trop de difficultés dans l'introduction de l'arbre, un diamètre largement supérieur dans sa partie médiane, en sorte que l'arbre central, une fois introduit, ne sera maintenu qu'aux deux extrémités du cylindre, et cela sur une longueur de plusieurs centimètres, tandis qu'il sera, entre ces extrémités, logé dans une chambre creuse cylindrique. Il faut éviter que la partie métallique qui avoisine l'arbre soit trempée par le refroidissement; le métal n'aurait pas assez d'élasticité pour permettre l'introduction de celui-ci.

Quand le cylindre arrive de la fonderie, on commence par enlever les masselottes de fonte qui déforment les bases du cylindre; puis, après avoir alésé les orifices du logement de l'arbre, on enfonce celui-ci à la presse hydraulique.

La pièce est alors montée sur un tour et travaillée de façon à rendre sa surface absolument cylindrique.

La surface cependant ne peut être considérée comme suffisamment lisse pour pouvoir dès à présent être taillée. On y perçoit encore les stries que l'outil a laissées, stries qui, à la taille, se retrouveraient sur le dos des cannelures. On place alors le cylindre sur la machine à meuler. Celle-ci est un véritable tour monté sur chariot; le cylindre, convenablement centré sur les mandrins du tour, est animé automatiquement d'un mouvement rotatif et d'un mouvement de translation. Parallèlement à l'axe du cylindre est un arbre sur lequel est montée une meule d'émeri qui tourne avec une grande rapidité. Cette meule affleure le cylindre comme le ferait un outil à tous les points qu'il présente, le polit et en rend la surface absolument lisse.

C'est à ce moment seulement que l'on peut opérer la taille du cylindre, le rayonner, le canneler.

Les cannelures représentent des sillons creusés à la surface du cylindre, parallèles entre eux et dirigés suivant un angle de 15° à 20° par rapport aux génératrices.

Le nombre de ces cannelures est variable; il dépend de la nature du travail que l'on demande au cylindre qui les porte. Quand il s'agit de cylindres destinés à la mouture du blé tendre, on emploie, en tête de la batterie, des cylindres dont la cannelure mesure 2^{mm} ;

puis la cannelure diminue progressivement de largeur, et elle n'a plus que 1^{mm}, quand on la considère sur les cylindres de la queue de la batterie. Les cylindres ayant en général 0^m,22 de diamètre, il est d'usage de désigner la finesse de la taille par le nombre de ces cannelures qui sont tracées autour d'un cylindre de 0^m,22; les premiers appareils ont 350 cannelures, les derniers en comptent 700. Si le cylindre est d'un diamètre plus considérable, le même langage est conservé, bien que pour une même dimension de cannelures le nombre de celles-ci augmente avec la circonférence du cylindre. Un cylindre de 700 porte toujours, quelle que soit cette circonférence, des cannelures de 1^{mm}. Quand il s'agit de cylindres destinés à la mouture des blés durs en semoules, les cannelures sont quelquefois plus serrées; les premiers appareils portent alors 600 cannelures, les derniers 1200.

Les cylindres spécialement destinés à la *désagrégation* des derniers produits ont les cannelures plus serrées également.

La forme des cannelures est la même quelle que soit leur finesse. Elle représente en coupe une série d'ondulations à angles sensiblement droits et qui seraient exactement à 90°, si la surface travaillante était plane au lieu d'être cylindrique. Des cannelures, dont les angles saillants et rentrants seraient aigus donneraient peut-être de meilleurs résultats; mais ils présenteraient à la taille de très grosses difficultés. Les angles saillants, mais surtout les angles rentrants, sont légèrement émoussés; l'outil ne peut pas tailler d'arêtes vives (*fig. 42*).

Frank Beall a imaginé une autre forme de cannelure (*fig. 43*) qui diffère de la précédente en ce sens que les cannelures d'un même cylindre n'ont pas toutes la même profondeur, et que chaque groupe de 4, 6 ou 8 cannelures (en général 4 pour le cylindre rapide et 8 pour le cylindre lent) est séparé par une cannelure profonde. C'est par la considération de la forme de ces cannelures que l'on pourra, dans la suite de ce chapitre, comprendre le mécanisme de la mouture entre cylindres.

Les cannelures s'émoussent à la longue, et le meunier, tous les cinq ou six mois, quelquefois tous les ans, doit renvoyer ces cylindres à *rhabiller*. Le rhabillage se fait au moyen des machines qui servent à tailler les cannelures et qui vont être immédiatement décrites.

La taille des cylindres est exécutée au moyen d'une machine à raboter, c'est-à-dire que le cylindre, porté horizontalement sur un

chariot mobile, est soumis à l'action d'un rabot d'acier fixé verticalement au-dessus du cylindre. Mais la cannelure doit être hélicoïdale, et elle serait naturellement parallèle aux génératrices du cylindre si celui-ci n'était que transporté latéralement. Le cylindre doit, pendant que l'outil trace la cannelure, tourner légèrement sur lui-même ; dans ces conditions, et si le mouvement de rotation est convenablement calculé, la cannelure devient hélicoïdale. Ce mouvement du cylindre est obtenu en calant sur l'axe une pièce de fonte qui se termine par un bras perpendiculaire à l'axe. L'extrémité de celui-ci glisse dans une coulisse inclinée par rapport au sol, dans un plan parallèle à l'axe du cylindre. Au fur et à mesure que le cylindre s'avance, le bras, enserré dans sa coulisse oblique, s'abaisse et détermine une légère rotation du cylindre. Lorsque l'une des cannelures est achevée, il faut, en outre, que le cylindre revienne à son point de départ et que l'outil creuse une nouvelle cannelure parallèle à la première, à une distance variant de 1^{mm} à 2^{mm} . Pour cela, le cylindre étant à bout de course et l'outil relevé automatiquement, un déclenchement permet au cylindre de revenir sur lui-même, puis d'osciller et de tourner, autour de son axe, de l'angle nécessaire pour que l'outil puisse, à la distance voulue, tracer la cannelure voisine. Ce résultat est obtenu par un mécanisme analogue à celui des machines à diviser.

Il est bon, surtout pour les grosses cannelures et si l'on veut éviter d'ébrécher la surface travaillante, de creuser les cannelures en trois ou quatre opérations successives.

Si les cylindres sont destinés à la construction d'un *convertisseur*, c'est-à-dire de l'appareil qui sert à remoudre les semoules, ils ne doivent pas comporter de cannelures ; leur surface doit être absolument lisse. Aussi, quand les cylindres ont reçu la façon de la meule à émeri, les monte-t-on sur un bâti de broyeur et leur fait-on moudre pendant quelque temps de la poudre d'émeri délayée dans l'eau.

2. Mode d'action des cylindres.

Avant de rechercher les principes qui président à l'action des cylindres cannelés sur le grain et ses produits de désagregation, il convient de tenir compte de la vitesse de rotation de chacun des cylindres, d'examiner la direction dans laquelle les cannelures sont disposées sur le cylindre par rapport au sens de la rotation, de voir enfin comment sont tracées les cannelures de l'un par rapport aux cannelures de l'autre.

Les deux cylindres, ainsi qu'on le verra plus loin, tournent dans deux sens contraires, comme les rouleaux d'un laminoir, de telle façon que les produits qui traversent la ligne de tangence soient entraînés vers le bas. En outre, ils ne sont pas animés de la même vitesse; on peut donc considérer que l'un d'eux, que nous nommerons de suite le *cylindre lent*, ne tourne pas, tandis que le *cylindre rapide* tourne avec une vitesse qui représente la différence entre la vitesse de chacun d'eux.

La direction de la cannelure par rapport au sens de la rotation peut se définir en remarquant que la partie creuse de la cannelure

Fig. 42.

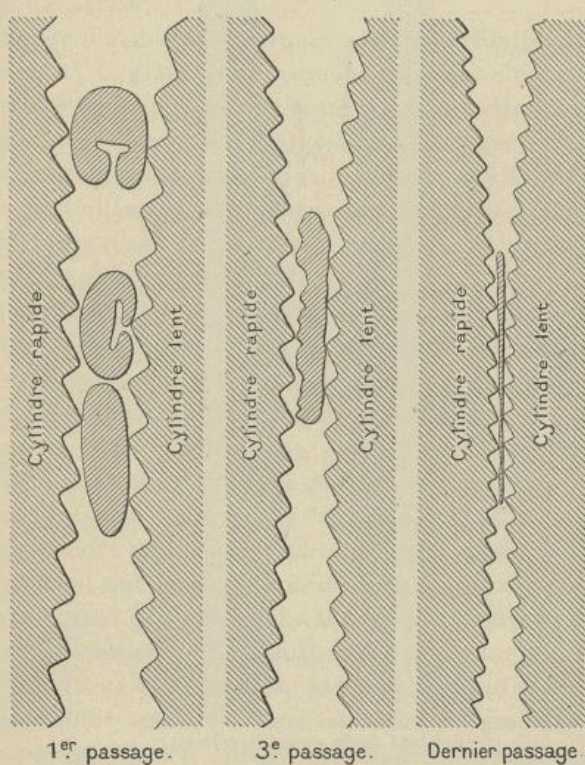


Schéma du broyage aux cylindres (cannelure ordinaire).

est formée de deux pans, dont l'un est deux à trois fois plus grand que l'autre. D'ordinaire la cannelure du cylindre rapide est disposée de telle façon que le grand pan de la cannelure passe au point de tangence avant le petit pan. Les deux cylindres sont cannelés dans

la même direction par rapport à leurs génératrices, et leurs cannelures sont symétriquement placées; de cette considération résulte que, les deux cylindres tournant en sens inverse l'un de l'autre, le petit pan de chaque cannelure du cylindre lent passe au point de tangence avant le grand pan (*fig. 42*). On remarquera que les cannelures, vers leur ligne de tangence, ont leurs pans parallèles, et qu'en outre les cannelures se croisent, faisant entre elles un angle de 30° , si chacune d'elles s'écarte de 15° de la génératrice du cylindre.

La cannelure Beall est disposée d'une façon absolument inverse (*fig. 43*), c'est-à-dire que, sur le cylindre rapide, le petit pan passe à

Fig. 43.

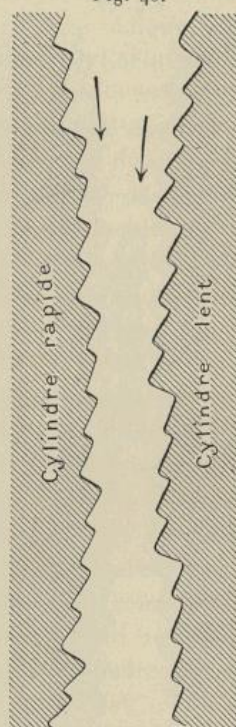


Schéma de la cannelure Beall.

la ligne de tangence avant le grand pan, et que le grand passe avant le petit sur le cylindre lent. De plus, les cylindres sont rayonnés dans des directions différentes, en sorte que les cannelures, au lieu de s'entre-croiser comme dans les moulins garnis de cylindres ordinaires, sont, pour ainsi dire, débitées parallèlement les unes aux autres devant la ligne de tangence.

La cannelure Beall, comme il sera dit plus bas, ne s'applique qu'aux deux premiers passages, et il convient de reprendre, pour les autres passages, la cannelure ordinaire avec le rayonnage croisé.

Certains constructeurs, depuis l'introduction en meunerie de la cannelure Beall, creusent sur les cylindres des deux premiers passages des cannelures dirigées dans la même orientation que cette dernière, font, comme on dit vulgairement, *travailler la cannelure sur le dos*, et profitent ainsi des avantages que présente la cannelure Beall.

Il devient possible, maintenant que l'on a décrit la forme des cannelures et leur disposition à la surface des cylindres, de discuter leur mode d'action.

Il est tout d'abord à remarquer que les cylindres travaillent par compression; le grain et la semoule habillée, c'est-à-dire retenant une partie d'enveloppe, placés entre les deux cylindres qui tournent en sens inverse l'un de l'autre, obligés d'occuper un espace de plus en plus restreint, se brisent sous cet effort, et l'amande cassante se détache partiellement des débris de l'enveloppe. Cette action est prépondérante dans les premiers broyeurs, là où la marchandise présente une grosseur appréciable.

Mais à côté de cette action il en est une autre, toute remarquable, et qui fait du broyeur à cylindres un instrument difficile à remplacer. C'est l'action qu'exercent les cannelures du cylindre rapide sur le grain, la semoule habillée, ou le son inachevé, déposés et entraînés à la surface du cylindre lent, avec la vitesse de celui-ci, action qui a été étudiée et caractérisée par Grandvoinet en 1888 ⁽¹⁾. Les cylindres tournent, ainsi qu'il a été dit plus haut, à vitesse différentielle, le cylindre rapide accomplissant par rapport au cylindre lent un mouvement que la Mécanique désigne sous le nom de *mouvement de rotation avec glissement*. La théorie des mouvements simultanés permet de démontrer que la courbe décrite par un point extrême des cannelures du cylindre rapide, par rapport à un point du cylindre lent (épicycloïde accourcie), est telle que, le grain restant appuyé sur ce dernier cylindre, chaque cannelure accomplit sur ce grain ce que Grandvoinet a appelé un *piochage*; ce piochage a pour effet de désagréger par *raclage* les fragments d'amande que l'enveloppe recouvre encore. Cette action de piochage se manifeste utilement, surtout dans les derniers cylindres de la batterie.

(¹) GRANDVOINET, *Principes d'action des divers appareils proposés pour aider ou remplacer les meules* (Journal la Meunerie française, 1888, p. 321).

Le premier broyeur est muni de cannelures distancées de 2^{mm} , et les deux cylindres sont éloignés de 1^{mm} ou 2^{mm} . Un grain de blé vient à tomber entre les deux cylindres; on peut admettre qu'il est momentanément retenu par l'une des cannelures du cylindre lent, tandis qu'il est comprimé par la partie saillante de la cannelure du cylindre opposé. De quelque côté qu'il se présente, sur le dos, sur le ventre, il est comprimé; il s'ouvre précisément aux points où il offre le moins de résistance, suivant la ligne du sillon, et il laisse échapper sa farine noire.

Dans les cylindres suivants, même dans les derniers, cette action de compression joue un grand rôle; les fragments de grains qui n'ont pas encore subi la mouture se désagrègent sous le même effort, semblablement produit, par ce fait que l'amande farineuse est fragile et cassante. Mais en même temps les arêtes vives du cylindre rapide viennent piocher dans le grain, incomplètement moulu, râper sous forme de farine et de semoules ou gruaux les portions d'amande qui adhèrent encore à l'enveloppe. Cette action de râpage, faible au début, prend de plus en plus d'importance au fur et à mesure que les déchets du grain s'avancent vers la queue de la batterie, à travers des cylindres de plus en plus rapprochés et à cannelures de plus en plus fines.

La situation relative des cannelures qui s'entrecoupent assure même cette désagréation du grain par râpage, et l'on conçoit aisément qu'un gruaux *vêtu* d'enveloppe, au moment où il passe à l'entre-croisement de deux cannelures, soit brusquement *déshabillé*, qu'une feuille de son, encore garnie d'amande, soit énergiquement grattée.

L'emploi de la cannelure Beall, ou tout au moins de la cannelure renversée dont il a été question, est donc rationnel. La cannelure Beall (*fig. 43*) n'agit que par compression, et il suffit d'étudier la forme qu'elle affecte pour être convaincu qu'elle ne peut exercer aucun râpage; elle trouve donc son application dans les deux premiers passages, où l'on ne demande que de la compression. Les cannelures des deux cylindres ne s'entre-croisent pas, dans le système Beall; cette disposition n'offrirait aucun avantage, puisque l'entre-croisement des cannelures dans le rayonnage ordinaire est destiné à augmenter l'effet du râpage.

A ces deux actions de la compression et du râpage, certains auteurs en ont ajouté une troisième, l'action du fendage, qui se produit au premier passage. Mais celle-ci, dans le procédé des cylindres, du

moins, ne doit être considérée que comme le résultat de la compression; le grain ne se fend dans le premier broyeur que parce qu'il est comprimé.

De cette discussion il résulte que les cylindres doivent tourner l'un contre l'autre, à une distance rigoureusement déterminée, et correspondant au degré de finesse que le meunier veut atteindre à tel ou tel passage.

Les deux cylindres doivent être rendus parallèles, de telle sorte que les cylindres, sur toute leur longueur, produisent un même effort, et que le grain ou la semoule soit moulue avec la même régularité. Rendus parallèles, les cylindres doivent pouvoir s'écarter l'un de l'autre sans perdre leur parallélisme.

L'un des cylindres, le rapide, doit, comme il a été dit plus haut, exercer toujours une pression sur la marchandise répandue à la surface de l'autre cylindre, le lent; mais il ne doit, en aucun cas, franchir la distance qui lui a été assignée.

Si un corps dur, une pierre, un clou que le nettoyage a laissés, vient à passer entre les cylindres en même temps que le blé, il faut que ce corps dur ne puisse détériorer les cannelures; l'un des cylindres doit s'écarter pour le laisser passer, et revenir aussitôt à sa situation primitive.

Il faut enfin, si l'on ne délivre pas de marchandise dans un broyeur, pouvoir écarter les cylindres l'un de l'autre; quelquefois, en effet, surtout dans les derniers broyeurs, les cylindres, presque au contact, ne sont séparés entre eux que par la marchandise qu'ils travaillent à leur ligne de tangence, par une feuille de son, par exemple; si la marchandise fait défaut, et si les paliers sont tant soit peu usés, on voit, sous l'action du ressort, dont il sera parlé tout à l'heure, les cylindres arriver au contact et frotter l'un contre l'autre.

Ces diverses conditions de travail sont remplies dans tous les moulins à cylindres employés aujourd'hui.

3. Agencement général du broyeur; ses divers organes.

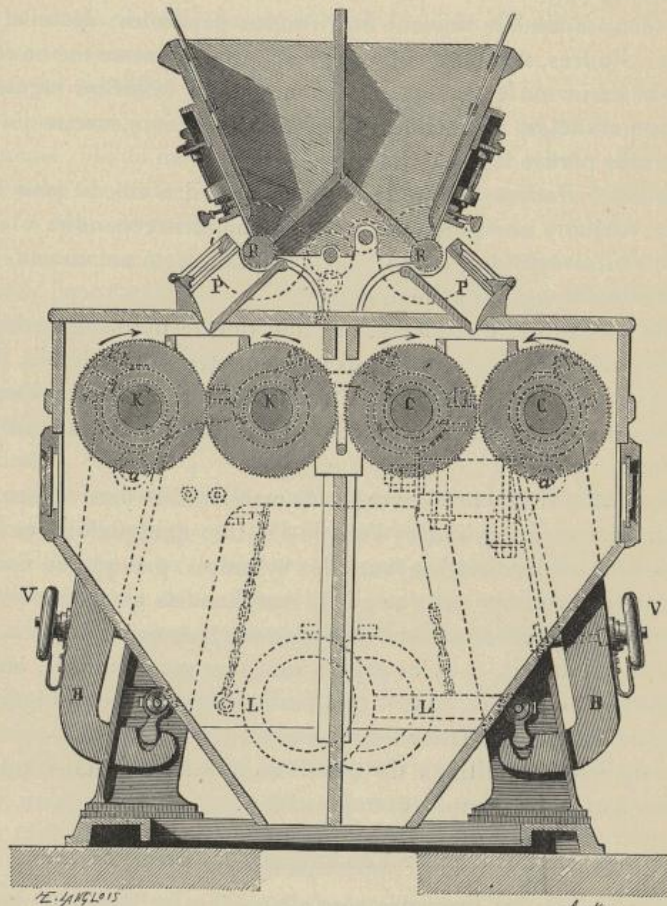
Les cylindres des broyeurs sont disposés parallèlement dans un bâti de fonte qui repose sur le plancher du moulin.

En général, pour économiser le bâti, on réunit côte à côte deux broyeurs, c'est-à-dire deux paires de cylindres; mais chacune d'elles travaille comme si elle était seule; d'un côté, sur l'une des paires de cylindres, on peut faire, par exemple, le premier passage, le deuxième passage sur l'autre.

Le bâti est en fonte, venu d'une pièce; sa forme est rectangulaire, et deux des parois opposées, celles qui portent les paliers des cylindres, les rouleaux distributeurs et les trémies, sont plus élevées que les deux autres.

Dans tout broyeur à cylindres, il y a lieu de considérer, tout

Fig. 44.



Coupe d'un broyeur à quatre cylindres (système Ganz).

d'abord, le mécanisme de réglage qui permet de rendre les cylindres parallèles, de conserver leur parallélisme quand on les éloigne ou quand on les rapproche l'un de l'autre, de forcer l'un de ces cylindres à peser vers l'autre et à s'écarter de lui, dans le cas où un

corps dur vient à se présenter, etc., en un mot de réaliser les conditions qui ont été énumérées ci-dessus.

Le mécanisme de réglage adopté au début par Ganz, de Budapest, a été, avec le temps, l'objet de perfectionnements; mais il faut reconnaître que ces perfectionnements n'ont pas été bien considérables, et n'ont changé en rien la physionomie de l'ancien moulin. Dans ces conditions, il convient donc de décrire d'abord le mécanisme de Ganz, tel qu'il était construit en France par la maison Brault, Teisset et Gillet, de Chartres, concessionnaire du brevet Ganz (*fig. 44*).

Le cylindre *rapide* a ses paliers établis d'une façon définitive sur la partie supérieure du bâti; c'est le *cylindre à paliers fixes* K; l'autre cylindre, le *lent*, K', a ses paliers fondus chacun à l'extrémité d'un grand balancier B, qui lui-même est suspendu au moyen d'un gougeon horizontal *a*, fileté et terminé par un écrou à son extrémité; c'est le *cylindre à paliers mobiles*. Les balanciers qui se trouvent ainsi placés aux deux extrémités du cylindre mobile peuvent donc osciller autour soit du point *a* (*fig. 44*), soit du point B (*fig. 45*), et le cylindre à paliers mobiles, qui en est solidaire, peut, dans ces conditions, se rapprocher ou s'éloigner du cylindre à paliers fixes.

Chacun des balanciers se recourbe à angle droit, à l'extrémité

Fig. 45.

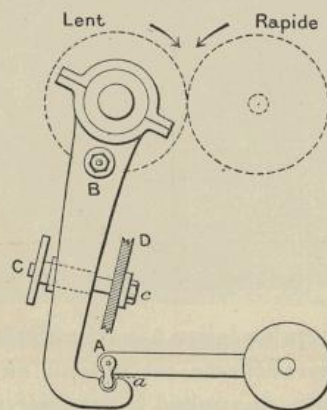


Schéma du réglage des cylindres (système Ganz).

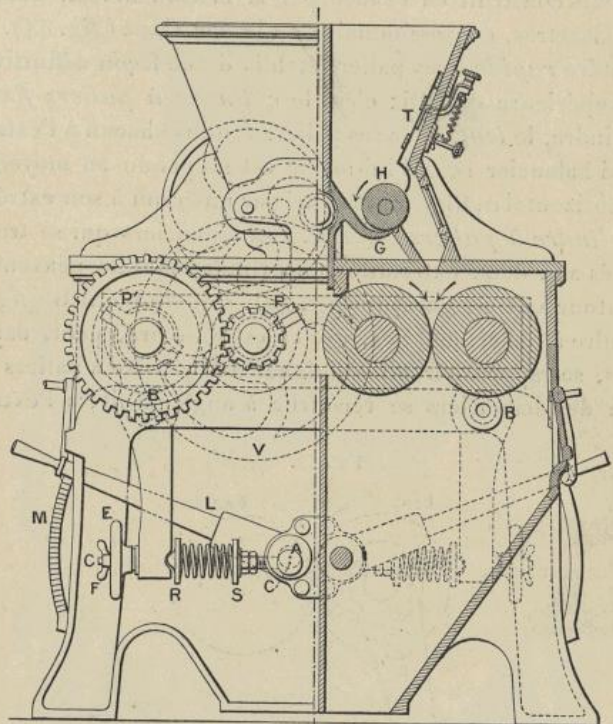
opposée au cylindre, et porte une échancrure; dans cette échancrure pénètre le bec de canne, *a* (*fig. 45*), d'une tige à contrepoids; cette pièce est suspendue en un point A, autour duquel elle oscille, de telle sorte que la pression du contrepoids tend toujours à relever le

bec de canne et à repousser, comme le ferait un ressort, la partie inférieure du balancier.

Dans l'intérieur du balancier passe en liberté une tige *Cc* (*fig. 45*); elle est, d'un côté, fixée à la partie *D* du bâti; de l'autre côté, elle est filetée et porte un écrou muni d'un volant et un contre-écrou.

La position du cylindre à paliers mobiles par rapport à l'autre

Fig. 46.



Moulin à cylindres (construction Brault, Teisset et Gillet).

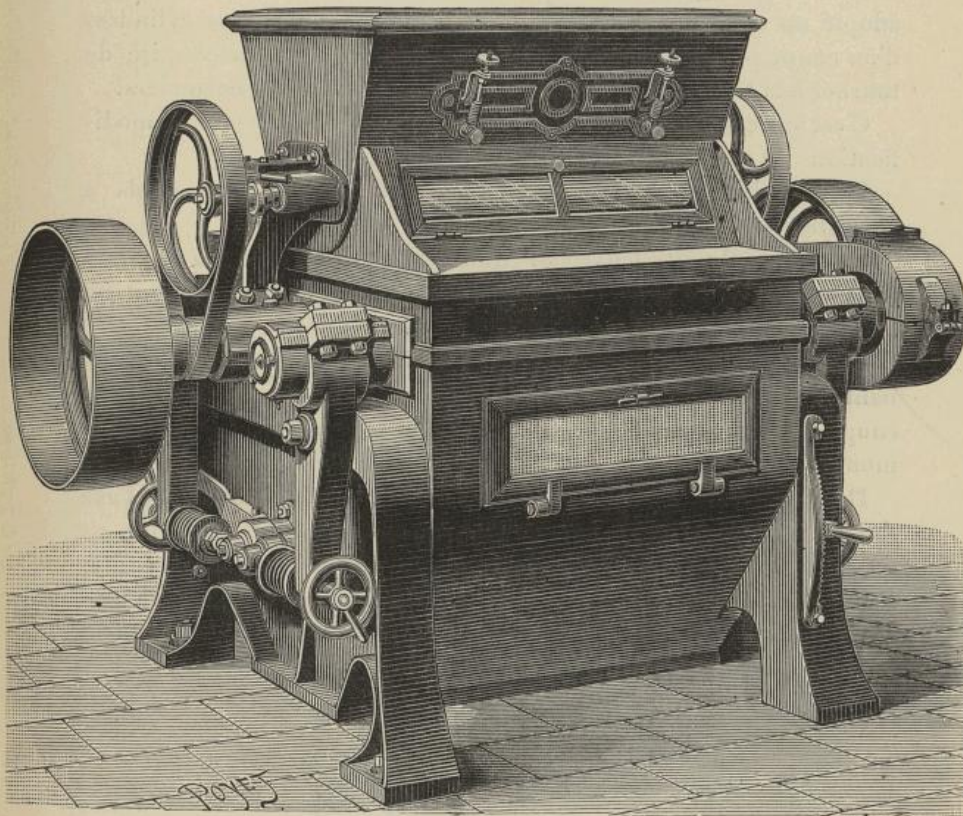
dépend de la longueur qu'on laisse à la tige filetée, entre le bâti *D* et le contre-écrou. Le parallélisme est obtenu en tournant l'un ou l'autre volant de réglage, et, quand le meunier veut transporter le cylindre à paliers mobiles parallèlement à lui-même, il tourne les deux volants à la fois et de la même quantité.

Le contrepoids, ainsi qu'il a été dit plus haut, repousse la partie inférieure du balancier, incline par conséquent le cylindre à paliers mobiles vers le cylindre à paliers fixes, et la compression que l'on attend du premier se réalise sur le second. Mais il se trouve, par

l'action du contrepoids et la limite de course que lui impose le contre-écrou, maintenu à la distance qu'on a voulu établir entre eux; s'il tendait à se redresser et à revenir en arrière, le contrepoids le ramènerait vers le cylindre à paliers fixes.

C'est là ce qui arrive quand un corps dur, pierre, clou, etc., s'en-

Fig. 47.



Moulin à quatre cylindres (construction Brault, Teisset et Gillet).

gage entre les deux cylindres; le cylindre à paliers mobiles s'écarte pour le laisser passer, le contrepoids se relève verticalement, puis il s'abaisse, ramenant le cylindre à sa distance normale, quand le corps dur a traversé.

Si la marchandise n'arrive plus au moulin, et si le meunier veut éviter que ses cylindres tournent inutilement et s'usent l'un contre l'autre, il relève au moyen d'une chaîne le contrepoids, et dès lors le

cylindre à paliers mobiles s'écarte du cylindre à paliers fixes, pour revenir à sa place quand on laisse retomber le contrepoids.

Le moulin Ganz, tel que nous venons de le décrire, était un outil remarquable, et la seule pièce dont on pouvait contester la valeur était cette tige à contrepoids, faisant office d'un ressort et n'ayant pas l'élasticité, la précision de celui-ci.

D'autre part, on pouvait reprocher à la maison Ganz de n'avoir pas adopté un dispositif permettant de transporter l'un des cylindres d'un coup, parallèlement à lui-même, sans qu'il soit nécessaire de tourner à la fois et de la même quantité les volants des balanciers.

C'est sur ces deux points que se sont portées les premières modifications du moulin Ganz.

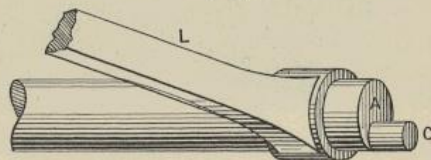
La substitution de ressorts d'acier aux tiges à contrepoids a constitué le premier progrès.

La maison Brault, Teisset et Gillet a elle-même, en 1882, modifié dans ce sens le moulin Ganz, en même temps qu'elle adoptait un dispositif pour assurer le déplacement parallèle des cylindres.

On se rendra compte de la construction de l'appareil en examinant la figure 46, qui représente un double moulin, d'un côté en coupe, de l'autre en élévation, ainsi que la vue perspective du même moulin (*fig. 47*) et les deux figures schématiques 48 et 49.

Dans le bas de l'appareil est placé, parallèlement à l'axe des cylindres, un arbre, dit *arbre de réglage*, dont le centre est en A (*fig. 46, 48 et 49*). Cet arbre se termine à ses deux extrémités par des axes excentriques C (*fig. 48*) dont on comprendra le rôle dans un instant. Sur ces axes sont montées perpendiculairement

Fig. 48.



Arbre de réglage et axe excentrique.

deux tiges filetées, dites *bielles de réglage* CC (*fig. 46 et 49*), qui traversent librement l'extrémité inférieure du balancier et se terminent par un volant formant écrou E et contre-écrou F (*fig. 46*). Entre le balancier et l'excentrique se trouve un ressort puissant qui est logé entre deux pièces métalliques dites *cuvettes de ressort*. L'une

de ces cuvettes, R (*fig. 46*), touche le balancier; l'autre, S, est arrêtée par deux écrous montés sur la bielle de réglage.

Si, pour un instant, on fait abstraction du ressort qui permet à l'extrémité inférieure du balancier d'avoir une certaine élasticité le

Fig. 49.

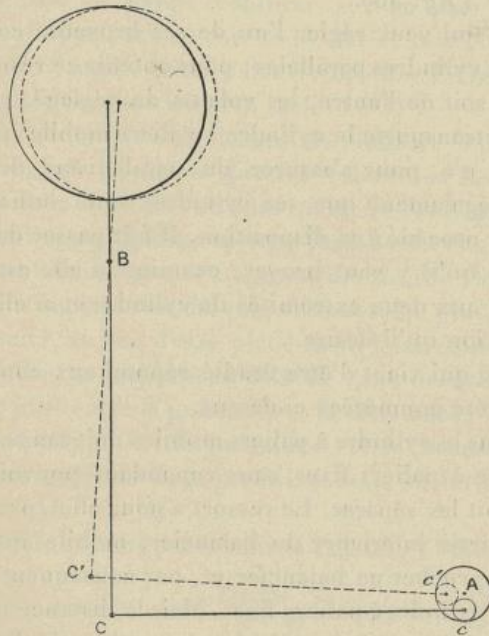


Schéma du réglage (construction Brault, Teisset et Gillet).

long de la bielle, on constate que la position du cylindre à paliers mobiles P' se trouve déterminée par rapport à celle du cylindre à paliers fixes P (*fig. 46*) par la situation relative des axes B et C (*fig. 46*) et B, c (*fig. 49*), qui sont fixes; mais si l'on vient à modifier la position de l'axe c et à l'amener en c' (*fig. 49*) grâce à ce que la bielle de réglage passe en liberté dans le balancier, cette bielle cC prend la position c'C' et la ligne GB devient C'B; le cylindre à paliers mobiles a donc oscillé et s'est rapproché du cylindre à paliers fixes.

Pour obtenir ce déplacement de l'axe C, il suffit de faire tourner sur lui-même l'arbre dont l'axe est en A (*fig. 46, 48, 49*). Sur cet arbre est monté un collier qui est forgé à l'extrémité d'un levier dit *levier de réglage* L (*fig. 48*). Ce levier de réglage peut être maintenu dans la position qui a été reconnue favorable au moyen d'un ressort qui en appuie l'extrémité sur une crémaillère M (*fig. 46*).

L.

15

Cependant ce dispositif serait insuffisant pour amener le cylindre à paliers mobiles à la position qu'il doit occuper pendant la mouture; il faut pouvoir allonger ou raccourcir la bielle de réglage, et c'est à quoi l'on parvient en tournant dans un sens ou dans l'autre le volant de réglage E, qui forme écrou, et en le fixant à l'aide du contre-écrou F (*fig. 46*).

Le meunier qui veut régler l'un de ses broyeurs commence par rendre les deux cylindres parallèles; pour obtenir ce résultat, il serre, soit d'un côté, soit de l'autre, les volants de réglage, puis, agissant sur le levier, il transporte le cylindre à paliers mobiles parallèlement à lui-même. Il n'a, pour s'assurer du parallélisme des cylindres, pour s'assurer également que ses cylindres sont suffisamment *ap-prochés*, qu'un procédé à sa disposition. Il fait passer dans l'appareil la marchandise qu'il y veut broyer, examine si elle est *touchée* de la même façon aux deux extrémités du cylindre et si elle est écrasée dans la proportion qu'il désire.

Le dispositif qui vient d'être étudié répond aux conditions théoriques qui ont été énumérées ci-dessus.

Il a été dit que le cylindre à paliers mobiles doit sans cesse appuyer vers le cylindre à paliers fixes, sans cependant pouvoir franchir la distance qui doit les séparer. Le ressort a pour effet, précisément, de repousser la partie inférieure du balancier, mobile autour du gougeon B, de rapprocher ce balancier et, par conséquent, le cylindre qu'il porte, du cylindre à paliers fixes. Mais la distance qui sépare les deux cylindres, déterminée par la longueur de la bielle de réglage, ne peut être dépassée.

Si un corps dur vient à traverser le broyeur, sous la pression exercée par ce corps dur, le cylindre à paliers mobiles s'écarte; le balancier oscille dans la direction opposée à celle que le ressort le sollicite de prendre, il s'écarte du volant E, le ressort se comprime et, dès que le corps dur a traversé, sous l'influence du même ressort le balancier revient à sa position primitive.

Enfin, si par suite d'un arrêt dans le travail le meunier n'a pas de quoi alimenter un des broyeurs de la batterie, il doit éviter, ainsi qu'il a été dit plus haut, de laisser tourner l'un contre l'autre les cylindres de ce broyeur; il n'a alors qu'à déplacer parallèlement à lui-même le cylindre à paliers fixes en manœuvrant le levier de réglage.

Certains constructeurs de moulins français et étrangers, comme Buhler, Seck, etc., ont une tendance aujourd'hui à superposer, dans

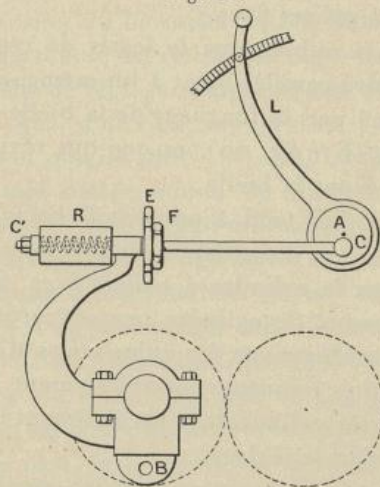
un plan vertical, les cylindres des broyeurs, au lieu de les juxtaposer dans un plan horizontal; on retourne ainsi au dispositif des anciens convertisseurs Ganz dont il sera parlé plus bas. Cette modification permet de mieux régler la distribution de la marchandise entre les deux cylindres; celle-ci, débitée par des rouleaux qui seront examinés ci-dessous, glisse en nappe continue sur un plan incliné qui la conduit aux cylindres, et l'on voit alors, sur ce plan incliné, la nappe se régulariser. D'autres constructeurs, comme Daverio, Robinson, placent les cylindres dans un plan incliné à 45° .

La tendance générale est également de modifier la position du mécanisme de réglage de façon que les volants et les leviers soient plus à portée de la main de l'ouvrier qu'ils ne l'étaient autrefois.

Lorsque les deux cylindres restent juxtaposés dans le plan horizontal, la modification consiste à retourner de 180° le balancier, à le mettre *en l'air*, comme on dit vulgairement. De plus, l'axe d'oscillation du balancier, au lieu d'être placé entre l'extrémité de celui-ci et l'axe du cylindre, est reporté au delà de l'axe du cylindre; le point d'appui n'est plus entre la puissance et la résistance; la résistance est entre le point d'appui et la puissance, et le balancier représente alors, non plus un levier de la première, mais un levier de la seconde espèce.

Dans le modèle exécuté par la maison Teisset, V^e Brault et Chapron,

Fig. 50.

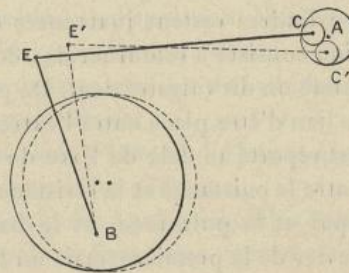
Dispositif des cylindres (construction Teisset, V^e Brault et Chapron).

le balancier, fondu à l'extrémité du palier du cylindre mobile, oscille

autour du point B (*fig. 50*); son extrémité porte un anneau cylindrique qui passe en liberté dans la tige ou bielle de réglage CC'; cette bielle est fixée excentriquement à l'arbre de réglage, dont le centre est en A. Du côté extérieur au balancier est un ressort R; du côté intérieur, un volant formant écrou E et un contre-écrou F. L'axe de réglage est enserré dans un collier qui porte le levier de réglage L.

Là encore, et comme il a été dit plus haut, abstraction faite du ressort, la position du cylindre à paliers mobiles dépend de la position relative des axes B et C. Si l'on vient à tourner l'arbre de réglage A (*fig. 51*) et si l'axe C se place en C', l'axe B restant fixe,

Fig. 51.

Schéma du réglage (construction Teisset, V^{re} Brault et Chapron).

on modifie la position du cylindre à paliers mobiles et on le rapproche du cylindre à paliers fixes.

Mais il ne faut pas oublier que le levier de réglage ne sert qu'à transporter le cylindre parallèlement à lui-même et que son parallélisme est déterminé par la longueur de la bielle de réglage, c'est-à-dire la distance C'E (*fig. 50*), ou, ce qui revient au même, la position de l'écrou E sur la bielle.

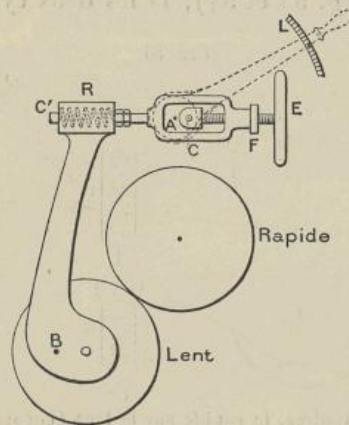
Le ressort R (*fig. 50*) tend à pousser le balancier en avant et, comme celui-ci a son axe d'oscillation en B, à faire peser le cylindre à paliers mobiles sur le cylindre à paliers fixes. Grâce à l'élasticité que lui donne ce ressort, le cylindre peut s'écarter, l'extrémité du balancier comprimant le ressort dès qu'un corps dur se présente à la ligne de tangence, puis retourner immédiatement à sa position. On peut enfin soulager les cylindres en les éloignant l'un de l'autre par la manœuvre du levier de réglage.

Le même dispositif se rencontre dans les moulins à cylindres de porcelaine de la maison Wegmann, de Zurich, destinés au convertissage des semoules.

Ces dispositifs peuvent être variés à l'infini; mais, en réalité, ils comportent toujours les mêmes organes.

Dans les broyeurs de la construction Daverio, de Zurich, où les deux cylindres sont disposés suivant un plan légèrement oblique, le balancier de réglage est encore retourné à 180° (*fig. 52*) et monté sur le

Fig. 52.



Dispositif des cylindres (construction Daverio).

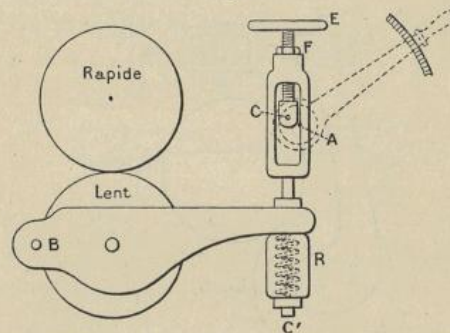
cylindre inférieur, de façon à mettre les divers organes sous la main de l'ouvrier.

L'axe de suspension du balancier est en B, en arrière de l'axe du cylindre, et son extrémité est reliée à la bielle de réglage par un ressort R. Cette bielle de réglage comprend une pièce de fonte évidée formant coulisse qui, d'un côté, est forgée à l'extrémité de la tige portant le ressort et qui, de l'autre côté, est taraudée. Dans ce taraudage passe une tige filetée munie de son écrou E et du contre-écrou F; celui-ci est remplacé d'ordinaire par une vis de serrage qui appuie directement sur la tige filetée. La tige est terminée par une pièce métallique carrée; celle-ci porte l'axe excentrique C de l'arbre de réglage A et peut glisser dans l'intérieur de la coulisse de fonte. La position du cylindre lent, par rapport au cylindre rapide, dépend de la position relative de B et C. Or, l'axe C peut être déplacé sous l'action du levier qui entoure l'arbre de réglage dont l'axe est en A. D'autre part, la longueur de la bielle de réglage dépend encore de la distance de l'axe excentrique C à l'extrémité du ressort C', dépend par conséquent de la position du volant de réglage E; en sorte que, là encore, c'est le volant E qui règle le parallélisme et

le levier L qui règle le déplacement parallèle des cylindres. Le ressort R oblige le cylindre à paliers mobiles à appuyer sur le cylindre à paliers fixes. Si le ressort est comprimé par suite du déplacement du premier, ce ressort le ramène rapidement à sa situation.

C'est encore le cylindre inférieur, dans les broyeurs de la construction Buhler, d'Uzvil (Suisse), qui porte le balancier et le mécanisme de réglage (*fig. 53 et 54*); là les deux cylindres sont placés

Fig. 53.



Dispositif des cylindres, le rapide sur le lent (construction Buhler).

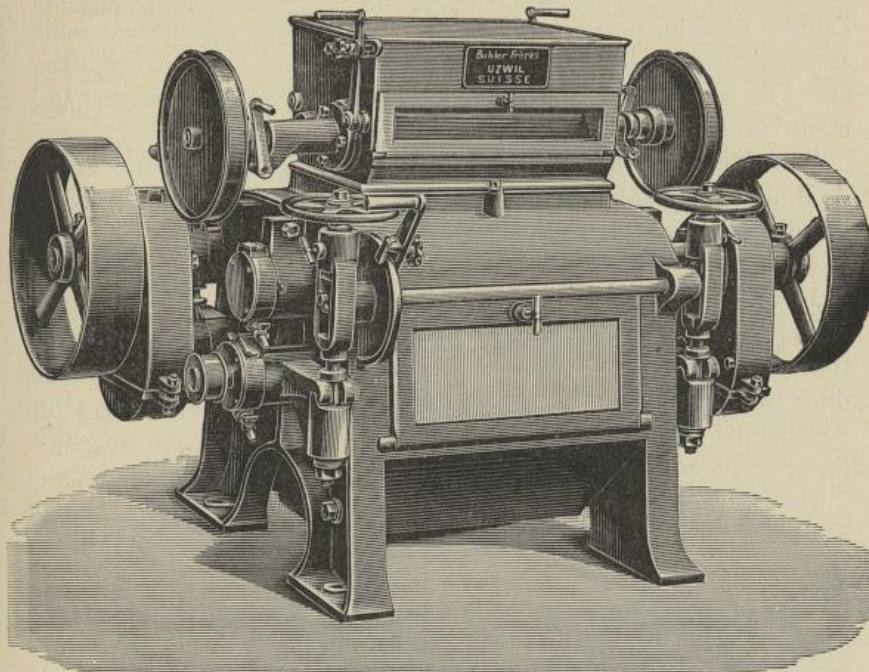
dans un plan vertical. La bielle de réglage CC' comprend, comme dans le cas précédent, une pièce de fonte formant coulisse, une tige munie d'un ressort R, et une tige filetée terminée par une pièce carrée qui pénètre dans le taraudage de la coulisse de fonte. La pièce carrée porte l'excentrique C de l'arbre de réglage A, et celui-ci est commandé par un levier; en un mot, la disposition serait analogue à la précédente, si la bielle de réglage, au lieu d'être verticale, était horizontale, et si l'axe B du levier était à la même place.

Le broyeur construit par la maison Amme Giesecke, Konegen, de Brunswick, comporte également le mécanisme de réglage sur le cylindre inférieur, les deux cylindres étant superposés verticalement.

Les deux cylindres restant superposés, le balancier et le mécanisme de réglage peuvent être disposés sur le cylindre supérieur; c'est le cas du broyeur de la construction Seck frères, de Darmstadt (*fig. 55*). Le cylindre lent est alors placé au-dessus du cylindre rapide. La bielle de réglage CC' porte l'axe excentrique C de l'arbre de réglage A, non plus en son milieu, mais à son extrémité. C'est en réalité une disposition qui rappelle celle des moulins Brault, Teisset et Gillet, précédemment décrits, à cette différence près que la bielle de réglage est verticale. Le balancier jouant autour du

point B, il est clair que l'on modifie la position du cylindre à

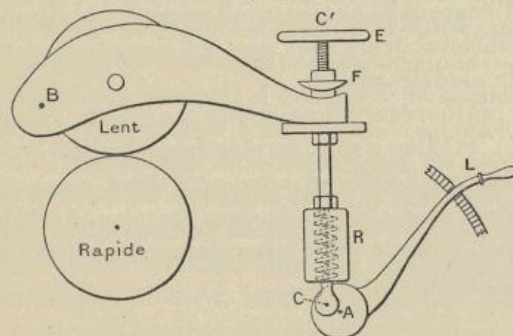
Fig. 54.



Moulin à quatre cylindres (construction Buhler).

paliers mobiles, par rapport au cylindre à paliers fixes, en manœu-

Fig. 55.



Dispositif des cylindres, le lent sur le rapide (construction Seek).

vrant le volant E, et qu'on le transporte parallèlement à lui-même

en élevant ou en abaissant le levier L qui tourne l'arbre de réglage A; il est clair également que le ressort R donne à tout le système l'élasticité qui lui est nécessaire pour appuyer l'un des cylindres vers l'autre, pour lui permettre de se rejeter en arrière et de revenir à sa position. Dans les cylindres de construction allemande, le contre-écrou de la tige de réglage est remplacé par un collier de serrage qui maintient celle-ci à la hauteur voulue.

La Société générale meulière de La Ferté-sous-Jouarre, M. Dardel, de Melun, ont adopté pour la construction de leurs moulins à cylindres des dispositifs analogues.

Jusqu'ici l'on ne s'est préoccupé que d'étudier le mécanisme de réglage des cylindres, supposés indépendants; mais ces cylindres tournent, reçoivent du grain et le rendent à l'état moulu; il convient donc maintenant d'examiner en détail les dispositifs adoptés pour commander les cylindres, pour distribuer le grain, pour recueillir les produits moulus.

Des deux cylindres, un seul est commandé : c'est le cylindre rapide, celui qui a les paliers fixes. Une poulie V (*fig. 46*), montée sur le cylindre, du côté opposé à celui que le profil de gauche représente dans le dessin ci-dessus, communique au cylindre un mouvement de 250 à 300 tours à la minute. Le cylindre lent reçoit son mouvement du cylindre rapide; un pignon, calé sur l'extrémité du cylindre rapide opposée à la commande, engrène sur une roue dentée dont le diamètre est deux fois et demie plus grand, calée sur le cylindre lent; celui-ci tourne donc avec une vitesse de 100 à 120 tours.

Ces roues d'engrenage ont naturellement la position relative des cylindres eux-mêmes; leurs axes sont en ligne horizontale ou verticale, suivant le modèle adopté.

Elles sont entourées d'une boîte en fonte, formant *carter* (*fig. 47 et 54*), et elles y sont noyées dans l'huile.

Si le broyeur est double et comporte deux paires de cylindres, que ces cylindres soient disposés dans un plan horizontal ou dans un plan vertical, chaque paire est commandée d'un côté différent, l'une à droite, l'autre à gauche.

Au-dessus des cylindres broyeurs est établi le distributeur. Celui-ci est quelquefois formé d'une trémie en bois dont le fond se relève légèrement sous forme de gouttière G (*fig. 46*); contre le bord de

cette gouttière tourne avec une vitesse de 50 tours environ, au moyen d'une transmission qui prend sur l'arbre du cylindre rapide, et du côté de la commande, un rouleau de fonte H, cannelé tantôt parallèlement à l'axe, tantôt sous un angle de 15° à 20° par rapport à la génératrice. En avant de ce rouleau est un volet T, que l'on peut éloigner ou rapprocher, au moyen de vis extérieures, du rouleau distributeur. Ce rouleau tourne dans le sens de la flèche, entraîne régulièrement la marchandise contenue dans la gouttière; celle-ci glisse le long du plan incliné, tombe sur le cylindre lent, où elle subit, de la part du cylindre rapide, la double action de compression et de curage qui a été discutée plus haut.

On tend aujourd'hui à mieux régulariser la distribution des marchandises sur les cylindres de broyage, en écoulant celles-ci successivement à la surface de deux rouleaux. Un premier rouleau, qui ferme pour ainsi dire la trémie de distribution, entraîne au fur et à mesure de sa rotation les produits qu'il s'agit de moudre. Bien entendu, un volet, parallèle aux génératrices du rouleau et pouvant être écarté ou rapproché de lui, mesure l'épaisseur de la nappe qui tombe. Cette nappe est reçue sur un autre cylindre, parallèle au premier, tournant dans le même sens que lui, dont le but est d'en régulariser le débit. Tantôt le cylindre inférieur est plus gros que le premier et tourne moins vite (construction Daverio), tantôt il est plus petit et tourne plus vite (construction Teisset, V^{re} Brault et Chapron, Amme Giesecke et Konegen, etc.). Les cylindres sont, cannelés longitudinalement ou hélicoïdalement; les cannelures sont en général, plus larges sur le cylindre supérieur. Quelquefois l'un des cylindres, le supérieur, est taillé en pointes de diamant (construction Seck frères), de façon à pelleter, à faner, pour ainsi dire, la marchandise qui doit tomber sur le second rouleau.

Dans la plupart des broyeurs à cylindres, la commande des rouleaux distributeurs est reliée à l'arbre de réglage de façon que, au moment où l'on soulage les cylindres, où on les écarte l'un de l'autre, les rouleaux distributeurs s'arrêtent également. Ce dispositif est réalisé dans la construction de Teisset, V^{re} Brault et Chapron, par exemple, en adaptant sur l'excentrique de l'arbre de réglage un levier à contrepoids qui vient, au moment où l'on tourne l'arbre de réglage sur lui-même, tendre la courroie qui commande les distributeurs. Dans la construction de Rose frères, de Poissy, c'est au moyen d'une double mâchoire, montée sur l'axe du distributeur, que l'on embraye ou l'on débraye les rouleaux; le levier de réglage, en

même temps qu'il serre ou écarte les cylindres, rapproche ou éloigne les deux mâchoires et agit sur les distributeurs.

La courroie qui fait tourner les rouleaux de distribution est montée d'ordinaire sur l'axe du cylindre rapide (*fig. 47*), quelquefois sur l'axe du cylindre lent (*fig. 54*); la transmission du mouvement d'un rouleau du distributeur à l'autre se fait au moyen d'engrenages différentiels. La poulie qui commande l'un des rouleaux, par exemple, est creuse et porte un engrenage intérieur qui entraîne la rotation d'un pignon intérieur calé sur l'autre rouleau.

Il y aurait un grand intérêt à adapter aux broyeururs un système de débrayage automatique permettant, quand les trémies sont vides, d'écarter les cylindres l'un de l'autre. Wegmann a imaginé un dispositif répondant à ce but : une trappe disposée dans la trémie d'alimentation, et qui est retenue au milieu de la marchandise, tombe brusquement quand la trémie se vide ; elle dégage alors le cliquet d'un contrepoids ; celui-ci se renverse et vient frapper le levier de réglage en même temps qu'il met en jeu un timbre qui avertit l'ouvrier. Le problème peut donc se résoudre aisément ; mais les meuniers ont compris que pareil dispositif, sujet à s'enrayer, ne leur donnait qu'une demi-sécurité, et ils ont cru devoir y renoncer.

Quelques constructeurs ont alors adopté un système de déclenchement moins compliqué qui, au moyen d'une sonnerie de timbre, avertit l'ouvrier au moment où le grain ou la marchandise vient à manquer. Le système ingénieux adopté par Rose frères comporte un levier horizontal qui traverse la trémie et a son point d'oscillation près de la paroi ; à l'une des extrémités, dans la trémie même, est un cône métallique qui sert de contrepoids et qui est enseveli, pour ainsi dire, dans le grain ; à l'autre extrémité est une branche verticale ; celle-ci, dans sa position normale, est suspendue au-dessus d'une roue à rochet qui, calée sur le rouleau distributeur, tourne continuellement. Quand la trémie se vide, le contrepoids cesse d'être enseveli dans le grain ; sous l'action du poids de la branche verticale, il se soulève ; l'extrémité de celle-ci tombe dans les rochets, et comme elle est, près de son extrémité même, munie d'une tige horizontale, cette tige vient frapper un timbre.

Pour compléter la description du broyeur, il ne reste plus qu'à parler de la caisse en bois de chêne, de pitch-pin, bois commun plaqué d'acajou, ou de la caisse métallique qui garnit tout l'appareil, récolte les produits moulus et retient les folles farines qui tendent à

s'échapper dans l'air. La ou les trémies dont il a été parlé, munies de leurs volets de réglage, font partie de cette caisse. En avant du distributeur, la caisse porte un châssis vitré, haut de 0^m,10 et ayant la longueur de l'appareil, qui permet de se rendre compte de la régularité avec laquelle la nappe de marchandise tombe sur le cylindre lent. Vis-à-vis des cylindres se trouve un autre châssis, en général garni de toile, pour permettre à l'air, appelé par la ventilation générale, de traverser l'espace compris entre les cylindres et de refroidir les produits en cours de mouture. Ce châssis s'applique sur une feuillure au moyen de petites clavettes métalliques que l'on retrouve sur les panneaux des bluteries, ou bien s'ouvre sur charnières à la façon d'une fenêtre à deux vantaux, et se ferme au moyen d'une crémone.

Le bas de la caisse est formé de deux plans, dans une position inclinée, sur lesquels glissent les produits moulus.

Les broyeurs Daverio sont, à l'intérieur, munis d'un filtre en flanelle destiné à arrêter les folles farines qui seraient entraînées par la ventilation; ce filtre, à section triangulaire, est placé entre les deux paires de cylindres qui, dans le cas actuel, sont, côte à côte, disposées dans le plan vertical; l'intérieur du filtre est en communication avec le ventilateur; la folle farine s'attache à la flanelle, comme elle s'y attache dans l'aspirateur Rose, dont il sera parlé plus loin, puis s'en détache quand, à intervalles réguliers, et grâce à un mécanisme mû par l'électricité, le filtre reçoit une légère secousse. La folle farine tombe dans le bas de l'appareil, où elle se mélange aux produits moulus.

Un dispositif analogue est adopté dans les broyeurs de Seck frères; l'air, poussé par la ventilation, traverse une paroi de flanelle qui est secouée automatiquement, à intervalles réguliers.

Une modification intéressante a été apportée récemment par Rose frères pour réaliser le refroidissement des cylindres autrement que par ventilation. Ces constructeurs disposent les cylindres de façon qu'ils soient constamment traversés par un courant d'eau froide; les produits soumis au broyage risquent moins de subir un échauffement, toujours préjudiciable à la qualité des farines qu'on en obtient. Mais il convient de ne pas envoyer de l'eau trop froide ou en trop grande quantité, pour ne pas s'exposer à ce qu'il y ait sur les cylindres condensation de l'humidité atmosphérique.

III. — FORCE EMPLOYÉE A LA MOUTURE. RÉSULTATS OBTENUS. AVANTAGES DU PROCÉDÉ DE MOUTURE AUX CYLINDRES. LA PETITE MEUNERIE.

La force qu'il convient d'employer pour le travail d'un broyeur à cylindres dépend naturellement de la longueur de ces cylindres. Les expériences de Grandvoinnet, exécutées à la maison Brault, Teisset et Gillet, ont montré qu'un broyeur à cylindres de 0^m,22 de diamètre, dont la surface travaillante est de 1^m, c'est-à-dire portant deux cylindres de 0^m,50, absorbe trois chevaux et demi.

Ce chiffre est d'autant plus élevé que le diamètre du cylindre est plus grand; les cylindres travaillent en effet uniquement sur les parties de leurs surfaces où la marchandise commence à subir l'action de la compression; plus le diamètre sera grand, plus la nappe de marchandise soumise à la compression sera considérable.

Chaque broyeur à cylindres peut passer à l'heure, suivant la longueur de ses cylindres, de 500^{kg} à 2000^{kg} de marchandise; les cylindres de 0^m,60 à 0^m,70, qui sont, ainsi qu'il a été dit, le plus fréquemment employés exécutent un travail moyen de 900^{kg} à 1100^{kg}.

Voici d'ailleurs un Tableau fourni par la maison Teisset, V^{re} Brault et Chapron qui permet de se rendre compte de la puissance des différents broyeurs :

Longueur.	Diamètre.	Travail à l'heure.	
m	m	kg	kg
0,34	0,22	500 à	600
0,47	0,22	750 à	850
0,65	0,22	1000 à	1100
0,75	0,22	1150 à	1250
1,00	0,25	1500 à	1750

La comparaison de la force exigée pour la mouture complète d'un quintal de blé, soit au moyen des meules, soit au moyen des cylindres, a été faite par Grandvoinnet au moment du concours organisé par la Chambre syndicale des grains et farines de Paris (1884), et publiée par ses soins.

La mouture d'un quintal de blé, au moyen des meules, a exigé, par heure :

Pour le broyage.....	8,81
Pour la remouture des gruaux, blutage, etc.....	1,92
	10,73

La mouture d'un quintal de blé, au moyen des cylindres, a exigé, par heure :

Pour la série des 6 broyeurs (système Ganz).....	^{chx} 1,93
Pour le sassage.....	0,34
Pour le désagrégeage.....	0,15
Pour le blutage et le convertissage.....	4,23
	6,65

Il est assez téméraire de préciser les résultats obtenus par la mouture aux cylindres et de comparer, comme on l'a fait souvent, au point de vue du rendement, les deux procédés de mouture. Ce rendement est, en effet, ce que l'on désire qu'il soit; on peut, en ajoutant à la farine fleur des farines deuxièmes et troisièmes, l'augmenter. Ce que l'on peut dire, c'est que, à rendement égal et même inférieur, la farine de meules n'a pas la blancheur de la farine de cylindres.

Ainsi qu'on le verra plus loin, depuis l'adoption du procédé hongrois, la meunerie s'est pourvue d'appareils de sassage et de blutage plus perfectionnés que ceux en usage autrefois; le convertissage des semoules aux cylindres a lieu dans des conditions différentes du convertissage à la meule; enfin, le procédé de mouture basse par meules suit une marche de travail essentiellement différente du procédé de mouture haute par cylindres, et c'est au prix d'opérations plus nombreuses, plus délicates que l'on parvient à obtenir, dans le second cas, des résultats meilleurs que dans le premier. C'est dans ces conditions et avec ces avantages que se présente la farine de cylindres vis-à-vis de la farine de meules. La seconde, du fait de l'effort brusque des pierres, renferme toujours quelques débris d'enveloppe, quelques *piqûres* qui en altèrent la blancheur; la première, au contraire, désagregée progressivement du grain en cours de broyage, ou désagregée de la semoule blanche remoulue au convertisseur, se présente au consommateur avec une blancheur irréprochable; à peine pourrait-on, en demandant aux meules d'exécuter une mouture ronde, extraire des produits une farine comparable en blancheur à celle des cylindres.

La farine de cylindres, à rendement égal, est considérée comme supérieure au point de vue de la panification; en dehors de cette blancheur, qui rend le pain plus appétissant, elle donne une pâte qui lève mieux; le gluten, en s'échauffant sous la meule, perd une partie de son élasticité; l'effort du cylindre, qui est moins brusque, mieux réparti entre plusieurs appareils, chauffe moins la farine, et conserve au gluten toutes ses qualités.

On a reproché souvent à la farine de cylindres d'être plate, moins parfumée que la farine de meules; ce fait, qui n'est pas discutable, tient à ce que les germes, qui renferment une huile fine, d'odeur agréable, se trouvent, par le procédé même de mouture aux cylindres, éliminés de la farine, tandis qu'ils sont, à l'état broyé, disséminés dans la farine de meules. Le goût que présente le pain de farine de cylindres est donc plus plat que celui auquel les consommateurs étaient autrefois habitués; mais il possède un arôme délicat, que beaucoup de personnes recherchent aujourd'hui.

La présence, dans la farine de meules, des germes moulus, l'absence de germes, au contraire, dans la farine de cylindres établissent entre elles une autre différence encore; la première, plus grasse, se conserve moins longtemps que la farine de cylindres.

La petite meunerie rurale, celle qui travaillait avec quelques paires de meules, souvent même avec une seule meule, a été la victime de la révolution qui s'est accomplie. Elle n'a pu trouver dans les systèmes nouveaux les éléments qui lui permettaient de transformer économiquement son outillage. Une batterie de moulins à cylindres, si petite qu'elle soit, correspond au travail de quatre à six paires de meules. Le propriétaire d'un moulin dont l'importance ne correspond pas à quatre ou six paires de meules se trouve donc dans l'alternative, ou bien de remplacer ses meules par des cylindres qu'il ne fera travailler que de temps à autre, ce qui n'est pas économique, ou bien d'augmenter l'importance de son moulin, de ses divers appareils de nettoyage, de blutage, etc., d'augmenter le chiffre de ses affaires, ce que ses ressources financières, ce que les facilités d'écoulement qui lui sont offertes ne lui permettent pas toujours de faire.

Divers constructeurs ont proposé des appareils permettant d'effectuer les différents passages dans une ou deux paires de cylindres. Ceux-ci présentaient naturellement la même cannelure aux produits des différents passages, tandis que, comme il a été dit plus haut, les cannelures doivent être d'autant plus fines que le produit avance vers la queue de la batterie. Pour remédier à cet inconvénient, Brault, Teisset et Gillet avaient imaginé de commander les cylindres au moyen de poulies coniques, capables de donner plus de vitesse à la fin et d'arriver aux résultats que fournissait une fine cannelure.

Ce procédé et d'autres que l'on pourrait décrire ont été abandonnés. On trouve encore à installer dans les petits moulins des appa-

reils à deux paires de cylindres superposés et séparés par une bluterie d'extraction; mais ces appareils ne peuvent donner de produits comparables à ceux des broyeurs à cylindres; le meunier, dans ce cas, ferait peut-être mieux de conserver ses meules.

La conséquence de cette situation est que la petite meunerie disparaît chaque jour; la facilité des communications, l'économie réalisée par la diminution des frais généraux, de la main-d'œuvre surtout, dans les grandes entreprises, la perfection des appareils employés aujourd'hui, ont monopolisé la meunerie dans les grands moulins.

Le consommateur, habitué à la farine blanche et au pain blanc, exige même du petit meunier qu'il change son outillage; si ses ressources le lui permettent, celui-ci monte un moulin à cylindres; s'il est trop pauvre pour affronter pareilles dépenses, il ferme son moulin ou il utilise sa meule pour moudre les grains destinés aux bestiaux.

CHAPITRE VIII.

LA MOUTURE DU GRAIN PAR LES ENGINS AUTRES QUE LES MEULES DE PIERRE ET LES BROYEURS A CYLINDRES.

I. — APPAREILS A MEULES MÉTALLIQUES.

Au moment de l'apparition des broyeurs à cylindres, certains constructeurs, doutant de l'avenir de ces appareils, mais voulant sacrifier au goût nouveau, imaginèrent d'établir des meules métalliques, et de leur demander la mouture progressive du blé. De cette idée sont nés les moulins métalliques Rose frères, Schweizer, Mariotte, Schilds, Stuart, Hittingbottom, etc.

L'emploi de ces meules est d'ailleurs bien ancien; Grandvoinet avait fait connaître, en 1856 ⁽¹⁾, des moulins métalliques pouvant être aisément transportés et destinés spécialement aux explorateurs.

Ces meules métalliques, comme engins de mouture progressive, donnèrent de mauvais résultats, et au concours qui eut lieu en 1885, sous les auspices de la Chambre syndicale de la Meunerie, les produits fournis par les meules métalliques Rose et Mariotte furent classés entre les résultats fournis par les cylindres, qui s'affirmèrent comme supérieurs, et ceux fournis par les meules de pierre.

Les efforts des constructeurs ne furent cependant pas perdus pour l'industrie meunière; on vit, en effet, d'une part M. Schweizer proposer son moulin à meules métalliques pour la mouture basse à la ferme, et d'autre part MM. Rose frères et M. Schweizer proposer aux meuniers ayant conservé leur outillage de meules et désirant extraire, comme on le fait avec les cylindres, les germes et la farine noire, l'emploi de la meule métallique du premier passage sous le nom de *fendeuse* ou *fendeur-dégermeur*.

1. Moulin Schweizer.

Le moulin que M. Schweizer fit connaître en 1885, et qu'il nomma *moulin rationnel*, se composait de deux paires de meules, montées

⁽¹⁾ GRANDVOINET, *loc. cit.*, p. 326.

horizontalement sur un même bâti; chacune d'elles portait une couronne d'acier rayonnée, à la façon des meules de pierre, et recevait son mouvement d'une courroie indépendante; elles tournaient en sens inverse l'une de l'autre avec une vitesse de 120 à 180 tours.

Six moulins semblables, montés en batterie, portant des cannelures de plus en plus fines, faisaient le travail de mouture progressif.

Depuis cette époque, M. Schweizer, qui a renoncé à demander à ses moulins l'écrasement du grain en plusieurs passages, s'est efforcé de faire adopter par la petite culture, par les manutentions urbaines, et par les administrations de la Guerre et de la Marine, un autre moulin qui écrase le grain d'un seul coup comme le faisait la meule, qui ne peut prétendre faire une farine aussi blanche que celle obtenue par le système de broyage aux cylindres, mais qui, pour les petites installations et les installations portatives, est d'un emploi simple et économique.

Le nouveau moulin de M. Schweizer a, comme l'ancien, ses meules horizontales; mais une seule d'entre elles tourne: c'est la meule inférieure; la meule supérieure est fixe au contraire et peut être approchée ou éloignée de la meule inférieure. Pour obtenir ce déplacement de la meule supérieure, parallèlement à elle-même, celle-ci porte quatre oreilles horizontales, à travers lesquelles passent quatre vis calantes, dont les extrémités pénètrent dans les taraudages du bâti. Pour que ces vis calantes puissent s'enfoncer dans le bâti de la même quantité à la fois, la tige de chacune d'elles porte un pignon denté, calé horizontalement, et les quatre pignons engrènent sur une couronne dentée, établie à la périphérie de la meule supérieure, en sorte que l'on ne peut tourner l'une des vis calantes sans que son pignon agisse sur la couronne, et que celle-ci entraîne les autres pignons.

Chaque plateau est garni d'une couronne d'acier dont la largeur ne représente pas plus des $\frac{2}{3}$ de la longueur du rayon; l'*œillard* est donc largement ouvert. Chaque couronne est rayonnée de cannelures dont la forme rappelle celle des rayons de la meule, à cette différence près que les *rampants* sont plus rapides et les saillies plus coupantes; de plus, les *portants* sont réduits à leur minimum, car les cannelures sont très serrées les unes contre les autres.

Les cannelures, comme dans la meule, n'ont pas toutes la même importance, et il convient de distinguer les grandes cannelures, tangentes à un cercle intérieur à l'*œillard*, et les petites, disposées en

éventail dans l'espace trapézoïdal que laissent entre elles deux grandes cannelures.

Les cannelures des deux meules sont disposées, comme les rayons des meules en pierre, de façon que le grain soit, non pas cassé à la rencontre de deux saillies, mais écrasé, comprimé entre deux rampants, au moment où ceux-ci s'éloignent l'un de l'autre. Le schéma, qui a été publié plus haut, de l'action des meules fera comprendre une fois de plus ce dispositif.

La meule inférieure tourne avec une vitesse de 180 à 200 tours.

M. Schweizer construit des moulins de toute importance, depuis celui qui travaille 10^{kg} jusqu'à celui qui écrase 120^{kg} de blé à l'heure.

2. Fendeur-dégermeur de Rose frères.

Le dégermeur de Rose (*fig. 56*) a ses meules verticales; l'un des plateaux est fixe, l'autre est mobile et reçoit, d'une poulie, un mouvement de 400 tours à la minute. Chaque plateau est légèrement conique et porte à sa périphérie une couronne d'acier dont la largeur n'occupe que le tiers du trajet du rayon; cette couronne est faite de segments interchangeable, et chacun d'eux est cannelé suivant les rayons géométriques du cercle. De plus, dans la région qui représente le boîtard d'une meule de pierre, sont creusés des canaux qui servent à distribuer et à répartir le grain de l'œillard à la couronne.

Le plateau mobile tourne avec une vitesse de 200 à 400 tours, suivant l'importance de l'appareil; il se meut à l'intérieur d'une caisse cylindrique dont le plateau fixe, au centre duquel arrive le grain, forme le fond.

Ce fond est maintenu en place au moyen de trois tiges horizontales, boulonnées à la fois sur le plateau fixe et sur la paroi cylindrique de la caisse.

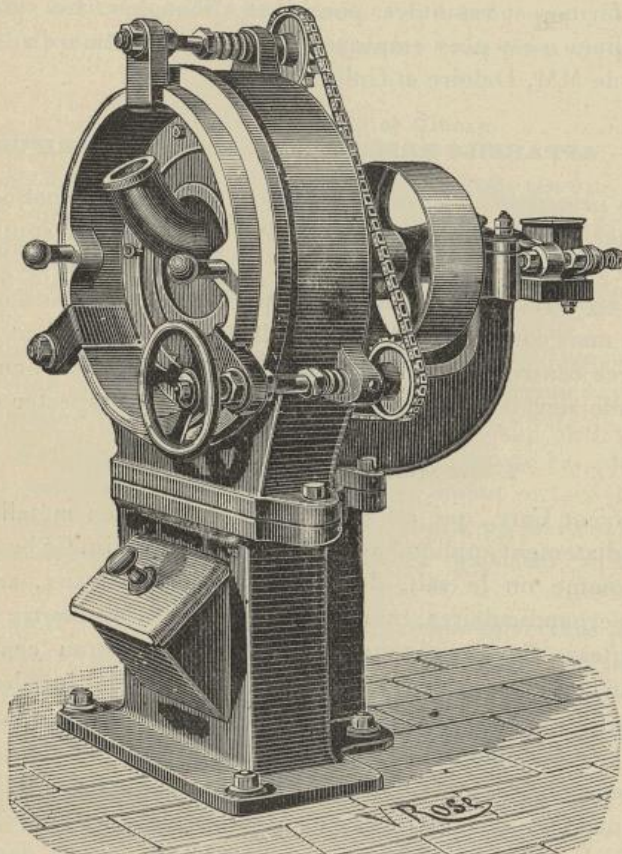
Une chaîne sans fin réunit ces trois tiges, en sorte que le plateau fixe peut se déplacer parallèlement à lui-même quand on tourne l'une d'elles. Des ressorts, placés sur ces tiges, permettent, comme dans le cas des cylindres, au plateau fixe de s'écarter du plateau rotatif, si un corps dur vient à se présenter à leur surface.

Le grain, soumis au choc que les saillies de la couronne déterminent, se fend suivant ses deux lobes et se trouve prêt à laisser échapper le germe et la farine noire.

Ces appareils dégerment de 400^{kg} à 1200^{kg} de blé à l'heure.

Le fendeur-dégermeur de Rose n'est pas le seul qui ait été imaginé pour effectuer ce que l'on nomme, dans le système de mouture par cylindres, le *premier passage*; il convient de citer également, bien que les engins n'aient pas subsisté, le fendeur de Millot, le *coupeur-*

Fig. 56.



Fendeur-dégermeur (système Rose frères).

granulateur de Saint-Réquier, formé d'un disque horizontal dont la disposition permet aux grains de gagner, par 120 conduits indépendants, la périphérie où ils rencontrent une série de lames de couteaux, écartées de 1^{mm}, 5 à 2^{mm}, et destinées à couper le grain en fragments.

Il convient aussi, dans le même ordre d'idées, de dire un mot des meules blutantes. M. Devilliers avait imaginé de disposer, suivant

certaines zones concentriques de la meule de pierre inférieure, une série de bandes métalliques percées de trous et formant surface tamisante; on se rapprochait ainsi des conditions de travail des moulins à cylindres, puisque, au fur et à mesure de son écrasement progressif entre les meules, suffisamment écartées, les produits moulus, farines et semoules, pouvaient s'échapper. Le système de M. Devilliers n'est plus employé. Il en est de même du broyeur-tamiseur de MM. Deloire et Goley.

II. — APPAREILS BASÉS SUR LA FORCE CENTRIFUGE.

Un des principaux avantages du procédé de mouture par cylindres est d'éviter l'échauffement des produits. Aussi a-t-on supposé, au début de l'emploi de ces cylindres, que l'on trouverait le même avantage en écrasant les grains, non plus entre deux surfaces métalliques, mais contre des parois métalliques où ils seraient projetés par la force centrifuge. La différence de friabilité entre l'enveloppe et l'amande devait suffire pour briser celle-ci et respecter celle-là.

1. Broyeurs Bordier, Hignette, etc.

Le broyeur Carr, qui est d'un usage courant en métallurgie, a été immédiatement appliqué pour le broyage du grain. Ce broyeur est formé, comme on le sait, de deux plateaux verticaux, armés de broches perpendiculaires, tournant l'un vis-à-vis de l'autre à la très grande vitesse de 1200 tours; la matière arrive au centre, et, lancée par la force centrifuge, elle s'aplatit contre les broches.

M. Toufflin, concessionnaire du brevet pour la France, a attaché son nom à ce système de broyage.

D'autres constructeurs, M. Bordier, M. Hignette, M. Touya, M. Fontaine, etc., imaginèrent de disposer les plateaux à broches, non plus verticalement, mais horizontalement. Le blé entrant dans l'œil-lard de l'un des plateaux et, lancé par la force centrifuge, il allait, comme dans le cas du broyeur Carr, s'écraser contre les broches.

L'emploi de ces broyeurs à broches n'a pu s'établir en meunerie, d'abord parce qu'ils exigent trop de force, ensuite parce que, exerçant une action trop brutale sur le grain, ils ne fournissent qu'une farine inférieure. Dans le concours de 1885, dont il a été question plus haut, les farines produites par le broyeur Bordier ont été classées les dernières, après les farines de meules.

Le broyeur Bordier n'a pas cependant complètement disparu;

quelques meuniers l'utilisent comme désagrégeur de gruaux. Les gruaux bis de fin de mouture ont été aplatis par le convertissage, et ils restent aplatis même après blutage; le passage dans un broyeur Bordier les *frise* et leur permet d'être attaqués de nouveau par les convertisseurs.

Certains meuniers utilisent, paraît-il, le broyeur centrifuge à fiches pour exécuter le premier et même les deux premiers passages.

2. Semouleur Danvin et Gibory.

Dans ces dernières années, les constructeurs ont fait encore appel à la force centrifuge, en appliquant non plus le principe du broyeur Carr, mais le principe du broyeur Carter, très employé également dans l'industrie, chaque fois qu'il s'agit de pulvériser une matière compacte.

Le premier appareil de ce genre est le semouleur Danvin et Gibory, destiné à faire le travail des deux ou trois premiers passages. Il est constitué par une caisse cylindrique de 0^m,75 de diamètre et de 0^m,30 à 0^m,40 de hauteur environ. Cette caisse est placée sur champ, de telle façon que ses parois planes soient verticales. A l'intérieur se meut, avec une vitesse de 500 tours, un batteur dont les ailes sont droites, d'inégale longueur et disposées suivant les rayons.

Le blé qu'il s'agit de concasser entre par une ouverture pratiquée sur la surface cylindrique de la caisse, où il est réparti par un distributeur à rouleaux. Il est immédiatement saisi par la force centrifuge et projeté avec violence contre la paroi intérieure de la caisse. Celle-ci, à cet endroit, est légèrement striée.

La vitesse doit pouvoir être modifiée suivant la nature du blé que l'on traite et la hauteur à laquelle on veut entraîner les produits de la mouture.

Ceux-ci, en effet, sollicités par la force centrifuge, sont chassés en dehors de l'appareil; on adapte alors, à la partie inférieure du tambour, un tuyau à travers lequel ils circulent et sont remontés automatiquement aux étages supérieurs.

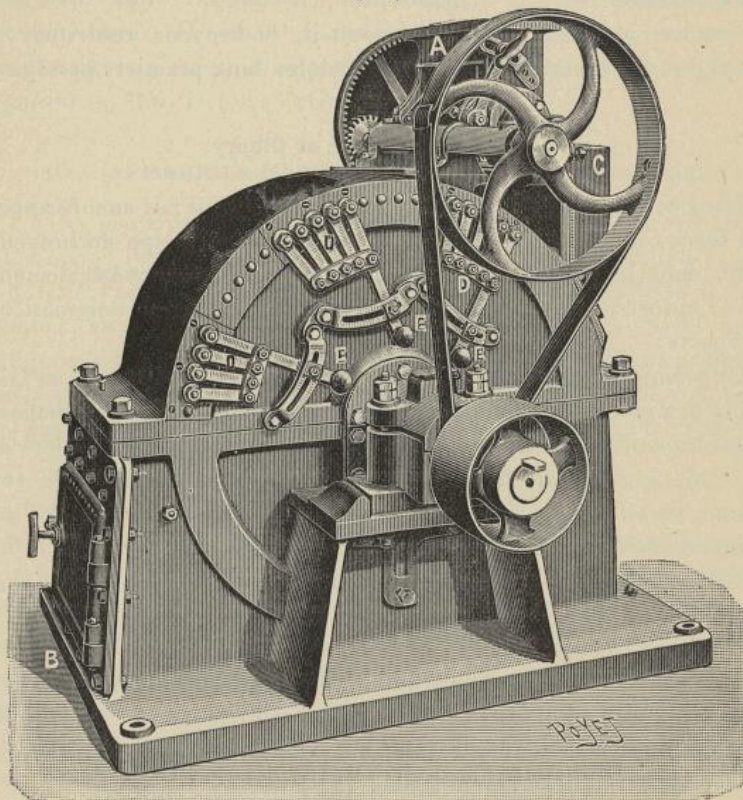
3. Broyeur Record (Rose frères).

MM. Rose frères ont exposé en 1900 un appareil qui, par sa forme générale, ses dimensions, son but et son fonctionnement, rappelle

celui dont il vient d'être parlé. Mais il comporte des perfectionnements intéressants (*fig. 57*).

Le batteur est remplacé par un tambour dont le diamètre n'est

Fig. 57.



Broyeur Record (système Rose frères).

que légèrement inférieur à celui de la caisse. De plus, ce tambour est muni, suivant ses génératrices, de barrettes légèrement inclinées sur la surface cylindrique, par rapport à la direction des rayons; il tourne avec une vitesse de 1000 tours à la minute.

La surface interne est elle-même garnie de barrettes d'acier, ayant la largeur de la caisse, placées suivant les génératrices; ces barrettes sont, en général, au nombre de vingt-cinq.

La forme de ces barrettes est telle que leur coupe représente une came dont la partie allongée serait dirigée vers le centre de l'appareil.

Ces comes sont tourillonnées sur la caisse; elles sont réunies, en groupes de cinq, par une bielle commune et peuvent, manœuvrées du dehors, s'incliner plus ou moins, par rapport à la position qu'occupent les barrettes du tambour.

Comme dans le semouleur Danvin et Gibory, le grain, entraîné par un distributeur à rouleaux, pénètre à la partie supérieure de l'appareil; sous l'influence de la force centrifuge, il est écrasé entre les barrettes du tambour et celles de l'enveloppe cylindrique.

La variation que l'on peut donner à l'inclinaison de ces dernières permet d'obtenir un broyage plus ou moins énergique. Les inventeurs prétendent même qu'en modifiant l'inclinaison des barrettes sur le parcours du grain, on procède à un semoulage progressif.

Les semouleurs, suivant leurs dimensions, passent de 500^{kg} à 1000^{kg} de grains à l'heure.

Ces appareils peuvent évidemment rendre des services; ils prennent, il est vrai, beaucoup de force, mais il ne faut pas oublier qu'ils remplacent deux ou trois passages, c'est-à-dire que le grain, au sortir du semouleur ou du broyeur Record, se trouve dans l'état de désagrégation où l'amène le second ou le troisième broyeur à cylindres.

Ces appareils ont l'inconvénient d'exiger l'établissement d'une ventilation spéciale pour l'enlèvement des grains moulus.

Enfin, il faut prendre en considération que l'on recherche avec raison, pour les petits établissements surtout, à unifier l'outillage, de façon que le mécanicien du moulin, qui n'est pas toujours un professionnel, n'ait pour ainsi dire qu'un instrument à connaître, le broyeur. De plus, les cylindres des broyeurs étant interchangeables, le travail ne souffre pas d'une interruption qu'une réparation exigerait. C'est dans cet ordre d'idées que l'on établit, comme il sera dit plus loin, les rouleaux lisses des convertisseurs sur des bâtis de broyeurs.

CHAPITRE IX.

CLASSEMENT DES PRODUITS MOULUS OU DIVISION SUR BOULANGE.

I. — ORIGINES DU BLUTAGE.

Il est évident que l'art de moudre a précédé, dans les diverses civilisations, quelquefois de plusieurs siècles l'invention du blutage; les pains que l'on retrouve dans les tombeaux des Égyptiens renferment certainement tout le son que la mouture du grain avait fourni. C'est évidemment le raffinement et le luxe qui ont conseillé à l'homme de séparer le son des produits de la mouture et de ne faire figurer, dans la confection de son pain, que la blanche farine.

Cette coutume paraît cependant très ancienne. La *Genèse* (XVIII, 6) nous apprend qu'Abraham ordonna à Sara de pétrir trois mesures de fleur de farine; comment expliquer ce terme sans admettre que l'on possédât à ce moment un appareil capable d'isoler la farine du produit entier de la mouture?

D'ailleurs Homère, et Hésiode, contemporain d'Homère, parlent de la fleur de farine, ἀλευρότης; Hippocrate (v^e siècle av. J.-C.) et Démosthène (iv^e siècle) parlent du résidu même de cette farine, du son, πίτυρον.

Les auteurs latins ne nous laissent aucun doute sur l'existence du crible, destiné à produire la séparation du son et de la farine. Virgile, dans le *Moretum*, nous montre le meunier qui, son travail de mouture terminé, fait passer avec la main sa farine dans des cribles qu'il secoue; les déchets restent à la surface (*Remanent summo purgamina dorso*), la farine pure disparaît et passe mondée par les trous (*Subsidet sincera foraminibusque liquatur emundata Ceres*).

Pline a décrit les différents procédés dont on faisait usage de son temps pour la construction des tamis : les Égyptiens tressaient des filaments de papyrus ou de jonc. Les Grecs employaient également le papyrus; les Espagnols garnissaient leurs cribles d'un tissu de fils, et les Gaulois inventèrent l'emploi du crin.

Le crible était destiné, dans un certain nombre de cas, à séparer les enveloppes, avant même que le grain fût complètement moulu, des semoules que l'on écrasait ensuite. Pline nous explique que le grain était d'abord concassé dans un mortier en bois; les enveloppes étaient enlevées (*tunicis excussis*), et la moelle dépouillée de ses équipements (*iisdem armamentis conciditur medulla*) était enfin broyée. C'est là la description d'un véritable travail de gruautage.

D'ailleurs, on fabriquait en Égypte, ainsi qu'en Italie, un mets renommé, l'*alica*, qui n'était autre que de la semoule. On obtenait même, d'après Pline, trois qualités d'*alica*, de finesses différentes.

De ce crible au *bluteau*, que l'on rencontre dans les moulins du ^{xvii}^e et du ^{xviii}^e siècle, il y a loin.

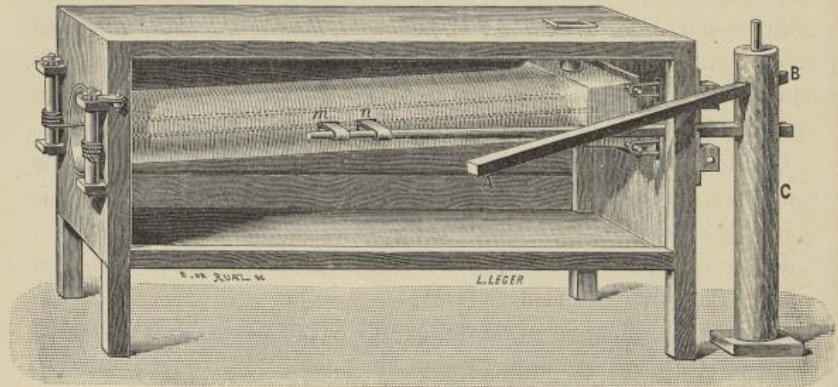
En tout cas, l'invention du bluteau ne paraît pas remonter au delà du ^{xvii}^e siècle : il existe au Musée du Louvre un vitrail allemand, daté de 1611, où l'on voit une femme tamisant de la farine avec un crible à main.

Dans le Traité de Strada (1618), réédité en 1686 par Bockler sous le nom de *Theatrum machinarum novum*, auquel il a été fait allusion à propos des *Origines de la meule*, on voit un grand nombre de gravures où se trouve un tamis mécanique; celui-ci semble constitué par un châssis rectangulaire, long de 1^m à 1^m,50, fortement incliné et garni de tissu tamisant. Le tamis est enfermé dans une caisse de bois rectangulaire, la huche, et est mis en mouvement par une baguette attachée au tamis au moyen d'une corde flexible, l'autre extrémité de la baguette étant fixée à ce que l'on a appelé plus tard le *babillard*; ce babillard était une pièce de bois, verticale, qui recevait du fait de la rotation de la meule, et par l'intermédiaire d'une *batte*, un mouvement d'oscillation autour de son axe, sans cesse interrompu, et communiquait ainsi au tamis un mouvement de secousses.

Au ^{xviii}^e siècle apparaît le bluteau, dit *frappant* (*fig. 58*), constitué par un long sac d'étamine, c'est-à-dire d'une étoffe de laine à deux *étaims*, que l'on fabriquait à Reims ou en Auvergne. Ce sac était renforcé de peau de mouton partout où l'étamine, fléchi par le mouvement de va-et-vient, devait se fatiguer. Le sac était, dans l'intérieur de la huche, incliné d'un angle d'environ 10°. L'extrémité inférieure, montée sur un cerceau, s'adaptait à un trou rond, percé dans la huche, de 50^{cm} environ, et par lequel sortait le son. Un tablier de toile pendante fermait le blutoir en cet endroit et empêchait la volatilisation de la farine.

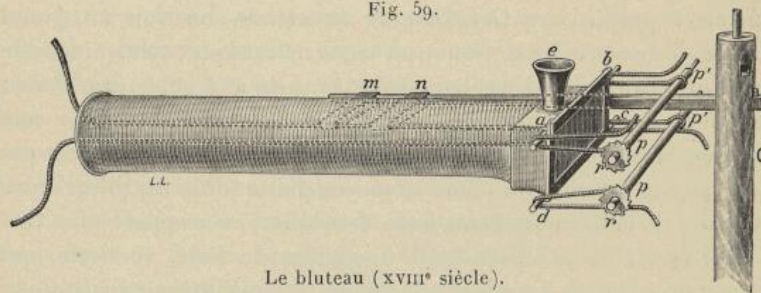
L'extrémité supérieure du sac était entourée par un cadre de bois

Fig. 58.

La huche et son bluteau (xviii^e siècle).

rectangulaire (*abcd*) (fig. 59), de 60^{cm} de large sur 20^{cm} de haut;

Fig. 59.

Le bluteau (xviii^e siècle).

ce cadre était relié au sac d'étamine par une bande de peau de mouton sur laquelle on fixait l'entonnoir, l'*anche* (*e*), qui donnait accès à la boulange. Le cadre était assujéti dans la huche au moyen de quatre cordelettes ou de quatre lanières de peau d'anguille, dont une des extrémités était attachée aux parois de la huche, dont l'autre s'enroulait sur deux palonniers parallèles (*pp'*). Ceux-ci traversaient la caisse du bluteau et la dépassaient à droite et à gauche. Un système de roues à rochet (*rr*), permettait de donner au bluteau une tension et une élasticité convenables.

A l'intérieur du sac d'étamine étaient tendues deux cordes, reliées d'un côté au cadre rectangulaire, d'un autre à l'ouverture circulaire de la huche; ces cordes étaient enfermées dans des fourreaux de peau de mouton cousus sur l'étamine.

Sur le côté se trouvaient, cousues également sur l'étamine, deux *attaches* ou *boucles* (*m, n*) (*fig. 58 et 59*) en peau de cheval ou d'anguille dans lesquelles on passait la baguette.

On conçoit que le bluteau ainsi construit possédait une élasticité suffisante pour pouvoir être agité. Comme il a été dit plus haut, la batte B du babillard C (*fig. 58*) était, à intervalles réguliers, écartée de la position normale, sous l'effort des butées de la *croisée* ou des *fuseaux* de la *lanterne*. Le babillard tournait, d'un certain angle, sur lui-même, comme un treuil, déplaçant du même angle la baguette attachée au blutoir. Les cordes étaient là qui, par leur tension, forçaient tout le système à revenir brusquement à sa position primitive (*Encyclopédie* du XVIII^e siècle).

Le *dodinage*, dont il est souvent parlé dans les Traités du XVIII^e siècle, était un bluteau tout semblable à celui qui vient d'être décrit; mais il était formé d'une étamine plus grossière, et portait un dernier lé de canevas. Il recevait le rejet du premier bluteau, classait les gruaux et éliminait les sons.

Vers la fin du XVIII^e siècle, un sieur Malisset, d'après l'abbé Rozier ⁽¹⁾, substitua, dans les moulins de Corbeil, la soie à l'étamine de laine.

Une nouvelle étape devait amener la création du blutoir rotatif. Le Traité de Malouin d'une part ⁽²⁾, d'une autre l'*Encyclopédie* du XVIII^e siècle nous montrent des « blutoirs formés de cerceaux et mis en mouvement par une manivelle attachée à l'axe ». Elle donne à ces appareils le nom de *blutoirs allemands*, ce qui nous fait présumer de leur origine.

Puis vient le blutoir à pans: ce blutoir, dont la forme s'est conservée pendant plus d'un siècle, a été imaginé par Drancy, dont il a été parlé plus haut, à propos des perfectionnements apportés par cet ingénieur aux meules et à leur rayonnage. Drancy, dans son Mémoire de 1785 ⁽³⁾, pages 177 et 178, propose « de construire les bluteaux sous une forme nouvelle » et cette forme nouvelle est « octogone », portant quatre étoffes différentes. Drancy ajoute que le bluteau octogone peut servir à « *dépiquer* les farines » ⁽⁴⁾.

(1) L'abbé ROZIER, *Théâtre de l'Agriculture*.

(2) MALOUIN, *Description et détails des arts du Meunier, Vermicellier et Boulanger*, 1767.

(3) PARMENTIER, *Mémoire sur les avantages que la province du Languedoc peut retirer de ses grains*, 1787.

(4) Drancy propose également dans ce Mémoire (p. 195) l'emploi d'un crible octogone pour nettoyer les grains.

On trouve, dans l'Ouvrage de Rollet, cité plus haut (1847), la description, sous le nom de *blutoir américain*, et même de *blutoir méridional*, d'un blutoir à 6, 8, 10 et 12 pans. Peut-être cet appareil, inventé en France, a-t-il été réintroduit sous un nom étranger au moment où le système de mouture à l'anglaise, imaginé en Amérique, faisait son apparition en France (1817-1822).

En même temps fonctionnaient, dans les moulins, des bluteries cylindriques, dites *anglaises*, à l'intérieur desquelles était montée une brosse rotative. Du principe qui présidait à la construction de cet appareil il semble n'être resté que la brosse à son, et peut-être les épointeuses.

II. — LES SOIES DE BLUTERIE.

Les exigences de la consommation et, par conséquent, du commerce ont obligé la meunerie à faire usage, pour le blutage de la boulange et en général de tous les produits moulus, de soies tissées avec une régularité parfaite.

Ces soies sont fabriquées à Lyon, à Montauban, à Toulouse, etc. Elles sont souvent teintes avec une teinture à base de safran, et apprêtées à la colle de Flandre.

La largeur de ces soies est de 0^m,60, 0^m,71, 0^m,87 et 1^m,02. Ces mesures, dont on ne comprend pas la raison d'être, ont été conservées par la routine.

La largeur des toiles métalliques que l'on emploie en meunerie est tout aussi arbitraire, au moins chez certains fabricants; elle varie de 0^m,50 à 0^m,65, 0^m,71, 0^m,80 et 1^m. Les toiles d'acier étamé dont on fait usage dans les bluteries planes sont vendues en deux largeurs : 0^m,50 et 0^m,71.

La largeur des mailles des soies ainsi que des toiles métalliques employées au blutage est indiquée dans le commerce par un numéro. Ce numéro exprime le nombre de mailles que le tissu présente sur la longueur d'un pouce linéaire, c'est-à-dire de 27^{mm}. Lorsque l'on veut soit déterminer, soit vérifier le numéro d'une toile ou d'une soie, on y applique la platine d'un instrument dit *compte-fils*, qui est percé d'une ouverture carrée de $\frac{1}{4}$ de pouce, et qui est surmonté d'une loupe. Il est préférable, à cause de la très légère irrégularité de la trame, de compter les fils de chaîne.

La *numération* des toiles et soies varie d'ordinaire depuis 18 jusqu'à 210, c'est-à-dire que celles-ci renferment de 18 à 210 mailles, comptées sur une longueur de 27^m.

Pour déterminer la grandeur réelle de la maille d'après le numéro d'une soie, il faut tenir compte de l'épaisseur du fil. Si l'on mesure cette épaisseur, on constate que dans les soies de 60 à 140, c'est-à-dire dans celles qui sont employées au blutage des produits fins, les fils ont une épaisseur de $0^{\text{mm}},07$ à $0^{\text{mm}},08$; la grandeur réelle des mailles est dès lors représentée par les chiffres suivants :

Soie n° 60.....	$0^{\text{mm}},38$
» 100.....	$0^{\text{mm}},20$
» 120.....	$0^{\text{mm}},15$
» 140.....	$0^{\text{mm}},12$

Depuis l'adoption des bluteries planes, les fabricants ont dû livrer à la meunerie, surtout dans les bas numéros, des soies plus résistantes; ils ont dû augmenter l'épaisseur des fils et diminuer, pour un numéro déterminé, la grandeur réelle des mailles. Ces soies sont connues dans le commerce sous les noms de *double* et de *triple force*.

Cependant, ces soies double et triple force sont employées par le meunier pour remplacer, dans une bluterie, des soies *simple force* et y pratiquer la même division de produits. Il faut donc que le meunier exige du fabricant, non pas des soies ayant le même nombre de mailles au pouce, mais des soies ayant des mailles de même grandeur réelle. Il s'ensuit que les numéros des soies double et triple force sont, pour le même travail effectif de blutage, plus faibles que ceux des soies simple force.

Le Tableau suivant, qui est extrait des catalogues de la maison Amelin et Renaud, donne une idée de l'équivalence de ces soies :

Soies ordinaires. (Numéros au pouce.)	Soies triple force. (Numéros au pouce.)
20.....	20
23.....	24
30.....	28
35.....	33
40.....	36
50.....	44
60.....	54
70.....	62
80.....	66
90.....	70

Le numérotage des soies par pouce semble aujourd'hui bizarre; mais, pratiqué également dans tout le commerce des tissus, toiles, etc., il a l'avantage d'être compris des gens du métier.

Dans ces dernières années, on a cherché à substituer à ce numérotage un numérotage arbitraire dit *comptage suisse*, qui dérouta un peu les praticiens; la nouvelle manière de compter, qui ne repose sur aucune donnée scientifique, présente des numéros depuis 0000 jusqu'à 18, ainsi que le fait voir le Tableau suivant de correspondance :

Numéros (au pouce).	Numéros (comptage suisse).
18.....	0000
20.....	»
25.....	000
30.....	»
35.....	00
40.....	0
50.....	1
60.....	2
65.....	3
70.....	4
80.....	5
90.....	»
95.....	6
100.....	7
110.....	8
120.....	9
130.....	10
140.....	11
145.....	12
150.....	13
160.....	14
170.....	15
180.....	»
185.....	16
190.....	»
200.....	17
210.....	18

Dans la suite de ce Traité on ne fera usage que de la *numération* au pouce.

En meunerie, on considère comme farine fleur tout ce qui passe à travers les soies du n° 140 au n° 120 inclus, et l'on considère, comme semoules et gruaux, ce qui passe à travers les soies du n° 120 au n° 80. Les marchandises qui ne peuvent traverser cette dernière soie constituent le rejet de la bluterie, composé des gruaux vêtus, des petits, moyens et gros sons.

Les semoules et gruaux se distinguent eux-mêmes en gros, moyens et petits; les plus petits parmi ces derniers portent le nom de *finots*.

Le nom de *gruaux* et le nom de *semoules* ne sont pas en général donnés aux mêmes produits; les fragments d'amande qui proviennent des blés durs portent toujours celui de *semoules*, mais ceux qui proviennent des blés tendres sont encore appelés *semoules*, s'ils sont produits directement par le broyage, et *gruaux*, s'ils représentent des produits ayant passé au convertissage, c'est-à-dire des *semoules* partiellement remoulues. Cette distinction se fait surtout dans les moulins à cylindres. Dans les moulins à meules, on conserve le nom de *gruaux* pour les uns et les autres fragments d'amande.

Il convient de faire remarquer que le travail des bluteries n'est pas toujours semblable à lui-même, et les meuniers savent qu'une bluterie déterminée laisse passer d'autant plus de farine que le temps est plus sec, et qu'elle ralentit son travail au contraire quand l'atmosphère et la farine, par conséquent, sont humides.

En règle générale, dans une bluterie, et quel que soit le numéro du tissu qui l'enveloppe, l'*extraction* est tout ce qui traverse ce tissu, et le *rejet*, tout ce qui ne le traverse pas; au cours des Chapitres qui vont suivre, ces deux termes reviendront fréquemment.

III. — LA BLUTERIE HEXAGONALE OU A PANS.

La bluterie la plus employée depuis le commencement du XIX^e siècle, et répandue encore aujourd'hui dans les petits moulins, est formée par une carcasse hexagonale, plus rarement octogonale, de 60^{cm} à 1^m de diamètre, d'une longueur extrêmement variable, depuis 1^m, 20 jusqu'à 7^m, suivant l'importance du moulin et le travail que l'on veut faire exécuter à la bluterie.

Cette carcasse peut être entièrement en bois (*fig. 60*); elle est alors constituée par un arbre à section hexagonale ou octogonale, dans lequel, et sur chaque pan, sont encastrés, perpendiculairement à la surface de ce pan, des tiges en bois ou *barres*, distantes de 1^m environ, et reliées entre elles par six longuerines parallèles à l'arbre central, dites *tringles*; celles-ci portent, dans la partie qui regarde l'arbre, une mortaise dans laquelle la barre s'encastre; leur surface extérieure est taillée en biseau de façon que les deux plans de ce biseau forment un angle de 135°, si la bluterie est hexagonale.

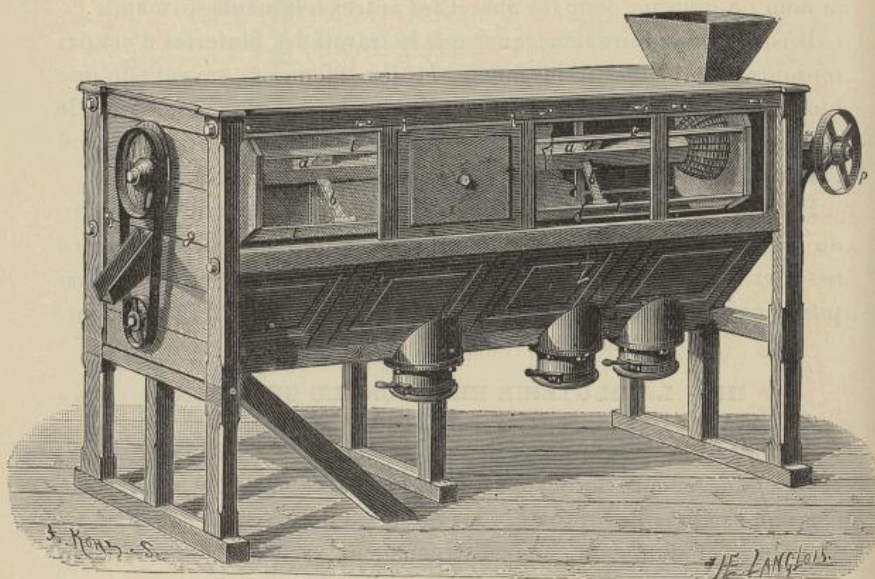
Dans les bluteries des petits moulins, on monte sur les barres des masses de bois, ou *taquets*, capables de glisser le long de chacune d'elles. Ces taquets, au moment de la rotation de la bluterie, et quand les barres qui les portent sont dirigées vers le bas, tombent sur la car-

casse extérieure de la bluterie et permettent à la farine qui adhère aux soies de se détacher; puis, au fur et à mesure que les barres se relèvent, ceux-ci glissent et reprennent leur place contre l'arbre central.

Quelquefois aussi la bluterie est, à intervalles réguliers, et grâce à un déclenchement automatique, frappée par une batte extérieure.

La carcasse de ces bluteries est plus généralement aujourd'hui,

Fig. 60.



Bluterie à pans.

du moins dans les grands moulins, formée d'éléments métalliques. L'arbre central est en fer forgé, et il porte de distance en distance des colliers en fonte, munis de six tubulures perpendiculaires à l'arbre; dans ces tubulures viennent se placer des barres en fer qui se terminent soit par un fer creux, soit par une gouttière en tôle; dans ce fer creux ou dans cette gouttière se logent des tringles en bois, biseautées comme les précédentes et qui, comme elles, vont recevoir les soies.

Ces soies enveloppent la bluterie, l'étoffe étant déroulée perpendiculairement aux tringles; elles sont collées sur le bois, de façon à éviter le frottement qui les userait, et les différents lés, dont les bords sont garnis de toile et percés d'œillets, sont réunis les uns aux autres par un lacet.

On peut également, quand il s'agit d'une bluterie dont la soie doit être, d'un bout à l'autre de cette bluterie, du même numéro, étendre cette soie dans le sens des tringles, et en lacer les différents lés sur les tringles mêmes.

À l'intérieur de la carcasse, et en tête de l'appareil, est une pièce en zinc, en forme de pavillon, destinée à introduire et à répartir uniformément la marchandise à bluter; à l'extrémité opposée est une autre pièce à peu près semblable, qui s'adapte à un trou circulaire, pratiqué dans la boiserie dont il sera parlé plus bas, et qui est destinée à évacuer le rejet de la bluterie.

L'inclinaison que l'on donne à la carcasse, ainsi construite, est d'environ $0^m,04$ par mètre; elle est sensiblement la même dans les grandes et les petites bluteries.

L'arbre, qu'il soit en bois, qu'il soit en fer, est porté sur deux tourillons disposés extérieurement à l'appareil. On cale, à l'une des extrémités ou aux deux extrémités de l'arbre, une poulie ou un engrenage conique qui communique à la carcasse son mouvement de rotation.

Ce mouvement de rotation est calculé de façon que la vitesse à la surface soit sensiblement la même, quel que soit le diamètre de la bluterie. La rapidité de ce mouvement augmente au fur et à mesure que le diamètre diminue. Une bluterie de 1^m de diamètre tourne avec une vitesse de 30 tours à la minute.

La bluterie est enfermée dans une caisse de bois pour éviter une trop grande évaporation de la farine. Cette caisse est rectangulaire, mais les deux faces parallèles à la bluterie se terminent, à la partie inférieure, par deux plans inclinés, en sorte que la coupe de la caisse, faite perpendiculairement à l'axe de la bluterie, représente un rectangle terminé par un tronc de pyramide dont le petit côté toucherait le plancher du moulin. Ces plans inclinés permettent à la marchandise blutée de glisser et de se réunir dans un collecteur, d'où une vis d'Archimède la conduit au dehors. Quand la bluterie est garnie de soies de grosseurs différentes la partie inférieure de la caisse est divisée par des trémies; au-dessous de chacune d'elles on adapte un sac qui recueille le produit bluté.

Dans les bluteries construites par la maison Daverio, les vis d'Archimède sont établies sur le côté, ce qui les rend plus accessibles; de plus, elles sont faites de palettes mobiles, pouvant à volonté se retourner, et capables de modifier la direction des produits, sans changer le sens de la rotation de l'arbre.

Sur l'une des parois de cette caisse en bois sont établis des volets qui permettent de découvrir la bluterie, d'examiner comment se fait le travail et de procéder aux réparations nécessaires.

La marchandise que l'on se propose de bluter est introduite automatiquement dans le pavillon de la bluterie ; elle glisse sur les soies et se trouve, du fait de la forme hexagonale de l'appareil, légèrement brassée ; les contacts de la marchandise avec la surface tamisante sont continuellement renouvelés, les mottes de farine se désagrègent, les sons se débarrassent de la farine adhérente. Les produits qui sont moulus assez fins pour traverser les mailles des soies qu'on leur présente tombent dans le fond de la caisse, c'est l'*extraction*, et de là dans des trémies en tôle correspondantes. Le *rejet* de la bluterie s'échappe au dehors.

Ces trémies, dans lesquelles se réunissent les farines, semoules, sons, et en général tous les produits moulus, se terminent par une partie cylindrique en tôle dont le bord est garni d'un renflement. La partie cylindrique de la trémie présente un diamètre sensiblement inférieur à celui du sac qui doit recevoir la marchandise. Celui-ci est assujéti sur la trémie au moyen d'une courroie de cuir dite *clef d'ensachoir*, dont les bouts sont munis de deux boucles : l'une, qui se termine par un crochet, reçoit l'extrémité d'un levier ; l'autre est goupillée sur ce même levier, à l'endroit même où il a son point d'oscillation. En rabattant le levier on amène les deux boucles à se superposer et l'on resserre ainsi les deux extrémités de la courroie.

C'est avec une bluterie de ce genre que dans la plupart des cas, encore aujourd'hui, on procède à la première opération qui suit le broyage, c'est-à-dire à la *division sur boulange*. Diviser sur boulange, c'est séparer par une bluterie, ou *diviseur*, d'une part la farine fleur, d'autre part les semoules de différentes grosseurs, d'autre part enfin les sons ; ceux-ci font, bien entendu, partie de la boulange quand on travaille aux meules ; ils en sont au contraire éliminés par le principe même des opérations successives, quand on travaille aux cylindres, et le rejet de la bluterie, dans ce cas, est formé seulement de petits sons et de semoules plus ou moins habillées.

Pour que la bluterie puisse faire office de diviseur sur boulange il faut qu'elle porte des soies de plus en plus grosses. En tête de la bluterie sont placées les soies les plus fines, du n° 120 au n° 140. Il semble, *a priori*, puisque les soies du n° 120 au n° 140 doivent être employées pour tamiser la farine, que les plus fines, celles du

n° 140, soient les premières à mettre en tête du blutoir ; il n'en est rien et c'est par les soies du n° 120 que l'on commence la construction de la surface tamisante, destinée au passage de la farine fleur ; les soies du n° 130 et du n° 140 viennent ensuite ; puis, brusquement, on passe aux soies du n° 100, puis du n° 90, puis du n° 80, destinées au blutage des semoules. Cette façon de disposer les premières soies de la bluterie s'explique quand on se reporte aux propriétés de la marchandise qu'il convient de traiter ; les parties légères, c'est-à-dire les particules de sons, auxquelles on donne le nom de *piqûres*, remontent automatiquement à la surface de la marchandise, qui glisse à l'intérieur de la bluterie, et malgré le léger ballotement dont il a été parlé plus haut, elles se maintiennent à la partie supérieure et ne se trouvent pas au contact de la soie tamisante. Tant que la couche de marchandise est épaisse on n'a pas à craindre de voir ces particules de sons traverser les soies, on n'a pas à craindre de voir la farine *piquer*, c'est-à-dire se souiller de piquûres, et l'on peut employer des soies relativement lâches, du n° 120 ; puis au fur et à mesure que la couche de marchandise diminue, du fait de l'élimination de la farine fleur, il convient d'être prudent, de serrer les mailles des soies et d'employer par conséquent les soies du n° 130, puis 140.

Au delà de ces soies les semoules traversent, et la succession des soies n°s 100, 90, 80 permet même d'en faire une classification suivant grosseur.

IV. — LA BLUTERIE PLANE, OU PLANSICHTER.

On peut reprocher à la bluterie hexagonale de ne travailler à la fois que sur le sixième de sa surface tamisante ; on peut lui reprocher de trop secouer la marchandise soumise au blutage et de trop déranger ainsi cette classification naturelle des produits suivant leur densité, que nous avons prise plus haut en considération.

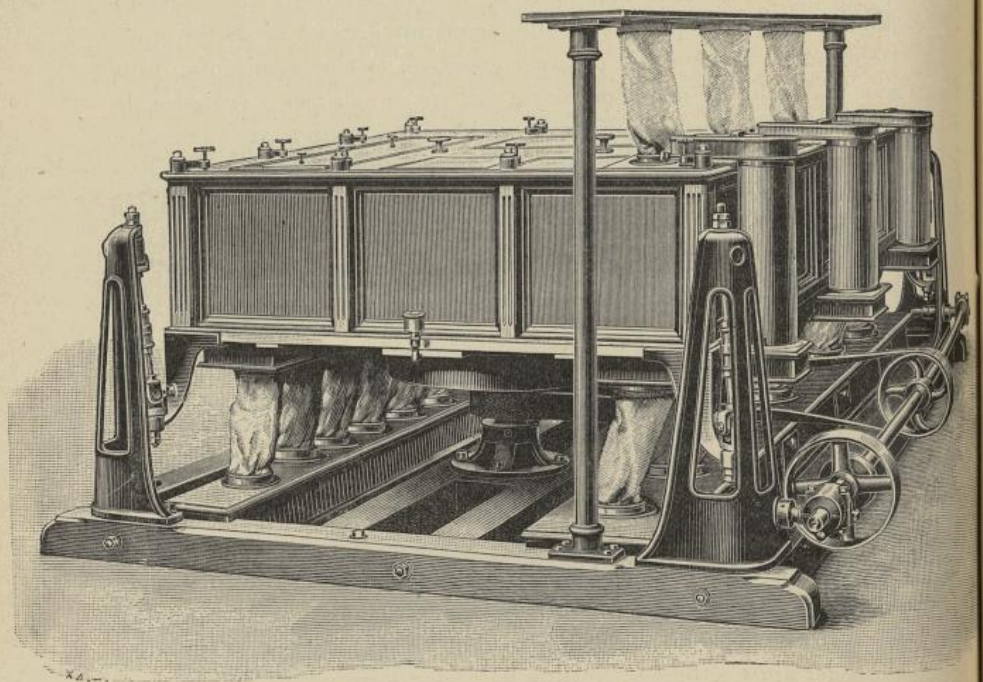
Ces remarques ont amené les meuniers à adopter des appareils de tamisage différents, rappelant, par leur forme, par le mouvement circulaire qu'on leur communique, les tamis plats, les sas dont on faisait usage autrefois. Ces appareils, imaginés en 1887 par Haggenmacher, de Budapest, construits pour la première fois par Luther, de Brunswick, et introduits en France, aux Grands moulins de Corbeil, par la maison Brault, Teisset et Gillet, en 1889, puis par la maison Daverio, de Zurich, en 1891, sont connus sous le nom de

plansichters. Haggemacher les avait conçus de forme rectangulaire. Depuis, Bunge a substitué aux plateaux rectangulaires des plateaux circulaires. De là, deux sortes d'appareils que nous examinerons successivement.

1. Bluterie à plateaux rectangulaires.

Les bluteries de ce genre sont constituées par une série de tamis superposés, de forme rectangulaire, séparés entre eux par des collec-

Fig. 61.



Plansichter. (Construction Daverio.)

teurs en zinc, et réunis dans une caisse rectangulaire également, que l'on anime, par l'intermédiaire d'un excentrique, d'un mouvement de rotation dans le plan horizontal.

La caisse (*fig. 61*) est en général presque carrée, de façon à assurer plus complètement l'équilibre ; elle mesure de 1^m,50 à 2^m de long, 1^m,20 à 1^m,70 de large sur 0^m,70 d'épaisseur. Elle est suspendue, au moyen de tiges flexibles, au plafond du moulin, ou bien

elle est portée au-dessus du plancher par des tiges articulées. Dans le premier cas (*fig. 64*) on adapte, aux quatre coins inférieurs de la caisse, un câble d'acier de 15^{mm} à 20^{mm} de diamètre et de 10^{cm} à 15^{cm} de long; on accroche au plafond quatre câbles de même nature et de même longueur, et l'on relie les câbles du plafond et les câbles de la caisse au moyen de tiges en acier, flexibles. Si la suspension de la caisse n'était assurée que par un câble, se continuant de la caisse au plafond, on exposerait ce câble, à cause du mouvement auquel il est soumis, à des torsions et des allongements qui dérégleraient l'appareil. Dans le second cas (*fig. 61*), les quatre coins inférieurs de la caisse sont prolongés par un aileron en fonte, ou *console*, qui porte un coussinet sphérique; d'autre part, en face de chacun des coins se dresse une borne, ou *chaise*, dont l'extrémité supérieure, prolongée en encorbellement, porte également un coussinet sphérique, et dans chacun des coussinets, dans celui du haut et dans celui du bas, dans celui de la chaise et dans celui de la console, vient se loger une rotule, les deux rotules étant reliées par une tige d'acier.

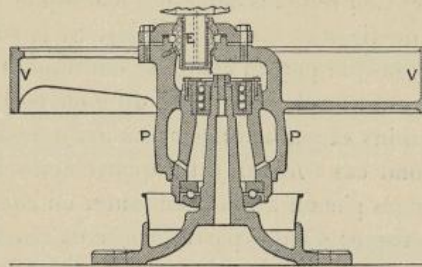
Dans les plansichters Daverio cette tige est en deux pièces : ces deux pièces sont filetées et reliées par un double raccord, qui permet d'allonger ou de raccourcir la tige de suspension. Dans les plansichters Buhler le même résultat est obtenu par un dispositif un peu différent. Le coussinet sphérique est fixé sur le bâti, où il reçoit la rotule d'une petite tige verticale filetée qui se dresse au-dessus du coussinet; cette tige n'est pas celle qui supporte la caisse, mais elle traverse la partie supérieure d'un étrier qui, lui-même, est vissé à l'extrémité de la tige de suspension; celle-ci rejoint le coussinet à rotule de la console. La petite tige filetée peut être réglée dans le taraudage de l'étrier et permet par conséquent de faire varier la distance entre les deux rotules. Le dispositif adopté par Brault, Teisset et Gillet est analogue.

A la partie inférieure de la caisse, et en son milieu, est fixée une pièce métallique E (*fig. 62*), qui entre excentriquement dans la partie supérieure d'une poulie P, à laquelle est fixé un volant V. Cette poulie, à axe conique, emboîte une pièce conique également; le roulement de la poulie est assuré par une série de billes, tournant dans des boîtes en acier trempé (construction Daverio).

La rotation de la poulie, au moyen de la courroie, permet de communiquer à la caisse un mouvement circulaire de 150 à 180 tours. Les amplitudes de ce mouvement circulaire dépendent naturellement de la longueur du rayon de l'excentrique; en général, ce rayon

est d'autant plus réduit que l'on veut donner à la caisse une vitesse plus grande; il oscille entre 11^{cm} et 6^{cm} pour des vitesses variant de 150 à 180 tours. Le déplacement d'un des points de la caisse est

Fig. 62.



Commande du plansichter avec roulement à billes. (Construction Daverio.)

mesuré par le diamètre du cercle de l'excentrique; un point quelconque de la caisse se déplace donc de 12^{cm} à 22^{cm} .

Le mécanisme de transmission excentrique peut être, ainsi qu'en témoigne le mode de construction adopté quelquefois par la maison Buhler, placé non plus au-dessous mais au-dessus de la caisse.

M. Lafon, de Tours, vient de proposer à la meunerie un plansichter dont le coffre est animé d'un mouvement rectiligne et non plus circulaire; le roulement a lieu sur billes; le coffre est équilibré par un système de ressorts réglables.

C'est à l'intérieur de cette caisse que sont logés les tamis. Ceux-ci sont des cadres en bois, rectangulaires, ayant les dimensions de la caisse elle-même; les tamis sont, comme il a été dit plus haut, garnis de leur collecteur de zinc. Chaque plateau de tamis est divisé longitudinalement en six ou huit casiers, par des cloisons parallèles, formant ainsi six ou huit tamis travaillant ensemble sur les mêmes marchandises. Celles-ci arrivent sur les tamis du plateau supérieur, au moyen de trois ou de quatre manches en toile, flexibles par conséquent, se conformant à tous les mouvements de la caisse; chaque manche dessert donc deux tamis à la fois.

Dans ces conditions il convient de ne considérer qu'un seul jeu de tamis et d'examiner comment il fonctionne.

Le premier tamis reçoit la boulange à l'une de ses extrémités. Ce premier tamis est fait d'une toile métallique généralement en acier étamé, du n° 35 ou 40; il est destiné à débarrasser la boulange des semoules habillées et des petits sons, qui viendraient inutilement charger les soies blutantes; ces gros débris cheminent donc le long

du tamis, tombent dans une trappe à l'extrémité opposée de la caisse, et de là sont évacués par une manche en toile, flexible également. La marchandise qui traverse ce premier tamis est réunie sur un collecteur formé d'une plaque de zinc, puis délivrée en tête du deuxième tamis, placé immédiatement en dessous. Celui-ci est du n° 120, il laisse passer de la farine fleur, qui est recueillie sur un collecteur de zinc, tandis que le *rejet*, c'est-à-dire la marchandise qui n'a pas eu le temps de traverser cette soie, tombe sur un troisième tamis du n° 130, puis sur un quatrième tamis du n° 140; au-dessous de ces deux derniers sont des collecteurs, en sorte que l'on recueille de la farine fleur à travers ces trois soies successives; on remarquera que les numéros de celles-ci se trouvent dans l'ordre même où on les place dans une bluterie hexagonale; on retrouve là le principe qui a été signalé plus haut : tant que la hauteur de la marchandise à la surface d'une soie est suffisante pour que les piqures remontent à la surface et ne se trouvent pas au contact de la soie, on peut faire usage d'une soie du n° 120; les soies plus fines ne deviennent nécessaires que quand l'épaisseur de la couche de marchandise diminue. La farine fleur des trois tamis fins se réunit et sort par une manche flexible, placée à la partie inférieure de la caisse.

Au-dessous de ces tamis sont disposés les tamis à semoules qui reçoivent le rejet des tamis à farine; ces tamis sont plus ou moins nombreux; ils peuvent porter les soies n° 100, puis 90, puis 80; quelquefois ils sont réduits à deux, et même à un seul. Les semoules blutées sont également recueillies sur des collecteurs en zinc, et conduites au dehors de la même façon que la farine.

Les considérations qui précèdent impliquent que les produits à bluter parcourent sur les soies des tamis la longueur de la caisse, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. Le rejet d'un tamis, en effet, a lieu naturellement du côté opposé à celui qui a reçu la marchandise. Le tamis suivant doit reprendre ce rejet au point même où il est tombé, pour le conduire à l'autre extrémité. Voici de quelle façon fort ingénieuse Haggenmacher, et Daverio, concessionnaire du brevet, ont réalisé le cheminement des produits dans des sens opposés les uns aux autres.

Les cloisons parallèles de bois, qui séparent les différents tamis d'un même plateau, sont éloignées d'environ 0^m,15 à 0^m,25; cela représente un peu plus que le diamètre de la circonférence qui serait décrite par la marchandise sous l'influence du mouvement de la caisse. On fixe perpendiculairement à ces cloisons, et sur un côté

seulement de chacune d'elles, de petites palettes, qui sont distantes de quelques millimètres de la surface blutante. La marchandise couvre toute la surface de la garniture de soie sur une épaisseur d'environ 1^{cm}; elle y est animée du mouvement circulaire dont il a été parlé, mais le contact de la partie supérieure de la couche avec les palettes suffit pour lui imprimer une série de choes, transformer le mouvement circulaire en un mouvement de spirale, et faire par conséquent cheminer les produits sur les soies blutantes comme sur les collecteurs de zinc. On peut alors, en plaçant ces palettes tantôt sur l'un des côtés de la cloison, tantôt sur l'autre, déterminer d'avance la direction que prendra la marchandise à la surface du tamis en mouvement.

Rose frères ont adopté un système analogue : sur le côté de chaque tamis est établie une tringle qui porte des palettes en fer blanc; celles-ci sont disposées obliquement par rapport à la paroi du tamis. En outre, les tringles sont animées d'un mouvement circulaire de 0^m,6 à 0^m,7, sous l'influence de la rotation.

Amme Giesecke et Konegen, de Brunswick, garnissent la paroi de chaque tamis d'une tôle repliée à angle droit à quelques centimètres de la surface du tamis; cette tôle est perforée.

Seck frères, de Darmstadt, tiennent les soies des tamis non tendues, et grâce à un dispositif de curseur, dont il sera parlé plus bas, les produits sont soumis à un ballottage incessant, qui leur permet de parcourir la longueur de la bluterie.

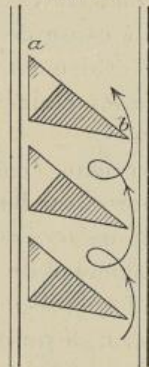
La maison Buhler a adopté un dispositif très inattendu (brevet Weyermann). On détermine, par estampage, sur chacun des collecteurs, des pyramides en saillie; celles-ci, en plan, se projettent sous la forme d'un triangle, dont l'un des côtés est parallèle à la cloison, dont le plus grand *ab* (*fig. 63*) forme avec elle un angle d'environ 45°. L'une des parois *ab* est perpendiculaire à la surface, les deux autres sont obliques.

Si l'on considère des produits blutés, répandus sur le collecteur, on constate que le mouvement même du plansichter doit les faire avancer dans le sens indiqué par la figure 63. On peut en effet admettre, pour un moment, que le mouvement est rectiligne et se traduit par un va-et-vient. Quand le collecteur est ramené d'avant en arrière, il glisse, pour ainsi dire, au-dessous de la marchandise, qui est inerte, et l'oblige à monter sur le plan incliné, à escalader la pyramide. Elle tombe alors au pied droit de celle-ci, et elle est immédiatement poussée, dans le mouvement d'arrière en avant, par la

paroi verticale de la pyramide. La transformation du mouvement rectiligne en mouvement circulaire ne changera rien à l'effet produit; la marchandise sera transportée, non plus en ligne droite, mais suivant une spirale.

Au-dessous du collecteur se trouve un tamis, à une distance de 1^{cm}

Fig. 63.



Dispositif de collecteur de plansichter. (Brevet Weyermann.)

environ, et c'est encore le collecteur qui, par sa face inférieure, est chargé de faire avancer la marchandise sur le tamis. Celle-ci, par le fait du mouvement, s'accumule et se tasse sous chacune des pyramides, et la paroi verticale de chacune d'elles, quand le collecteur va d'avant en arrière, la pousse, mais dans un sens inverse à celui qu'elle suivait sur le collecteur.

Comme dans le cas précédent les produits qui forment la partie supérieure des marchandises étalées sur le tamis sont seuls touchés par le collecteur en saillie; mais ce mouvement donné aux parties superficielles se communique aux parties profondes. Le constructeur est donc maître, en adoptant pour les saillies pyramidales de ses tôles telle ou telle position, de faire voyager dans le sens qu'il désire les marchandises à bluter et celles qui ont subi le blutage.

Un des inconvénients des bluteries planes est que les soies, les plus fines surtout, retiennent de la farine dans leurs mailles; le mouvement d'oscillation n'est pas assez sec pour l'en détacher, et la surface blutante se trouve, de ce fait, à tout instant diminuée. On dit alors que les soies *se gommement*. Haggemacher a imaginé un procédé simple qui consiste à ajouter à la marchandise quelques graines inertes, grains de blé ou d'acacia par exemple, qui, frottant la soie, la dégommement à chaque instant. Ces graines, au sortir du tamis, tombent

dans une sorte de puits circulaire, compris à l'intérieur des cadres, ou même placé en dehors de la caisse, dispositif qui permet une surveillance plus facile. Dans ce puits se place un élévateur en spirale, vis sans fin verticale, dit *monte-graines*, qui est fixe, mais qui, sous l'influence de la rotation de la caisse, oblige les graines à remonter automatiquement à la partie supérieure où elles recommencent immédiatement leur circulation à travers les tamis. La graine d'acacia donne de très bons résultats à cause de la dureté qu'elle présente. Sur les collecteurs s'agitent également des billes de caoutchouc; celles-ci ne sont pas, comme les graines, remontées constamment, elles restent sur les collecteurs.

Dans le plansichter Weyermann (construction Buhler) la soie n'est pas tendue, mais elle porte, sur l'un de ses côtés, une réglette en bois, lestée par une tringle de fer, qui est suspendue au-dessus d'elle, comme le serait un balancier de pendule, et qui, à chaque oscillation, la redresse, la tend et la secoue.

La maison Seck, de Darmstadt, a imaginé de *dégommer* les soies des plansichters en plaçant au-dessous des tamis, et fixés au bois, deux taquets de bois, reliés entre eux par une tringle métallique (brevet Branstødtter). Cette tringle a donc la largeur du tamis; sur cette tringle se meut en liberté un curseur, garni à ses extrémités de rondelles de feutre, qui, à chaque oscillation, vient frapper l'un ou l'autre taquet. Le petit choc qui en résulte suffit pour faire tomber la farine emprisonnée dans les mailles des soies, pour les dégommer.

Rose frères dégomment les soies au moyen de brosses, montées perpendiculairement sur des tringles, parallèles à la longueur du tamis; ces tringles subissent le ballotement de la caisse, et les brosses reçoivent de ce fait un mouvement d'oscillation circulaire de 0^m,10 d'amplitude.

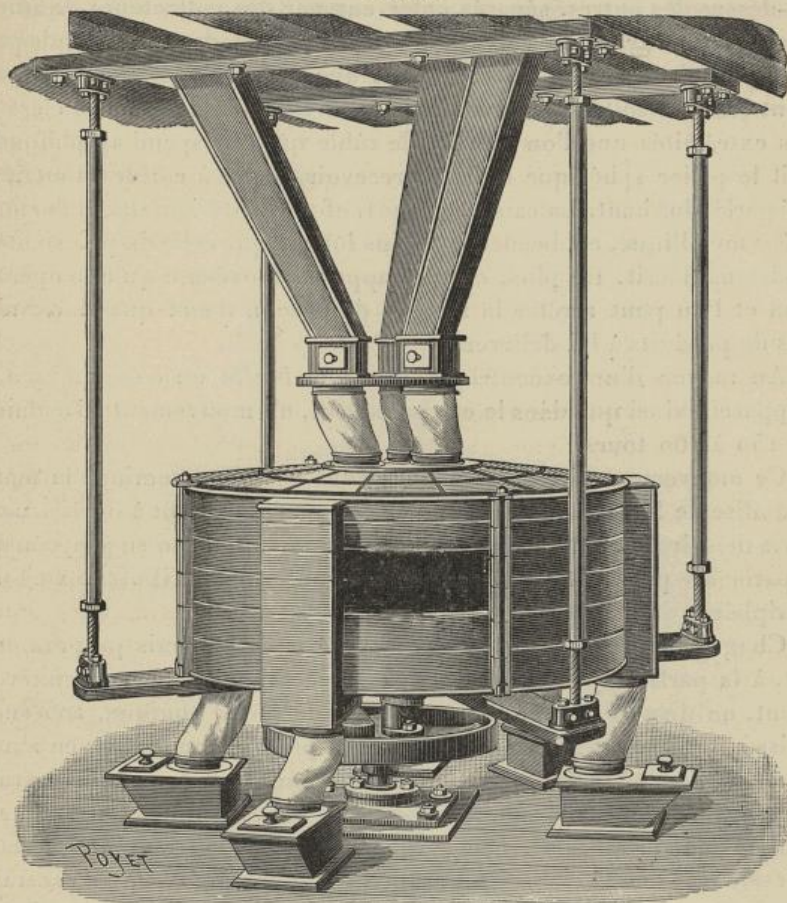
Les soies du plansichter Giesecke et Konegen sont dégommees également au moyen de brosses.

2. Bluteries à plateaux circulaires.

Le principal reproche que l'on peut faire à un appareil de ce genre c'est d'être un gros engin et d'ébranler, du fait de ses oscillations, le bâtiment du moulin. De plus, la caisse renferme trois ou quatre jeux de tamis successifs, indépendants il est vrai, au point de vue de leur fonctionnement, mais solidaires au point de vue du

mouvement dont ils sont animés; si l'un des jeux de tamis est momentanément inutile, parce que l'on n'a pas de marchandise à lui délivrer, la caisse n'en doit pas moins être soumise à son mouvement

Fig. 64.



Plansichter. (Système Bunge.)

d'oscillation; la partie isolée de la caisse prend inutilement de la force à la machine. De plus, si l'une des parties a besoin de réparation, tout l'appareil est immobilisé.

C'est pour remédier à ces inconvénients, tout en conservant les avantages de la bluterie plane, que Bunge, meunier à Lubeck, a imaginé, en 1894, la *bluterie plane circulaire*, exploitée au début par la maison Brault, Teisset et Gillet (1895).

Dans la bluterie Bunge (*fig. 64*) les tamis sont formés de deux cerceaux concentriques en bois de peuplier, de 1^m,40 et de 0^m,30 de diamètre environ, reliés dans la direction de leurs rayons par des baguettes de bois, et recouverts de soies; ils sont empilés les uns au-dessus des autres, séparés entre eux par des collecteurs de zinc, dans l'intérieur d'une caisse circulaire de bois de peuplier plaqué d'acajou. A la partie inférieure est une croisée en bois de chêne, dont les extrémités sont saillantes en dehors de la caisse, et c'est à ces extrémités que l'on fixe soit le câble qui la suspend au plafond, soit le palier sphérique qui doit recevoir la tige à rotules dont il a été parlé plus haut. La caisse, qui ne renferme intérieurement aucune pièce métallique, est beaucoup moins lourde que celle du plansichter ci-dessus décrit. De plus, chaque appareil n'exécute qu'une opération et l'on peut arrêter la marche de chacun d'eux quand on n'a pas de produits à lui délivrer.

Au moyen d'un excentrique et d'une *bielle* on communique à l'appareil, ainsi que dans le cas précédent, un mouvement circulaire de 150 à 160 tours.

Ce mouvement circulaire a pour effet de faire cheminer la marchandise de la périphérie vers le centre, en l'obligeant à décrire une série de spirales. Il faut donc que les produits dont on se propose de séparer les parties fines soient dirigés par un distributeur vers la périphérie.

Chaque élément (*fig. 65*) se compose donc du tamis proprement dit, à la partie supérieure duquel, et le recouvrant presque entièrement, on dispose un chapiteau de zinc, de forme conique, très surbaissé, à la partie inférieure duquel on place un collecteur en zinc, en forme de cône également, mais de cône dont le sommet serait dirigé vers le bas. La marchandise, qui arrive, glisse sur le distributeur et de là sur la périphérie du tamis, gagne en cheminant circulairement le centre; le rejet du tamis tombe par l'ouverture centrale sur le distributeur de l'élément suivant, tandis que la partie blutée se réunit dans le collecteur, qui forme comme une caisse dont le tamis serait le couvercle.

Mais une difficulté se présente : les produits blutés, enfermés dans le collecteur, doivent à tout instant être évacués de l'appareil. Aussi le collecteur porte-t-il une fente dirigée dans le sens d'un de ses rayons, dans laquelle on soude une goulotte de zinc, dont la pente va de l'intérieur à l'extérieur; la farine ou les gruaux, conduits par cette goulotte, tombent dans un conduit vertical qui, par l'intermé-

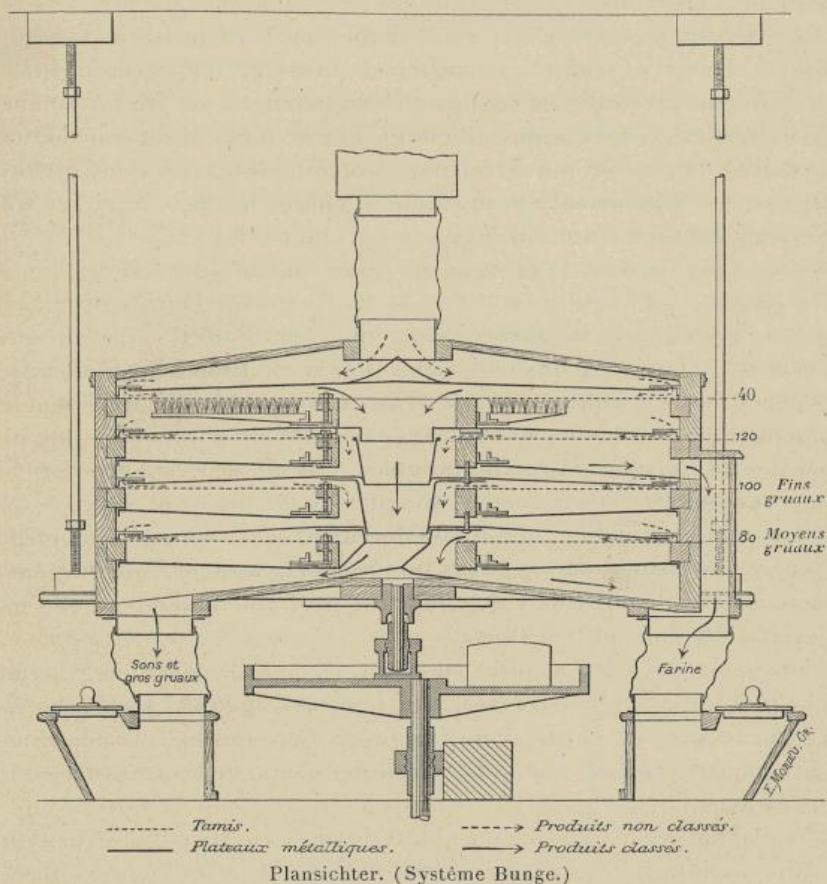
diaire d'une manche flexible en toile, les conduit au dehors (*fig. 64*).

La boulange délivrée au centre par une trémie, reliée à l'appareil par une manche flexible, arrive sur un premier distributeur conique et tombe à la périphérie du premier tamis.

Supposons un appareil destiné à faire la division sur boulange.

Le premier tamis est recouvert, comme précédemment, d'une

Fig. 65.



toile métallique du n° 40, qui débarrasse la boulange de ses semoules habillées; celles-ci tombent directement dans un conduit vertical qui occupe le centre de l'appareil et sont évacuées. Puis, ce qui traverse le premier tamis tombe sur le distributeur recouvrant le second tamis qui est du n° 120. Le rejet du second tamis se déverse, par

l'ouverture centrale, sur le distributeur du troisième tamis (n° 100); le rejet de celui-ci sur le distributeur du quatrième tamis (n° 80); le rejet de ce quatrième, enfin, se mélange aux gros gruaux ou semoules et aux sons. La farine, qui a traversé la soie n° 120, les fins ou moyens gruaux ou semoules, qui ont traversé les soies n°s 100 et 80, sortent de la caisse par les goulottes et les manches flexibles, dont il a été parlé. Les tamis à farine sont, comme précédemment, des n°s 120, 130, 140; les tamis à gruaux sont des n°s 100 à 80.

Le dégommage des soies se fait d'une façon automatique (brevet Brault, Teisset et Gillet), au moyen de brosses. Sur le cercle intérieur de chaque tamis, et au-dessous du tamis, on adapte un collier de bois, d'un diamètre plus grand que ce cercle et qui est fou autour de celui-ci; ce collier porte trois tiges horizontales garnies de brosses. Du fait du mouvement de la caisse le collier oscille, décrivant un cercle, à la façon d'un anneau d'excentrique, et les brosses viennent frotter à tout instant le dessous des soies blutantes.

Les bluteries hexagonales, ainsi que les bluteries planes qui viennent d'être décrites à propos de la division sur boulange, peuvent servir à d'autres usages. C'est ainsi qu'il a été question, à un Chapitre précédent, de bluteries destinées à séparer après chaque passage au broyeur les parties moulues. Ces bluteries sont, en général, des bluteries hexagonales, longues de 3^m environ, garnies de toiles métalliques, du n° 35 ou 40. Mais on peut faire usage également de bluteries planes, surtout dans les premiers passages; dans les derniers, la marchandise doit être secouée plus violemment qu'elle ne le serait dans un plansichter.

On verra dans le Chapitre suivant que l'on demande en général aux bluteries d'autres travaux : on leur demande de sécher et de diviser les gruaux, de bluter les farines de convertissage; les bluteries hexagonales, comme les bluteries planes, servent à ces différentes opérations.

À côté de ces deux genres de bluterie on a vu, dans ces dernières années, s'introduire en meunerie des bluteries dites *rondes* et des bluteries dites *centrifuges*; celles-ci ne seront décrites que dans le Chapitre suivant, parce qu'elles sont uniquement destinées au blutage des farines de convertissage et ne se prêtent pas bien ni au tamisage des parties moulues après broyage, ni à la division sur boulange.

V. — BLUTERIE SANS SOIES (Système Cusson).

MM. Cusson, de Châteauroux, ont montré, à l'Exposition universelle de 1900, des appareils permettant d'exécuter le blutage de la boulange, sans l'intervention de soies.

Ces appareils consistent en une série de rouleaux métalliques creux disposés parallèlement et suivant un plan incliné à 50° ou 60° du plan horizontal. Ces cylindres tournent tous dans le même sens. La boulange délivrée par une trémie est entraînée de haut en bas par la rotation des rouleaux.

La séparation des divers éléments de la boulange est basée sur la différence de plasticité et d'adhérence que présentent d'une part la farine, de l'autre les gruaux et les sons. La farine adhère aux rouleaux tant que celle-ci est au-dessus du plan qui contient les axes des cylindres et s'en trouve détachée par un racloir, au fur et à mesure qu'elle passe au-dessous de ce plan.

Les rouleaux mesurent 1^m,15 de longueur, 0^m,08 de diamètre; ils tournent avec une vitesse de 150 à 200 tours. La puissance du blutage est en proportion du nombre des rouleaux; la farine est d'autant plus fine que les rouleaux ont à leur surface une plus grande vitesse.

Les gruaux et les sons qui n'ont pas adhéré aux rouleaux tombent d'abord sur une seconde série de rouleaux semblables aux premiers, où ils achèvent de perdre leur farine adhérente; ces rouleaux font l'office de sécheurs. Puis les gruaux sont classés et séparés des sons par des rouleaux en toile métallique, sur lesquels ils cascudent; un blutage véritable de ces gruaux se fait alors de l'extérieur à l'intérieur.

Le principe de ces appareils est intéressant; le mode d'application est peut-être perfectible. Bien qu'ils ne soient pas encore répandus, nous avons tenu à les signaler.

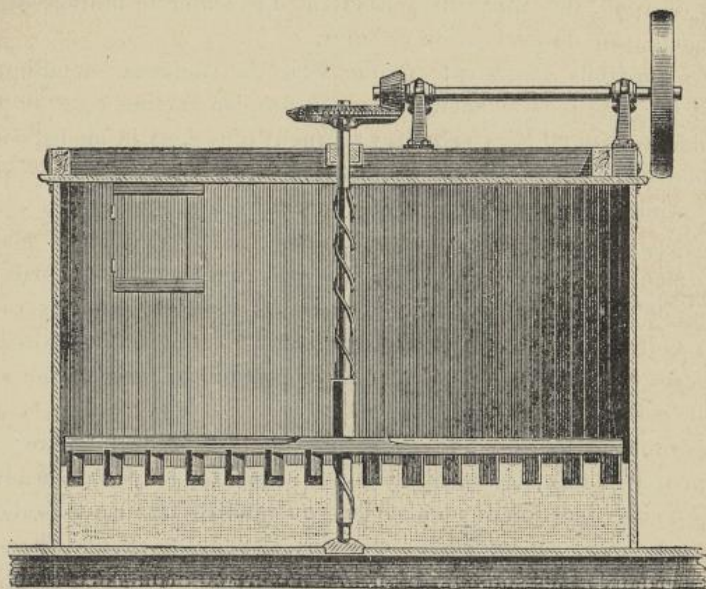
VI. — RATEAU A FARINE ET RATEAU MÉLANGEUR.

Le blutage des boulanges a déjà donné de la farine; cette farine ne saurait être ensachée immédiatement; sa température est quelque peu élevée, et la farine s'échaufferait en sacs. On la conduit alors dans une caisse en bois, cylindrique, dite *rateau à farine*, où elle est, au moyen d'un rateau, continuellement étalée au contact de l'air.

Le rateau proprement dit est un agitateur comportant deux grands bras horizontaux sur lesquels sont fixées des palettes. Mais il faut que le rateau puisse remonter au fur et à mesure que la farine s'ac-

cumule dans la caisse. Dans ce but, les deux bras horizontaux sont solidaires d'une douille, dont l'intérieur est taraudé (*fig. 66*). L'arbre

Fig. 66.



Rateau à farine.

vertical porte une vis sans fin, autour de laquelle peut descendre ou s'élever la douille, et par conséquent le rateau proprement dit.

Quand la caisse est appelée à recevoir plusieurs farines à la fois, et à en déterminer le mélange, il convient de munir les bras de l'agitateur de palettes en écope, de façon à pelleter la farine que le rateau étale. En général, dans ces rateaux mélangeurs, l'agitateur est remonté automatiquement au moyen d'un contrepoids.

La maison Daverio fait usage, pour mélanger les farines, d'un appareil à trois cylindres enfermés dans une caisse.

VII. — BROSSE A SONS.

Les sons, tels qu'ils sortent de la bluterie à extraire ou bluterie à boulange se montrent encore recouverts sur leur surface interne d'une couche d'amande farineuse. Ils n'ont pas été, dans la bluterie, secoués avec une violence suffisante pour que cette farine adhérente se détache.

Aussi le meunier a-t-il le soin de broser le son dans une bluterie spéciale qui en extrait une farine bise.

La brosse à sons est un tambour cylindro-conique dont la longueur varie de 1^m,50 à 2^m,50; il est recouvert d'une grosse toile métallique, n° 40, par exemple; à l'intérieur tourne, avec une vitesse de 400 à 450 tours; une série de brosses, montées sur des lames métalliques; ces brosses projettent et frottent contre la surface blutante les feuilles de son qui entrent par la partie la plus rétrécie et sortent par l'extrémité opposée. L'écartement des brosses par rapport à la surface blutante peut être varié pendant la marche.

Pour éviter que la toile métallique s'encombre de farine on dispose extérieurement soit des marteaux frappant automatiquement la carcasse, soit des brosses rotatives.

CHAPITRE X.

TRAVAIL DES SEMOULES ET DES GRUAUX.

SÉCHEUSES ET DIVISEURS SUR SEMOULES ET GRUAUX. — SASSEURS. —
CONVERTISSEURS. — BLUTERIES CENTRIFUGES ET RONDES. — APPAREILS
ACCESSOIRES.

I. — SÉCHAGE DES SEMOULES ET GRUAUX.

Quelle que soit la longueur des bluteries diviseuses, les semoules n'y cheminent pas d'ordinaire un temps assez long, n'y sont pas suffisamment frottés les unes contre les autres, pour se débarrasser de la farine adhérente à leur surface. Une nouvelle opération est nécessaire, qui consiste à faire passer ces semoules dans une seconde bluterie, dite *sécheuse*, bluterie qui peut être, ainsi qu'il a été dit plus haut, hexagonale ou plane. Les soies doivent être choisies de dimensions telles qu'elles retiennent les semoules et laissent passer la farine que le ballottage auquel elles sont soumises a détachée ; cependant, et surtout lorsque les semoules sont recouvertes de fragments d'enveloppe et sont ainsi rendues légères, on peut mettre en tête des soies moins serrées qu'en queue, des soies du n° 100 par exemple ; ces semoules remontent à la surface de la couche au blutage et n'entrent pas immédiatement en contact avec la soie.

Lorsque, dans une bluterie diviseuse, les soies à farine, c'est-à-dire les soies fines, présentent assez de développement, les semoules se séchent sans qu'il soit nécessaire de recourir à une nouvelle opération.

II. — DIVISION SUR SEMOULES ET GRUAUX.

A cette première opération en succède une seconde, toute semblable, dans le but de reprendre les semoules qui ont été, dans le diviseur sur boulange, incomplètement classées, surtout quand le nombre de soies destinées à la récolte de celles-ci a été réduit au minimum. La bluterie, qui porte alors le nom de *diviseur sur*

semoules et qui n'est autre chose qu'une bluterie à pans, ou une bluterie plane, est garnie de soies des n^{os} 100, 90, 80, 60. On obtient ainsi plusieurs catégories de semoules (petites, moyennes et grosses), qui subissent séparément le travail de sassage qui va être ci-dessous exposé.

Le même travail de division s'applique sur gruaux, c'est-à-dire sur les fragments que le remoulage ou convertissage n'a pas atteints.

III. — SASSAGE DES SEMOULES ET GRUAUX.

Les semoules et gruaux qui ont traversé, au cours du travail, les mailles d'une même soie, et qui sont maintenant parfaitement calibrés, n'ont pas tous le même aspect : les uns représentent un fragment entier de l'amande farineuse et ne sont, sur aucune de leurs parties, recouverts par l'enveloppe du grain : ce sont les semoules ou gruaux blancs ou *nus*; d'autres adhèrent encore à un morceau de cette enveloppe : ce sont les semoules ou gruaux bis, *habillés ou vêtus*; chez d'autres, enfin, l'enveloppe prédomine tellement sur le fragment d'amande qu'elle recouvre, que l'on peut les considérer comme des petits sons.

Si l'on procédait à la remouture de tous ces produits mélangés on n'obtiendrait qu'un produit bis, de teinte moyenne, et la farine blanche des gruaux nus, après mouture, se trouverait souillée de la farine bise des gruaux vêtus. Le meunier a donc intérêt à séparer d'une part les semoules et gruaux blancs, d'autre part les semoules et gruaux bis, à les classer même en catégories de produits plus ou moins bis, et d'autre part enfin les petits sons, puis à procéder à la remouture de ces différentes catégories de semoules et gruaux, à faire de la farine blanche avec les fragments nus, de la farine bise avec les fragments vêtus, à éliminer enfin les petits sons. Le travail s'exécutera de la même façon sur les semoules provenant de la mouture et sur les gruaux provenant de la remouture.

C'est par une opération dite de *sassage*, et au moyen d'un appareil dit *sasseur*, qu'il parvient à ce résultat, de classer les semoules et gruaux d'une même grosseur, suivant la couleur qu'ils présentent.

En effet, la densité de ces différentes semoules varie avec leur couleur; les semoules blanches ou nues sont plus lourdes que les semoules bises ou habillées, et celles-ci sont d'autant plus légères qu'elles sont plus bises. Il suffit donc de classer les semoules suivant leur densité pour résoudre le problème qui a été posé plus haut.

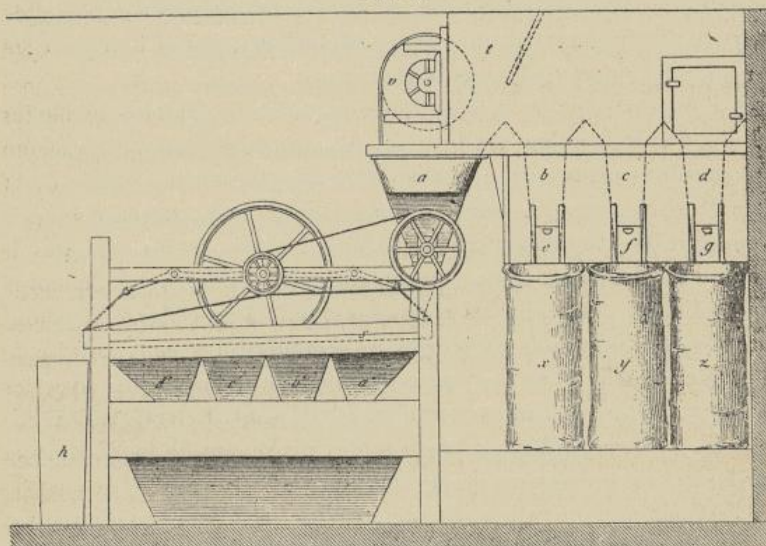
1. Partie historique.

La pratique du sassage est bien ancienne : Béguillet ⁽¹⁾ parle de tamis de mégisserie, dont les peaux sont percées de trous et qui sont suspendues par deux cordes. « On le tourne par un mouvement horizontal, d'une main vers l'autre, et l'on secoue légèrement le sas de haut en bas, de façon à faire élever au-dessus les recoupettes et les petits sons. » On faisait même usage à cette époque d'un tarare à gruaux, qui portait le nom de *lanturelu*.

Cette pratique fut d'ailleurs jugée indispensable par les meuniers qui, dans la seconde moitié du XIX^e siècle, suivaient les procédés de mouture haute et fabriquaient de la semoule. Le travail se faisait à la main ; les sasseurs étaient des plateaux tamisants, assez analogues aux vans, que l'on agitait comme eux ; à l'aide d'une palette et en soufflant à la surface, on éliminait, on *écumait* les produits légers.

Le premier sasseur employé en meunerie paraît avoir été installé

Fig. 67.



Le sasseur à son origine (1860).

vers 1860 dans le moulin de Benoît, à Saint-Denis, qui fut aidé intelligemment par un ouvrier, Théodule Arrigant, et par Cartier. Ce sasseur a été décrit dans le *Guide du meunier* de Benoît (1863),

⁽¹⁾ *Traité des substances et des grains*, 1802, t. IV, p. 293.

et le dessin y a même été reproduit (*fig. 67*); il comprenait une trémie *a*, dans laquelle tombaient les gruaux, et où ils étaient soumis à une ventilation produite en *p*; celle-ci entraînait dans une caisse les produits légers que leur densité relative amenait à tomber dans les compartiments *b*, *c*, *d*, et de là dans les sacs *x*, *y*, *z*; quant aux gruaux, ils étaient soumis à l'action oscillante d'un sas en peau, percé de trous, *s*, et au-dessous duquel se trouvaient quatre trémies collectrices *a'*, *b'*, *c'*, *d'*. Le rejet du sasseur s'évacuait dans le collecteur, *h*.

Vers 1860-1864, un constructeur de Senlis, région où l'on fabriquait beaucoup de semoules, Loron, livrait aux meuniers un sasseur mécanique, formé d'une table oscillante; la surface tamisante de celle-ci représentait une série de baguettes de bois disposées transversalement, et laissant entre elles l'espace suffisant pour l'écoulement des gruaux; le lecteur comprendra immédiatement le fonctionnement de l'appareil quand il aura vu la description du sasseur Maurel.

Loron, plus tard, garnit les châssis de ses sasseurs de peaux de mouton percées de trous, et il avait même soin de disposer le côté où se présentaient les bavures provenant du percement de ces trous, en dessus, de façon à retenir quelque peu dans leur marche les produits à sasser. Ces sasseurs étaient munis d'une ventilation en dessous.

2. Sasseur Maurel.

Le sasseur le plus simple de tous, au point de vue de la construction, est le sasseur Maurel (*fig. 68*). Il n'est plus guère en usage aujourd'hui que dans les semouleries de blé dur; là il est indispensable; sa description, en ce Chapitre, préparera le lecteur à l'étude d'appareils plus compliqués.

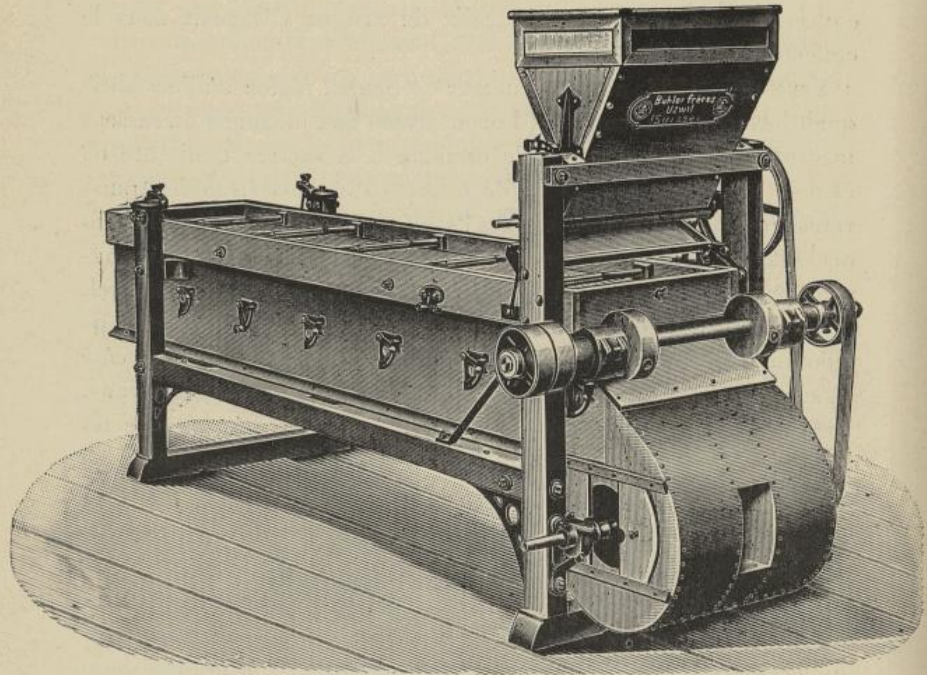
Le sasseur Maurel est essentiellement formé par une table de sassage, cadre en bois, mesurant de 4^m à 6^m de longueur et 0^m, 80 de largeur, et recouvert d'une surface de peau; celle-ci est percée sur toute sa longueur de trous ronds d'un diamètre tel qu'ils peuvent laisser traverser les semoules blanches ou bises. Ces trous pourraient être du même diamètre d'un bout à l'autre de la table de sassage; mais on préfère, ainsi qu'on le verra par la suite, tenir les derniers plus étroits que les premiers.

La dimension de ces trous se définit de la même façon que les trous des soies. Une peau n° 70, par exemple, comporte des trous de la même dimension que les mailles d'une soie n° 70.

Au-dessus de la table et à l'une de ses extrémités est une trémie, munie de rouleaux distributeurs, par l'intermédiaire desquels les semoules à sasser se répandent uniformément sur la table.

La table de sassage est disposée horizontalement au-dessus d'une caisse en bois ayant même longueur et même largeur, haute de 0^m,60

Fig. 68.



Sasseur, type Maurel. (Construction Buhler.)

environ. Au-dessous de cette caisse, du côté même où arrivent les semoules à sasser, est un ventilateur qui appelle l'air extérieur et le chasse à travers les trous de la table de sassage.

A l'intérieur de la caisse est établie une série de quatre à cinq trémies en bois, destinées à recueillir les produits sassés; la partie supérieure de ces trémies n'est pas en contact direct avec la table de sassage, de façon que le courant d'air, après avoir contourné les trémies, puisse circuler au-dessous d'elle et soulever, comme il sera dit plus bas, les semoules que l'on veut classer.

La table de sassage est indépendante de la caisse; elle en forme, pour ainsi dire, le couvercle, et ce couvercle est maintenu au-dessus

d'elle au moyen de ressorts. La table peut être, par l'intermédiaire d'un excentrique, soumis à un mouvement de va-et-vient dans le sens longitudinal, représentant 200 oscillations à la minute. Le mouvement est transmis en même temps au ventilateur et au distributeur.

Le mélange de semoules blanches et de semoules bises, lourdes et légères, arrive par le distributeur, et, immédiatement soumis au mouvement de translation sur la table de sassage, tend à cheminer d'un bout à l'autre de l'appareil. Sollicitées par la différence de densité qu'elles présentent, les semoules les plus légères, par conséquent les plus bises, remontent immédiatement à la partie supérieure de la couche de marchandise répandue sur la table. La méthodicit  de ce classement se trouve encore accentuée par le fait que les semoules sont, sur la table même, soulevées par le courant d'air du ventilateur, et qu'elles retombent sur la table avec d'autant plus de lenteur qu'elles sont plus l g eres. Dès le début même de l'opération, c'est-à-dire dès les premiers décimètres parcourus sur le parchemin de la table, la marchandise est classée; les semoules les plus lourdes, c'est-à-dire les plus blanches, sont les premières en contact avec les trous du parchemin; elles traversent et tombent; celles qui, toujours poussées par le mouvement d'oscillation, retenues par l'action du courant d'air ascendant, n'ont pas eu le temps de traverser, continuent leur route; les semoules les plus lourdes parmi celles-ci se classent à leur tour et traversent; les plus l g eres vont plus loin, et ainsi de suite; en sorte que les semoules, qui filtrent à travers la table et se réunissent dans les trémies successives, sont d'autant plus blanches, d'autant moins vêtues, qu'elles ont été récoltées plus en tête de l'appareil.   la première trémie les semoules sont absolument blanches, puis aux trémies suivantes leur teinte s'accro tue, devient de plus en plus bise, et enfin, à la dernière trémie, celle qui recueille le rejet du sasseur, on ne trouve que des petits sons, tout à fait légers, qui, si le sasseur est bien réglé, n'ont pas eu le temps de traverser les trous du parchemin de la table.

Aujourd'hui on préfère substituer, dans tous les moulins de blé tendre, à ces peaux perforées des soies ordinaires de bluterie; le travail est aussi régulier et la dépense est moindre. Mais l'usage des peaux s'est au contraire conservé dans tous les moulins de blé dur, pour sasser les semoules.

 tant donné le principe du sassage, tel qu'il vient d'être établi, on pourrait maintenir la même numération de soie, tout le long de la table de sassage, et extraire néanmoins des semoules de différentes

couleurs. Mais aujourd'hui on demande souvent à ces sasseurs de diviser également les semoules par grosseur; le sasseur porte, par exemple : trois lés de soie n° 70, un lé n° 60, un lé n° 40. Les semoules, ainsi travaillées au *sasseur-diviseur*, sont loties par dimension et par couleurs.

3. Sasseur Rose.

Le sasseur de Rose frères est employé également en général comme sasseur-diviseur.

Ce qui le distingue nettement du sasseur Maurel c'est que l'aspiration a lieu au-dessus de la table de sassage; les semoules sont soulevées, non plus par chassée d'air, mais par aspiration.

La table de sassage, garnie de soies de bluterie, est recouverte d'une caisse en bois, dont la partie supérieure est non pas parallèle à la table, mais inclinée par rapport à elle; l'inclinaison est telle que la caisse est plus basse du côté où les semoules tombent sur la table de sassage que du côté opposé. A la partie la plus élevée est un ventilateur qui tourne avec une vitesse de 400 tours.

Les semoules sont réparties sur la table au moyen d'un distributeur à rouleaux.

La table reçoit son mouvement d'une tige horizontale montée sur un excentrique; elle exécute 200 oscillations à la minute.

Le sasseur Cabanes, qui ne semble plus guère en usage, comportait une double aspiration.

4. Sasseur Reform ou Réforme.

Le sasseur que l'on tend à substituer aux sasseurs qui viennent d'être décrits est le sasseur *Reform* ou *Réforme* (*fig. 69 et 70*), inventé par Henri Seck, de Dresde, et qui a été, depuis son origine, légèrement modifié et perfectionné.

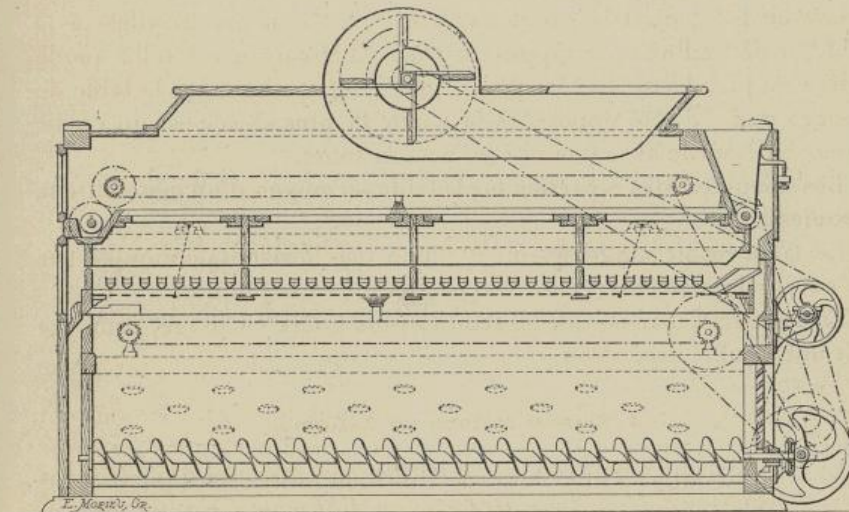
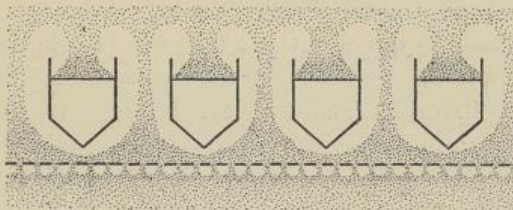
Dans le sasseur Réforme on donne au courant d'air, qui traverse la table de sassage, un rôle prépondérant et, au lieu de lui demander de soulever simplement les semoules légères pour leur permettre de continuer leur course, on l'oblige à entraîner celles-ci hors de la table, vers des étages supérieurs, où on les recueille.

Tout l'appareillage du sasseur est contenu dans une caisse rectangulaire en bois, mesurant 2^m, 75 à 3^m de long, 1^m, 50 de large et 2^m à 2^m, 50 de haut. Un ventilateur puissant est placé à la partie supérieure de la caisse et détermine, à l'intérieur de celle-ci, un courant d'air

ascendant. Il convient de distinguer, dans l'intérieur de la caisse, trois étages superposés, permettant la classification des semoules en trois lots, de plus en plus légères, et l'élimination, par le ventilateur, d'un quatrième lot formé de petits sons (*fig. 69*).

Le premier étage, ou étage inférieur, du sasseur est une table de

Fig. 69.



Sasseur Réforme.

sassage, c'est-à-dire un cadre de bois horizontal, recouvert, non pas d'un parchemin perforé, mais d'une soie de bluterie de dimension appropriée. Cette table est, comme dans les cas précédents, retenue au bâti de la caisse au moyen de ressorts, et animée du même mouvement de translation, dans le sens longitudinal. Les semoules qu'il s'agit de classer arrivent en tête de la table de sassage et y sont immédiatement touchées par le courant d'air ascendant qui, s'il est convenablement réglé, laisse sur la soie les semoules les plus lourdes et entraîne les plus légères vers l'étage supérieur. Les semoules les plus lourdes vont donc traverser la soie de la table à secousses, se

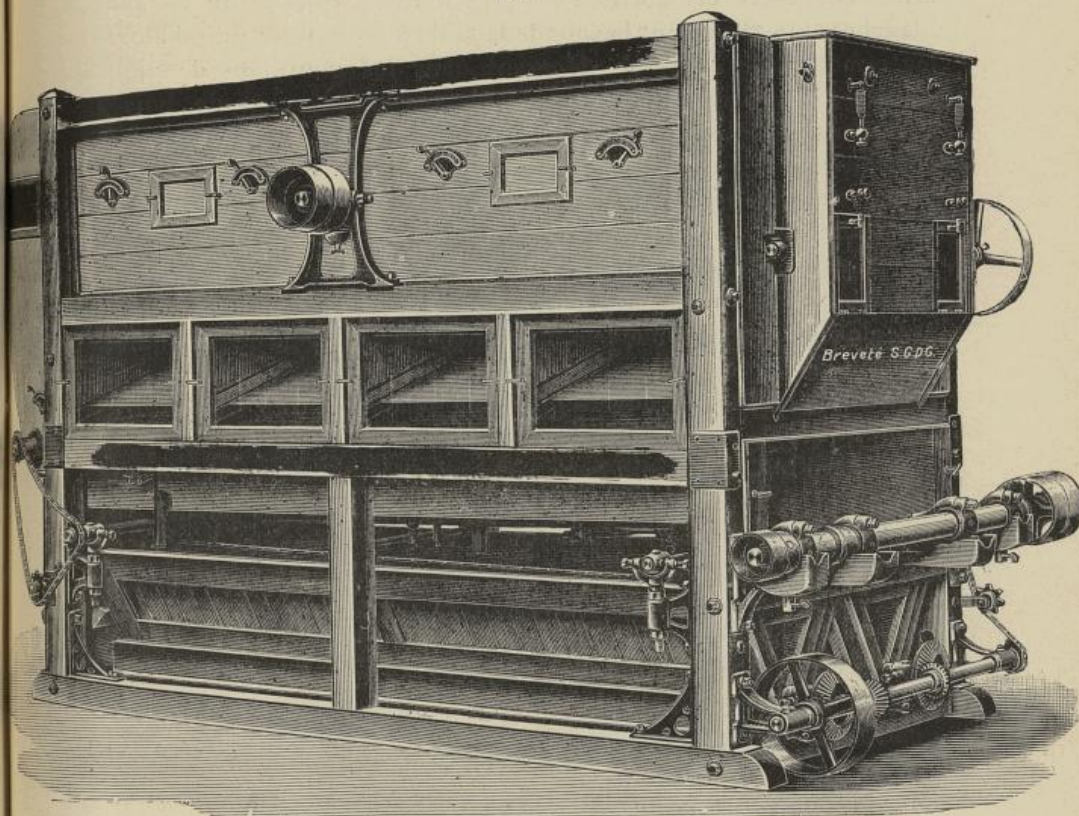
réunir dans une trémie, d'où elles sont enlevées par une vis d'Archimède en dehors de l'appareil. Au-dessous de cette soie se promènent lentement deux raclettes munies de brosses, ayant la largeur de la soie et montées sur une chaîne sans fin; ces raclettes dégarnissent à tout instant les soies des semoules qui en boucheraient les mailles, et permettent par conséquent de donner au courant d'air toute son intensité et toute sa régularité.

Toutes les semoules qui n'ont pas traversé la soie de la table de sassage, et qui ont été soulevées par le courant d'air, traversent le second étage de l'appareil; celui-ci est formé d'une série de gouttières en zinc, mesurant 0^m,03 environ de large et espacées entre elles d'une distance légèrement supérieure à leur largeur. Ces gouttières sont placées au-dessus de la table à secousses, comme les chevrons d'un toit dont l'arête serait parallèle à la grande longueur de la table; ils forment comme une grille dont les gouttières seraient les barreaux. L'ensemble de ces gouttières est disposé sur le même cadre que la table de sassage, en sorte qu'elles participent au même mouvement. L'air charriant les semoules entraînées circule entre les gouttières, entre les barreaux de la grille et, obligé de traverser un espace relativement restreint par rapport à celui qu'il occupait primitivement, il se lamine, puis, après avoir dépassé la grille, il se détend. Les produits qu'il tient en suspension vont donc, au moment précis où ils auront franchi l'obstacle, perdre une partie de la force vive dont ils étaient animés; ils vont tendre à s'arrêter et à se déposer; mais cette perte de force vive sera d'autant plus complète que les semoules qui la subiront seront plus lourdes. Ce sont donc les semoules les plus lourdes, parmi les produits entraînés, qui se déposeront dans les gouttières de zinc; les gouttières sont inclinées, comme il vient d'être dit, et les produits récoltés glissent pour se réunir dans deux caniveaux, placés contre la partie extérieure de la caisse et du côté de sa plus grande longueur, d'où ils sont entraînés, par des vis d'Archimède, en dehors de l'appareil; pour faciliter le glissement des produits dans les gouttières inclinées on dispose à l'intérieur de celles-ci de petites tringles, attachées d'un côté seulement, qui, sous l'influence du mouvement, oscillent de droite à gauche et de gauche à droite, entraînant ainsi les gruaux qui s'attardent.

Les semoules plus légères, qui n'ont pas été arrêtées par la détente de l'air qui les charriait, continuent leur route et gagnent le troisième étage du sasseur. Celui-ci est formé de planchettes en bois disposées

horizontalement, munies de petits rebords et parallèles à la grande dimension de la caisse. Ces planchettes, larges de 0^m,15 environ, sont espacées d'une distance égale à leur largeur et forment un plancher à claire-voie. Le courant d'air traverse entre les planchettes, se lamine comme précédemment, puis se détend après avoir tra-

Fig. 70.



Sasseur, type Réforme.

(Construction Teisset, V^o Brault et Chapron.)

versé. En se détendant alors, il laisse retomber, précisément à la surface de ces planchettes, les semoules les plus lourdes parmi celles qu'il a entraînées. Là, des brosses, montées sur des chaînes sans fin, viennent continuellement racler la surface de ces caniveaux et pousser dans un collecteur, et de là à l'extérieur, les semoules déposées.

Enfin, les semoules les plus légères et les petits sons, qui n'ont pas été arrêtés durant leur trajet, sont enlevés par le ventilateur et recueillis dans les collecteurs à poussières, dont il sera parlé plus bas.

Ces sasseurs Réforme sont donc susceptibles de classer, par l'action ménagée d'un courant d'air, les semoules qu'on leur présente en quatre catégories : les plus lourdes, c'est-à-dire les plus blanches, qui traversent la soie de la table à secousses ; puis d'autres légèrement bises, qui se déposent dans les gouttières de zinc ; d'autres, plus bises, qui sont arrêtées par le plancher de bois à claire-voie ; d'autres, enfin, tout à fait bises, qui sont rejetées par la ventilation.

On remarque que, dans ces sasseurs Réforme, la table de sassage ne sépare pas, comme dans le sasseur Maurel ou le sasseur Rose, plusieurs espèces de semoules ; quelquefois, au-dessous de la table, il y a deux cases ; mais, en général, il n'y en a qu'une ; le sasseur doit être alors considéré comme un instrument de nettoyage des semoules, opérant par la ventilation le départ des corps légers qui les accompagnent. Le lecteur trouvera plus loin la description des *aspirateurs* qui remplissent le même but.

Aujourd'hui, la Maison Seck a supprimé le collecteur du second étage, qui se trouvait établi dans le type primitif du sasseur. Au-dessus du cadre, qui porte à la fois la table de sassage et la série de gouttières en zinc, sont disposées simplement de petites cloisons de bois, horizontales, destinées à ralentir le courant d'air qui entraîne les produits légers vers le ventilateur, et qui oblige les plus lourds d'entre eux à retomber dans les gouttières.

Dans le sasseur Buhler la série de gouttières est remplacée par quatre ou six caniveaux en zinc, disposés longitudinalement, en

Fig. 71.

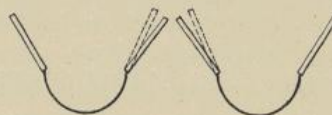


Schéma de l'appareil collecteur du sasseur Buhler.

pente très douce. Chacun de ces caniveaux est garni, à droite et à gauche, de planchettes qui en forment, pour ainsi dire, les parois ; celles-ci peuvent, au moyen d'un mécanisme extérieur, s'écarter et laisser entre elles un espace que l'on peut faire varier suivant le travail que l'on se propose d'exécuter (*fig. 71*). Les semoules sou-

levées par la ventilation traversent entre les planchettes, et les plus lourdes d'entre elles retombent dans les caniveaux; la pente et le mouvement d'avant en arrière et d'arrière en avant dont les caniveaux sont animés suffisent pour évacuer les produits au dehors. Au-dessus se trouve un second étage, identique à celui du sasseur Réforme décrit plus haut.

Le sasseur Daverio, tout en reposant sur le même principe, diffère, dans sa construction, des sasseurs précédents. A l'intérieur et au-dessus de la table de sassage est disposée une grande trémie longitudinale (*fig. 72*); de chaque côté, des caniveaux, garnis de vis

Fig. 72.

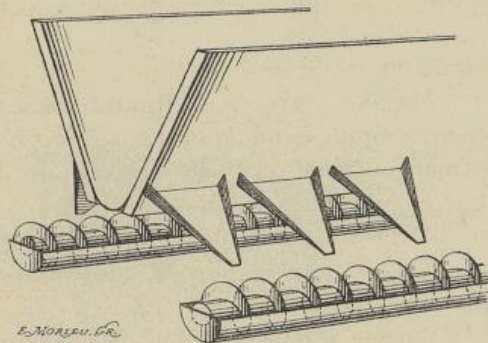


Schéma de l'appareil collecteur du sasseur Daverio.

d'Archimède. La paroi de la trémie est reliée aux caniveaux par de petites plaquettes de zinc, en forme de triangle. L'air, appelé par le ventilateur, traverse entre les plaquettes de zinc; les semoules les plus lourdes sont, pour ainsi dire, ramassées par les plaquettes collectrices et vont de là dans les caniveaux; l'air continue son chemin, et les semoules les plus lourdes qu'il charrie retombent dans la trémie, au fond de laquelle est également une vis d'Archimède.

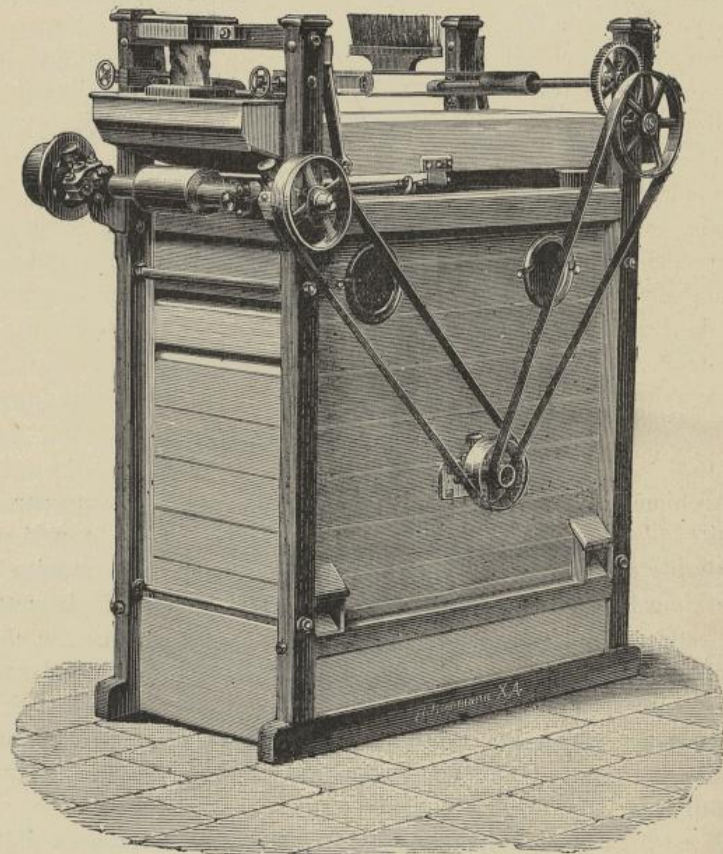
Le nouveau sasseur Teisset, V^{ve} Brault et Chapron comporte également des volets légèrement inclinés, destinés à entrecouper la ventilation (*fig. 70*).

Il est bien évident que les sasseurs, tels qu'ils viennent d'être décrits, peuvent travailler aussi bien sur les semoules provenant du broyage direct que sur les gruaux, qui représentent le rejet des bluteries des semoules remoulues.

5. Aspirateurs de semoules et sasseurs aspirateurs.

On peut compléter le travail du sassage en faisant passer les semoules dans un appareil où elles sont soumises à une ventilation, et où elles sont débarrassées des semoules légères, des petits sons, des piqures et même de la folle farine. Ces appareils, dans lesquels on n'exécute aucun travail de sassage proprement dit, qui ne sont que des *aspirateurs de semoules*, portent quelquefois le nom impropre

Fig. 73.



Sasseur aspirateur. (Système Daverio.)

de *sasseurs aspirateurs* (fig. 73). Ils travaillent, ainsi qu'on l'a fait remarquer plus haut, à la façon des sasseurs Réforme.

Un aspirateur représente une caisse en bois, de forme rectan-

gulaire, haute de 1^m,50 et large et profonde de 0^m,80 à 0^m,90. Elle est divisée par une cloison en deux caisses, de dimensions inégales : la plus grande, que l'on peut appeler *caisse à semoules*; l'autre, *caisse d'aspiration*.

Les semoules qu'il s'agit de purifier tombent, débitées par un rouleau, verticalement, en nappe continue, dans la première caisse; au lieu de traverser directement toute la hauteur de l'appareil, elles rencontrent une série de quatre à cinq trémies rectangulaires, superposées dans un plan vertical; les parois de ces trémies peuvent, du dehors, recevoir une inclinaison déterminée, suivant la nature de la marchandise que l'on travaille. En réalité, ces trémies ralentissent la chute des semoules, les retiennent momentanément, et les divisent en autant de nappes qu'il y a de trémies. L'autre caisse, la caisse d'aspiration, est mise en communication, à la partie supérieure, avec la caisse à semoules, au moyen d'un volet que l'on règle du dehors. Dans le bas de cette caisse est un ventilateur qui tourne à 600 tours. L'air, appelé par le ventilateur, traverse des claires-voies qui sont pratiquées sur la paroi de la caisse à semoules, remonte tandis que tombent les semoules, redescend ensuite dans la caisse d'aspiration et de là est chassé, en même temps que les corps légers, par le ventilateur.

Il existe d'autres appareils, doubles, triples, quadruples, où les semoules sont, avant d'être ventilées, divisées par le sassage; ces appareils sont de véritables sasseurs aspirateurs.

L'appareil double est formé de deux caisses à semoules, séparées entre elles par une caisse d'aspiration; dans les caisses des extrémités sont établies des trémies, destinées à répartir, devant le courant d'air, les semoules qui tombent; dans la caisse du milieu se place un aspirateur. Au-dessus de l'appareil est une table de sassage qui divise les semoules en deux catégories : les moins vêtues tombent dans la première caisse, les plus vêtues dans la seconde. La ventilation des unes et des autres se rend dans la même caisse.

On peut mettre à côté l'un de l'autre deux sasseurs aspirateurs doubles, et au-dessus d'eux une table de sassage, qui, au lieu de diviser les semoules en deux catégories, les divise en quatre catégories, chacune d'elles se trouvant séparément exposée à la ventilation. C'est le sasseur aspirateur quadruple (construction Daverio).

Enfin, Haggemacher a imaginé un sasseur aspirateur multiple (construction Daverio), qui ne fonctionne que par aspiration; les semoules, divisées par un plansichter ou toute autre bluterie, sont

réparties, suivant grosseur, dans une série de huit caisses à gruaux, par exemple; les caisses sont contiguës, et les trémies qu'elles renferment sont disposées en ligne; derrière elles se trouvent les caisses d'aspiration.

La Maison Seck, de Darmstad, construit des appareils analogues et répondant au même but.

IV. — REMOUTURE DES SEMOULES ET GRUAUX.

1. Remouture à la meule.

Pendant longtemps la meunerie n'a connu, pour la remouture des semoules et des gruaux, que la meule de pierre. Aujourd'hui encore cette meule est affectée à ce travail, non seulement dans les moulins qui broient aux meules, mais encore dans quelques-uns des moulins qui broient aux cylindres. Certains meuniers, influencés peut-être par le désir qu'ils ont de conserver encore une partie de leur ancien outillage, prétendent que certains gruaux, les gruaux blancs spécialement, gagnent à être repassés entre meules.

Les meules employées pour cette remouture des semoules et gruaux sont, en général, construites avec une pierre plus *éveillée*, c'est-à-dire portant des cavités plus nombreuses et plus marquées, une pierre plus *vive*, moins *morte*, comme disent les meuniers. C'est qu'en effet les meules à gruaux ne se trouvent en contact que sur la *feuillère*, c'est-à-dire sur la bande circulaire de quelques centimètres qui en forme la périphérie. Si la meule travaillait sur toute sa surface, le gruau en mouture s'échaufferait; les *éveilles* de la meule le désagrègent et le préparent à subir l'action de la feuillère.

Les rayons des meules à gruaux sont, en général, plus larges, les *rhabillures* plus larges également, de façon que la meule soit aussi *aérée* que possible, et que le gruau ne s'échauffe pas. Les meules à gruaux doivent être *rhabillées* plus souvent que les meules à blé.

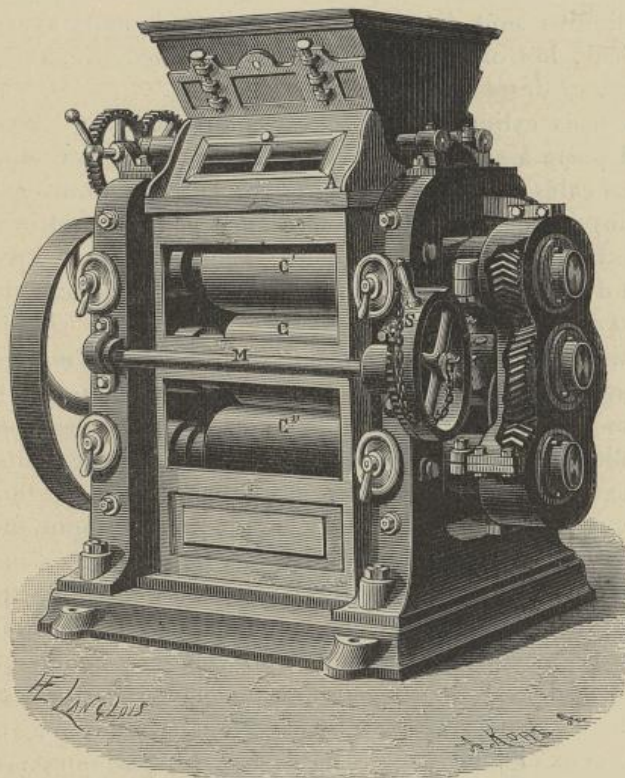
2. Remouture aux cylindres. — Convertisseurs.

Le procédé de Ganz ne pouvait être considéré comme complet que si toutes les opérations de la mouture avaient lieu entre des cylindres métalliques; aussi Ganz eut-il soin de créer pour le repassage des semoules et des gruaux un type d'appareil spécial auquel

on donne le nom de *convertisseur*, parce qu'il est susceptible de *convertir* ces produits en farine.

C'est encore au point de tangence de deux cylindres en fonte trempée, tournant l'un vis-à-vis de l'autre, avec des vitesses diffé-

Fig. 74.



Convertisseur (construction Brault, Teisset et Gillet).

rentes, que les semoules vont s'écraser. Mais ce qui distingue immédiatement les appareils de convertissage des appareils de broyage, c'est que les cylindres des premiers sont à surface lisse et polie. Il s'agit, en effet, non pas de déchirer la semoule, souvent recouverte d'enveloppe; il s'agit de l'aplatir sous la pression des cylindres. Si les cylindres portaient des cannelures, l'enveloppe qui tache la semoule serait déchirée, déchiquetée, et la farine de l'amande se montrerait souillée de piqures; si, au contraire, les cylindres sont lisses, l'enveloppe se lamine, s'allonge: le fragment d'amande, dont

L.

19

on a signalé plus haut les propriétés cassantes, se pulvérise, et la séparation de la farine ainsi produite et de l'enveloppe aplatie se fait de la façon la plus simple, sous l'action de la bluterie.

Le premier appareil à cylindres, destiné au travail de remouture, a été construit par Ganz, de Budapest.

Le convertisseur Ganz comprend trois cylindres horizontaux ; deux de ces cylindres sont disposés de façon à avoir leurs axes dans un plan vertical ; le troisième, qui leur est intermédiaire, est placé un peu en arrière des deux autres (*fig. 74 et 75*).

De ces trois cylindres, un seul est commandé, C : c'est celui du milieu ; il porte à son extrémité un pignon denté qui engrène sur les pignons calés aux extrémités des deux autres cylindres C', C''.

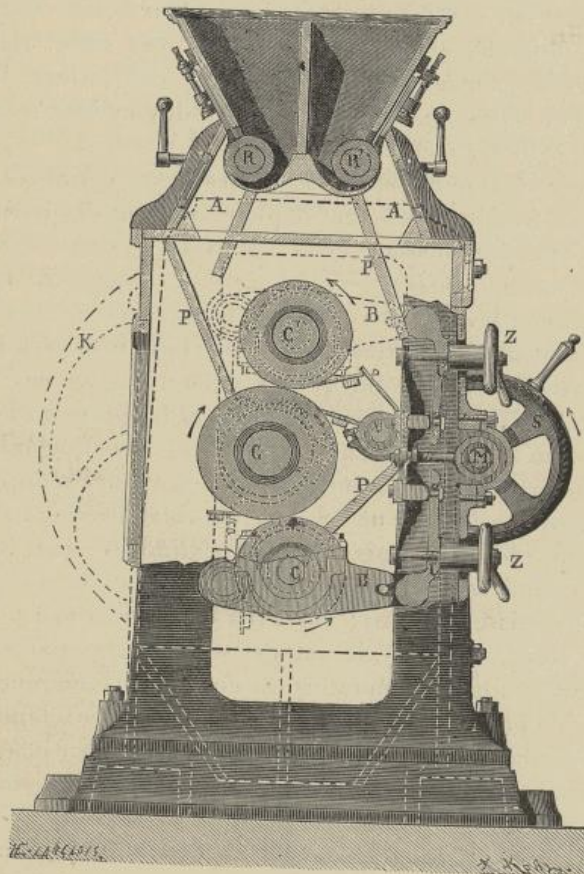
Les roues dentées sont de même diamètre ; les cylindres tournent donc avec la même vitesse angulaire ; mais, comme le cylindre du milieu est d'un plus grand diamètre que les autres, sa vitesse à la surface est différente.

Cette disposition a été adoptée dans le but de n'employer que trois cylindres au lieu de quatre pour faire deux moutures. L'emplacement des trémies et des rouleaux de distribution, des planchettes sur lesquelles la marchandise glisse avant d'arriver aux cylindres, a été calculée de façon que l'appareil fasse une mouture entre le cylindre supérieur et le cylindre du milieu et une autre mouture entre le cylindre du milieu et le cylindre inférieur. Ce qui vient d'être dit de la commande des cylindres suffit pour comprendre le dispositif adopté ; si l'on suppose une coupe de l'appareil perpendiculairement à l'axe des cylindres (*fig. 75*), on voit les semoules débitées par le distributeur R glisser sur une planchette P située à gauche du cylindre C', puis passer à la ligne de tangence des deux premiers cylindres ; ceux-ci tournent de façon que les semoules remoulues gagnent la partie droite de l'appareil où elles sont reçues dans une goulotte munie d'une vis d'Archimède, V. D'autre part, des semoules différentes des premières, délivrées par le distributeur R', glissent le long d'une planchette située à droite de l'appareil, P, puis le long d'une autre P, à la ligne de tangence du cylindre médian et du cylindre inférieur C'' ; le mouvement des cylindres dirige au contraire les produits moulus vers la gauche de l'appareil. Des raclettes, bien entendu, détachent la farine adhérente aux cylindres.

Le cylindre du milieu a ses paliers fixés au bâti ; les deux autres se montent sur des paliers mobiles. Ceux-ci sont portés par des balanciers, qui, à l'une de leurs extrémités, oscillent autour d'un

gond fixé sur le chevalet d'arrière, et qui, à l'autre extrémité, offrent une encoche B, B dans laquelle vient se loger un goujon, fixé lui-même à l'extrémité d'un levier coudé creux, J, J'. A l'intérieur de chacun de ces leviers est bandé un ressort, maintenu aux trois quarts de sa

Fig. 75.



Coupe du convertisseur.

longueur par une chappe qui lui permet d'osciller autour de son point d'appui, *a*, sur le levier.

Entre les deux leviers et sur chaque montant du chevalet est établi un collier à l'intérieur duquel peut tourner un excentrique commandé par un arbre horizontal, M, auquel, au moyen de la roue S, on peut imprimer un mouvement de rotation. Dans la gorge de l'écrou

qui serre ce collier sont engagés les petites branches des ressorts, tandis qu'à leur autre extrémité ces ressorts sont bandés, au moyen d'un boulon à tête vissé sur une tige de réglage, munie elle-même d'un volant Z.

De là deux moyens pour déplacer les cylindres C, C'; si, par exemple, on tourne l'arbre de réglage M dans un sens tel que les excentriques montés sur cet arbre tirent chacun leur collier en avant, les ressorts s'aplatissent et les leviers coudés, par suite, reculent en arrière. Entraînés par les petites branches de ces leviers, les balanciers s'écartent alors de l'horizontale, et les cylindres extérieurs s'écartent du cylindre médian.

Cet arbre de réglage déplace à la fois les deux cylindres et de la même quantité; mais si l'on veut déplacer un seul des cylindres par rapport au cylindre médian, et si l'on veut également assurer le parallélisme entre cylindres, on recourt aux volants Z. La grande branche des deux leviers situés à droite et à gauche de l'appareil joue autour du point α , et les balanciers se relèvent ou s'abaissent.

Le convertisseur Ganz, tel qu'il a existé jusqu'à ces dernières années, et tel qu'il existe encore dans nombre de moulins, est un instrument d'un fonctionnement parfait, mais d'un réglage difficile. Aussi nos meuniers ont-ils aujourd'hui une tendance marquée à remplacer ce convertisseur par un broyeur, semblable à ceux qui ont été précédemment décrits, mais dont les cylindres sont lisses. Ces broyeurs à cylindres lisses ne donnent pas d'aussi bons résultats que les convertisseurs Ganz; mais ils ont l'avantage d'être d'un prix moins élevé, de se régler et de se conduire plus aisément; en outre, le personnel des moulins est en général peu nombreux; le mécanicien n'a pas toujours des connaissances bien étendues, et il lui est plus facile de n'avoir qu'un appareil à connaître et à conduire; enfin on peut, si le travail de remouture exige qu'on lui consacre momentanément plus d'appareils, substituer, dans un broyeur ordinaire, des cylindres lisses à des cylindres cannelés. Le convertisseur Ganz est donc aujourd'hui quelque peu abandonné et remplacé par un bâti de broyeur, garni de cylindres lisses.

La longueur de ces cylindres varie de 0^m,45 à 1^m.

Ils sont, comme les précédents, en fonte trempée superficiellement, tournés et polis à l'émeri.

Leur réglage, sur le bâti du broyeur, doit être parfait; les cylindres lisses, ne travaillant que sur leur ligne de tangence, doivent entrer en contact sur toute leur longueur. Pour cela, leur surface doit

être rigoureusement cylindrique, et, de plus, les axes des deux cylindres doivent être rigoureusement parallèles. Pour obtenir ce dernier résultat, divers dispositifs peuvent être adoptés. Voici, à titre d'exemple, celui des convertisseurs Brault, Teisset et Gillet : Les paliers du cylindre mobile sont, comme dans les broyeurs, fondus à l'extrémité de deux balanciers, qui sont suspendus à l'aide d'un goujon sur le bâti de l'appareil; c'est autour de ce goujon que le balancier oscille. Entre le logement de ce goujon dans le balancier et le goujon lui-même, il y a un espace annulaire suffisant pour y loger une virole; mais cette virole est excentrique, en sorte que l'on peut, en la tournant, relever ou abaisser le balancier dans le sens vertical, déplacer par conséquent l'axe du cylindre mobile par rapport à l'axe du cylindre fixe, et assurer ainsi le parallélisme des deux cylindres. De petits taquets permettent de déterminer la position définitive de l'excentrique.

Le rapport des poulies de commande des deux cylindres représente 4 pour le rapide et 5 pour le lent; le rapide fait 200 à 220 tours, le lent 160 à 175.

Les convertisseurs ainsi montés demandent environ cinq chevaux par mètre de surface travaillante; c'est-à-dire que deux cylindres de 0^m,50 de long, travaillant sur deux fois 0^m,50, c'est-à-dire 1^m de longueur, emploient une force de cinq chevaux. Mais il convient de remarquer que cette force sera d'autant plus grande que le diamètre des cylindres sera plus grand. Car la zone de contact entre les cylindres, ou tout au moins la zone où la semoule, le gruaux se trouvera comprimé, augmentera avec le diamètre des cylindres.

Un convertisseur dont les cylindres ont 0^m,60 de long sur 0^m,30 de large passe de 180^{kg} à 280^{kg} de semoules à l'heure.

Ce qui a été dit des distributeurs dans les broyeurs à cylindres permet de ne pas insister sur ceux qui doivent répartir les semoules entre les cylindres des convertisseurs. La distribution est en général assurée par la rotation d'un ou de deux cylindres tournant soit dans le même sens, soit en sens inverse l'un de l'autre, avec une vitesse différentielle. Ces cylindres sont cannelés, en général parallèlement à l'axe; quelquefois les cannelures forment avec les génératrices un angle de 15° à 20°.

Dans la construction Daverio, les semoules et gruaux tombent dans un manchon cylindrique en tôle portant, dans toute sa longueur, une fente dont on peut varier la grandeur. A l'intérieur de ce manchon tourne un arbre à palettes longitudinales qui, à chaque rota-

tion, chassent les produits devant elles et les obligent à passer en nappe continue à travers la fente dont il vient d'être parlé.

Quand on fait usage de cylindres de porcelaine, dont il sera parlé plus bas, on place sous les rouleaux distributeurs, et à l'endroit où le gruaux tombe, une lame aimantée qui retient les particules de fer entraînées (construction Wegmann).

La farine de convertissage étant très plastique, il est nécessaire de la détacher des rouleaux à la surface desquels la pression l'a fait adhérer. On dispose alors, à la place voulue, des raclettes d'acier. Celles-ci sont souvent montées sur un axe, et elles sont munies de contrepoids mobiles, de façon à graduer la pression qu'elles doivent exercer sur le cylindre, et de façon à pouvoir se relever légèrement dans le cas où un corps plus épais que les plaquettes de farine viendrait à se présenter.

Les convertisseurs à cylindres sont également employés pour le concassage ou *claquage* des germes. Quand ces germes ont été aplatis par le cylindre, on peut en retirer une petite quantité de farine bise et grasse. La Manutention des hospices et hôpitaux de Paris fait subir aux germes qu'elle sépare, au début du travail, ce claquage entre cylindres, et remet les produits du blutage de ces germes dans la farine qui fait le pain des hospitalisés.

Ils servent encore, et d'une façon plus générale, sous le nom de *désagrégeurs*, à la remouture des bas produits; les cylindres ne sont plus lisses, mais munis de fines cannelures.

3. Convertisseurs en porcelaine.

Au moment où les broyeurs à cylindres métalliques prenaient place dans l'outillage de la meunerie, Wegmann, de Zurich, proposait, pour la conversion des semoules et des gruaux en farine, l'emploi d'appareils à rouleaux de porcelaine. L'idée qui avait guidé Wegmann reposait sur la faible conductibilité de la porcelaine pour la chaleur; la semoule devait, au moment de son écrasement, s'échauffer aussi peu que possible, et les rouleaux de porcelaine devaient être, pour cette raison, substitués aux rouleaux métalliques. L'avantage est réel, mais il n'est pas assez considérable pour que les meuniers aient, d'une façon générale, adopté les cylindres en porcelaine pour le convertissage de leurs semoules. Nombre d'entre eux, cependant, possèdent des convertisseurs de ce genre; aussi doit-on prêter attention aux appareils que comporte ce mode spécial de remouture.

La porcelaine, ou du moins celle qui a été adoptée par Wegmann, présente encore, sur la fonte trempée, l'avantage d'être plus rugueuse, moins lisse, et de retenir plus longtemps à la surface la semoule qui doit subir l'action des cylindres; la vitesse différentielle dont ils sont animés n'écrase pas seulement la semoule ou le gruaux, mais elle l'étire, et l'on conçoit que, dans ces conditions, il y ait intérêt à ce que les deux surfaces ne soient pas complètement lisses.

Les cylindres de porcelaine qui servent à la construction des convertisseurs sont naturellement de dimensions variables. Les plus petits ont 0^m,30 de longueur et 0^m,22 de diamètre; les plus grands ont 1^m de longueur et 0^m,35 de diamètre.

Ils sont faits d'une seule pièce, c'est-à-dire qu'ils représentent un cylindre creux. Ce cylindre est logé entre deux disques de fonte, et ces deux disques sont reliés intérieurement entre eux par des tiges boulonnées qui permettent d'enserrer ainsi le cylindre. Les disques sont, en leur centre, percés et alésés pour recevoir l'arbre qui servira d'axe au cylindre. Les cylindres sont polis au moyen d'un tour dont le burin porte un diamant; le polissage a lieu en présence de l'eau. Ce même tour sert pour le repolissage en cas d'usure.

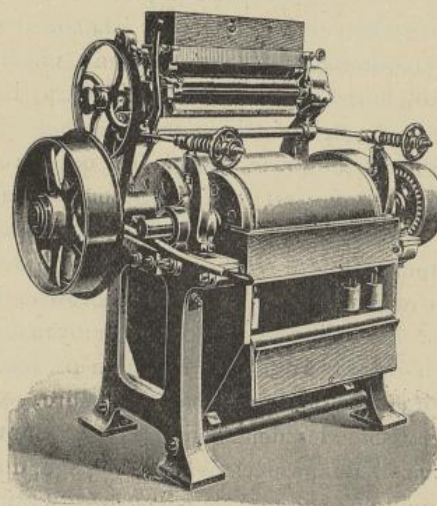
Dans le convertisseur, les deux cylindres sont montés côte à côte dans un plan horizontal; un mécanisme de réglage, dont il a été parlé plus haut parce qu'il a été adopté dans la construction des broyeurs à cylindres, et que l'on retrouve dans la figure 76, permet de fixer les deux cylindres parallèlement l'un à l'autre, à la distance déterminée par la grosseur de la semoule à remoudre, et à donner aux cylindres à paliers fixes la pression et l'élasticité qui leur sont nécessaires. Le système d'alimentation a été décrit également.

Le convertisseur Wegmann (*fig. 76*) est muni d'engrenages à rapprochement libre, dont le dispositif est intéressant à signaler. Dans les convertisseurs ordinaires, comme d'ailleurs dans les broyeurs, on peut être obligé, quand les cylindres présentent, du fait de l'usure, du rhabillage ou du polissage, un diamètre notablement inférieur au diamètre primitif, de changer une des roues d'engrenage, dont le diamètre est dès lors trop grand pour que les cylindres usés puissent se rapprocher. La roue qui commande le cylindre rapide n'est pas, comme d'ordinaire, fixée sur le cylindre lent; c'est une couronne à double engrenage : un engrenage extérieur, qui reçoit le mouvement, et un engrenage intérieur, qui le communique à un pignon denté calé sur le cylindre lent. Quelle que soit l'usure des cylindres, la couronne dentée reste à sa place; l'axe du pignon denté, qui est calé

sur le cylindre lent et qui porte le balancier de réglage, se déplace légèrement à l'intérieur de la couronne dentée sans cesser d'être engrené.

Le débrayage des cylindres, dans le cas où ils n'ont plus de marchandise à remoudre, se fait automatiquement. Une trappe disposée

Fig. 76.



Convertisseur Wegmann.

dans la trémie d'alimentation, et qui est retenue sous le poids de la marchandise, joue au moment où celle-ci vient à manquer et dégage le cliquet d'un contrepoids; le contrepoids se renverse et vient appuyer sur le levier de réglage. Dès que le débrayage est fait, une tige frappe un timbre qui avertit l'ouvrier.

V. — BLUTAGE DES FARINES DE CONVERTISSAGE.

Les produits qui viennent d'être écrasés par les cylindres des convertisseurs se présentent sous forme de plaquettes; la farine est en effet assez plastique pour s'agglomérer, au moment où la semoule dont elle provient s'aplatit par le laminage; si la semoule ou le gruau est vêtu, cette plaquette de farine enrobe, pour ainsi dire, un débris d'enveloppe.

Cette forme nouvelle que prend la marchandise au sortir du convertisseur ne permet pas au meunier d'avoir recours, pour en

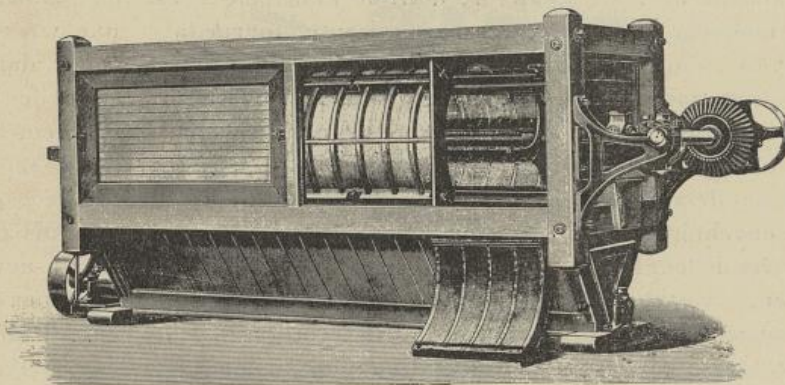
extraire la farine moulue, aux bluteries ordinaires. Les plaquettes de farine, même secouées dans une bluterie à pans, ne se désagrégeraient pas suffisamment et les feuillets de son seraient rejetés, recouverts encore de farine. Dans une bluterie plane, où le mouvement de secousses est encore moins accentué, le résultat serait pour ainsi dire nul.

1. Bluterie centrifuge.

En présence de ces considérations, les promoteurs du système de mouture par cylindres ont été amenés à créer un nouveau type de bluterie dans laquelle la marchandise reçoit une série de chocs, suffisamment répétés pour que les plaquettes soient désagrégées. Cette bluterie est connue sous le nom de *bluterie centrifuge*.

La bluterie centrifuge (*fig. 77*) est une bluterie cylindrique à laquelle on ne donne pas de pente; son axe est horizontal. Elle est formée d'une série de cerceaux en tôle, plus généralement en bois,

Fig. 77.



Bluterie centrifuge (construction Seck).

reliés par six longuerines métalliques ou en bois également; ces cerceaux sont espacés de 0^m,20 à 0^m,25. Quand la carcasse de la bluterie est en bois, les cerceaux peuvent être extérieurs ou intérieurs à la soie; celle-ci est donc collée à l'intérieur ou à l'extérieur des cerceaux.

La bluterie est en général recouverte d'un seul lé de soie, dont la largeur doit représenter le développement du cylindre de la carcasse. La soie, sur ses deux lisérés, porte des œillets qui sont lacés sur une des génératrices du cylindre. Si la carcasse est de bois, la

soie est clouée sur le premier cercle, du côté de l'entrée; si elle est métallique, ce premier cercle porte des boutons; on borde d'autre part l'extrémité de la soie d'un liséré à œillets et l'on passe un lacet dans ces œillets et autour des boutons.

La carcasse de la bluterie mesure de 2^m à 2^m,50 de longueur, 0^m,80 à 0^m,90 de diamètre. Elle est montée horizontalement, ainsi qu'il vient d'être dit, et tourne avec la vitesse ordinaire des bluteries, c'est-à-dire trente tours à la minute. A l'intérieur de la bluterie est disposé un tambour, fait de lames métalliques, hélicoïdales, identiques à celles qui constituent le tambour des colonnes éponteuses, décrites dans un Chapitre précédent. Aujourd'hui, on tend à substituer aux lames hélicoïdales des lames droites, parallèles aux génératrices de la bluterie; il y a d'ordinaire six lames; trois de celles-ci portent des entailles, qui forment entre elles de petites palettes destinées à mieux diviser la farine; en outre, les palettes sont légèrement inclinées par rapport à l'horizontale, dans le sens même où la farine doit être dirigée; les trois autres, placées entre les trois premières, ont leur tranchant uni. Ce tambour, dont le mouvement est indépendant du mouvement de la carcasse tamisante, tourne avec une vitesse de 180 à 250 tours. Les lames hélicoïdales ou droites viennent, dans leur rotation, frôler, pour ainsi dire, la surface intérieure de la bluterie; les semoules en plaquettes sont saisies par le mouvement centrifuge du tambour métallique, projetées contre les soies et rapidement désagrégées. Elles sont en outre, pour ainsi dire, frisées, et les enveloppes ainsi recroquevillées, quand elles auront été débarrassées de leur farine, repasseront avec plus d'avantages dans un nouveau convertisseur. La farine voltige à l'intérieur et, poussée par la force centrifuge, traverse les soies de la bluterie. Extérieurement à la carcasse tamisante se trouvent une ou plusieurs brosses rotatives disposées en spirales, qui débarrassent continuellement la surface des soies dont la farine tend à obstruer les mailles.

La transmission du mouvement à la bluterie et au tambour centrifuge se fait au moyen de poulies ou d'engrenages coniques.

La bluterie est placée dans une caisse de bois entièrement close, à la partie inférieure de laquelle est une vis d'Archimède pour l'entraînement des farines blutées.

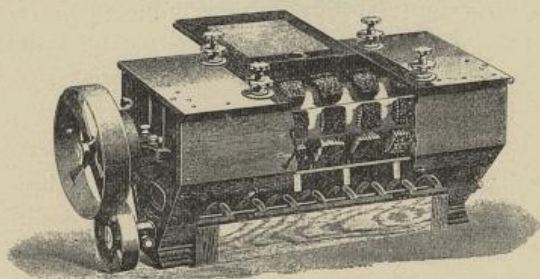
2. Détacheur et bluterie ronde.

Le grand reproche que l'on a fait à la bluterie centrifuge, c'est de prendre beaucoup de force; le tambour métallique est lourd et il doit tourner à une grande vitesse.

Aussi a-t-on abandonné cette bluterie centrifuge dans un grand nombre de moulins, pour la remplacer par une bluterie dite *ronde*, en réalité cylindrique, qui ne contient à l'intérieur aucun agitateur, où la marchandise glisse sans secousses, et qui prend par conséquent à la machine une force insignifiante. Mais cette description sommaire suffit à montrer que cette bluterie, isolée du moins, ne répond pas aux exigences du travail qui a été défini plus haut. Il est, en effet, nécessaire, avant de soumettre la marchandise à l'action de la bluterie ronde, de la faire passer dans un outil spécial, appelé *détacheur*, qui désagrège les gruaux aplatis par la pression des cylindres, les *frise*, pour ainsi dire, comme le fait la bluterie centrifuge, et permet à la farine détachée de traverser les soies blutantes (*fig. 78*).

Tous les détacheurs sont constitués par une brosse rotative en crin

Fig. 78.



Détacheur à brosses (construction Buhler).

tampico montée sur un tambour métallique et tournant, avec une vitesse de 500 à 600 tours à la minute, à l'intérieur d'un cylindre en toile d'acier. La brosse et le cylindre sont disposés horizontalement; la marchandise pénètre d'un côté, à la partie supérieure de l'appareil, sort du côté opposé et par le bas de l'appareil, au contraire. La distance entre la brosse et la toile peut être réglée pendant la marche, en manœuvrant de petits volants extérieurs (construction Amme Giesecke et Könegen).

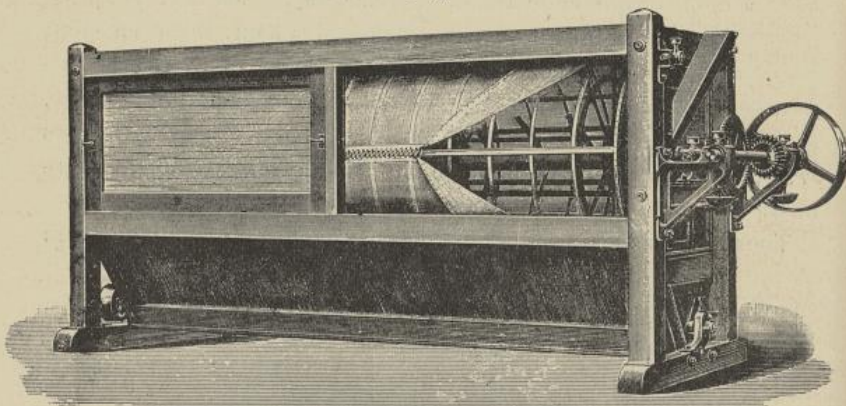
L'appareil mesure en longueur de 0^m,50 à 1^m et peut passer de 200^{kg} à 800^{kg} à l'heure.

Certains meuniers emploient comme détacheurs les broyeurs Bordier, sorte de broyeurs Carr, dont la description a été donnée au Chapitre VIII. Ces broyeurs ont l'avantage de friser, mieux que tout autre détacheur, les enveloppes aplatis de certaines semoules

remoulues et de mieux préparer la remouture qui s'exécutera sur les produits rejetés par la bluterie.

La bluterie *ronde* a été imaginée par Outrequin. Elle est formée d'une série de cerceaux en tôle ou en bois (fig. 79), rapprochés

Fig. 79.



Bluterie ronde (construction Seck).

de 0^m,20 à 0^m,25 et montés, au moyen de tiges en bois ou de tiges métalliques, sur un arbre central. La bluterie est donc cylindrique. Elle mesure de 2^m à 5^m de longueur et 0^m,90 de diamètre.

Les cerceaux sont recouverts de soie fine capable de laisser passer la farine seule, par conséquent de soie des n^{os} 120, 130, 140. La soie est, comme dans la bluterie centrifuge, lacée parallèlement à l'une des génératrices de la carcasse cylindrique. Elle est collée sur les cerceaux, et agrafée ou clouée sur le premier cerceau du côté de l'entrée.

La carcasse est, à l'intérieur de la caisse qui l'enveloppe, disposée horizontalement; les bluteries rondes qui affectent la moindre pente donnent des résultats inférieurs.

Elle est commandée extérieurement et reçoit un mouvement de 15 à 20 tours à la minute, c'est-à-dire un mouvement plus lent que celui dont les bluteries hexagonales et centrifuges sont animées.

À l'intérieur de la bluterie, et dirigées suivant une spirale, sont fixées des palettes en bois ou en métal. Ces palettes ne touchent pas la soie et ne sont pas destinées, comme on pourrait le croire, à faire avancer tout le bloc de marchandise déposé dans la bluterie; elles en sont distantes, au contraire, de plusieurs centimètres et n'ont

d'autre but que de pousser en avant les parties légères, c'est-à-dire les sons qui s'écèrent, pour ainsi dire, à la surface de la marchandise, et de laisser, au contraire, la couche de farine sous-jacente avancer d'elle-même, sous l'influence des nouvelles quantités de produits qui arrivent incessamment. Sollicités, en effet, par le léger mouvement qui règne à l'intérieur de la bluterie, les débris légers remontent à la surface; la farine, en contact avec la soie, traverse en cheminant; les palettes rejettent doucement les débris légers, qui gagnent peu à peu les parties extrêmes de la bluterie, où ils se trouvent à leur tour en contact avec la soie.

Des brosses extérieures, rotatives, débarrassent continuellement la soie, qui s'imprègne de farine.

Bien des meuniers ont, pour le passage de leurs semoules de convertissage, transformé leurs anciennes bluteries à pans en bluteries rondes; il suffit pour cela de monter sur les longuerines de la carcasse hexagonale de petits goujons et d'habiller ensuite cette carcasse hexagonale de cerceaux cylindriques.

Bien entendu, les bluteries planes dont il a été parlé se prêtent très bien au repassage des semoules remoulues; mais il est nécessaire de soumettre au préalable ces semoules à l'action d'un détacheur.

MM. Brault, Teisset et Gillet ont même supprimé ce détacheur spécial, et ils ont adopté, sur la première toile de la bluterie Bunge, qu'ils construisent, une brosse rotative capable de désagréger les marchandises soumises au blutage.

VI. — RÉCOLTE DES POUSSIÈRES DES SASSEURS.

La ventilation des sasseurs entraîne fatalement une assez grande quantité de folle farine, des petits sons légers, et spécialement des débris de péricarpe.

Le meunier a intérêt à récolter ces poussières, d'abord parce qu'elles renferment de la farine, environ 0,5 pour 100 du grain mis en œuvre, ensuite parce qu'elles constituent un inconvénient grave pour les voisins.

Autrefois on se contentait, et l'on se contente encore aujourd'hui dans certains moulins, d'envoyer le courant d'air des aspirateurs dans des chambres, où il perd sa force vive et laisse déposer les particules qu'il charrie.

On peut assurer la récolte des poussières de deux façons différentes, soit en filtrant le courant d'air à travers des tissus, soit en lui

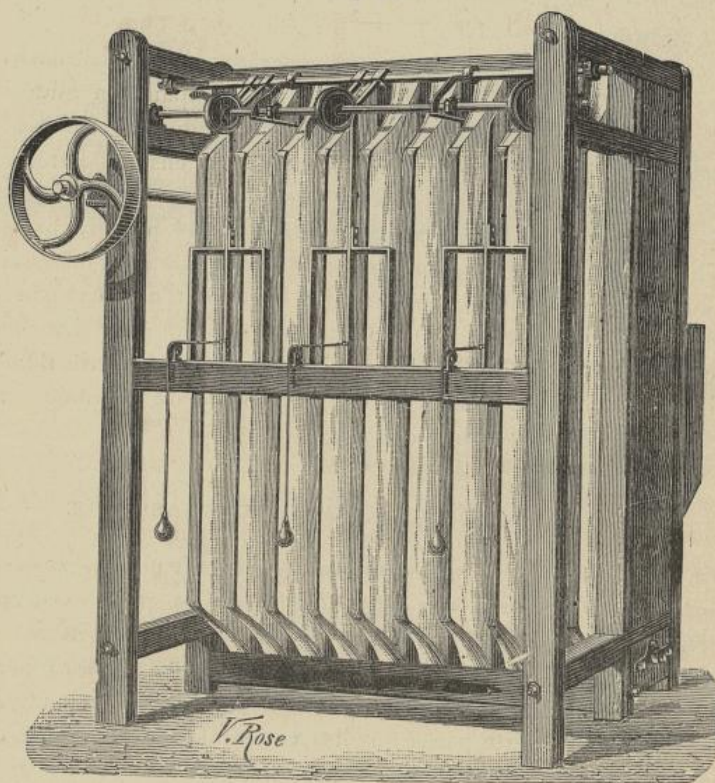
faisant perdre, dans des appareils appropriés, la force vive dont il est animé. Les premiers sont des collecteurs par filtration, les autres des collecteurs par ralentissement; ces derniers portent le nom de *cyclones*.

1. Collecteurs par filtration.

Le plus connu de ces collecteurs est, sans contredit, le collecteur à flanelle de Rose frères (*fig. 80 et 81*).

Celui-ci est formé par une caisse en bois, dans laquelle l'air aspiré

Fig. 80.



Collecteur à poussières (système Rose).

sur les sasseurs par le ventilateur est repoussé par le ventilateur même. L'un des côtés de la caisse est à surface filtrante, et cette surface filtrante est constituée par trois soufflets en flanelle. La caisse, et, par conséquent, les soufflets qui la ferment ont environ

2^m de haut; chaque soufflet n'a pas plus de 0^m,20 de large. Trois appareils de ce genre sont en général conjugués.

Le courant d'air qui pénètre dans la caisse n'a d'autre issue que la surface filtrante du collecteur. La folle farine, les sons légers vont donc se déposer sur la surface interne de la flanelle. Mais, là, ils ne tarderaient pas à obstruer la surface filtrante; aussi, MM. Rose frères ont-ils eu l'idée de secouer automatiquement, et à intervalles réguliers, les soufflets pour en détacher les poussières adhérentes. A cet effet, une mâchoire R (*fig. 81*), appuyant à la fois sur

Fig. 81.

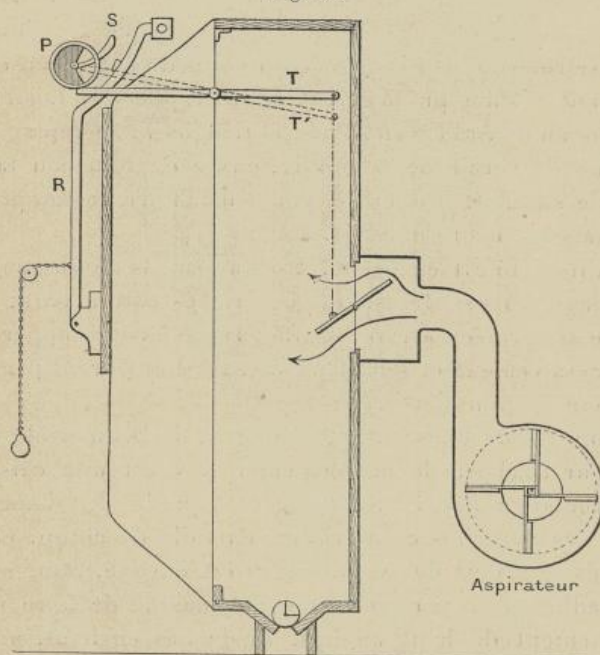


Schéma du collecteur à poussières Rose.

les trois soufflets, les comprime et les ramène vers l'intérieur de la caisse; puis, brusquement, la mâchoire n'ayant plus d'action, les soufflets reviennent à leur position primitive, en recevant une forte secousse.

De quelle façon ces différents mouvements sont-ils obtenus?

Parallèlement à l'appareil est un arbre horizontal qui fait un demi-tour à la minute, et sur lequel est calée, devant chaque groupe de trois soufflets, une poulie à gorge P (*fig. 81*), évidée sur le tiers de

sa circonférence. La poulie porte une came S, qui vient, à chaque rotation de l'arbre, et par conséquent de la poulie, c'est-à-dire toutes les 2 minutes, appuyer sur un butoir, boulonné contre la pièce de compression R; la compression est progressive et dure tant que la came touche le butoir; la poulie continuant à tourner, la pièce R redevient libre et le soufflet est brusquement ramené à sa position, sous l'effort d'un contrepoids.

Mais pour que la pièce de compression puisse forcer le soufflet à rentrer en lui-même, il faut, pendant le temps que dure la compression, arrêter le courant d'air. Pour cela, au moment où la came commence à appuyer sur le butoir, la tringle T tombe dans l'espace évidé de la poulie à gorge et prend la position T'; l'une de ses extrémités se relève sous l'influence du poids de la trappe, et l'autre, en s'abaissant, ferme précisément cette trappe qui laissait tout à l'heure issue au courant d'air. Puis, la tringle T, se replaçant sur la partie pleine du cercle de la poulie, ouvre de nouveau la trappe; l'air gonfle le soufflet, jusqu'à ce que la mâchoire de compression le force à s'affaisser encore une fois.

Ainsi qu'il a été dit ci-dessus, trois appareils de ce genre, comportant chacun trois soufflets, sont conjugués côte à côte; les poulies à gorge sont calées à 120° , de façon que chaque appareil fonctionne successivement et que deux d'entre eux filtrent pendant que l'autre secoue ses poussières.

La maison Amme Giesecke et Könegen, de Brunswick, construit un collecteur basé sur le même principe. C'est une caisse cylindrique ou rectangulaire, à l'intérieur de laquelle sont disposées verticalement des manches cylindriques en toile de coton. C'est dans ces manches que l'air des ventilateurs est envoyé. Pour secouer la poussière adhérente, le constructeur a imaginé de faire promener automatiquement de haut en bas, et de bas en haut, un grillage métallique, dont les mailles sont plus étroites que les manches collectrices. Les mailles enserrent ces sortes de boudins gonflés d'air et déterminent, en passant, la chute des poussières adhérentes. Les mouvements de haut en bas et de bas en haut se succèdent automatiquement, grâce à un mécanisme ingénieux de déclenchement.

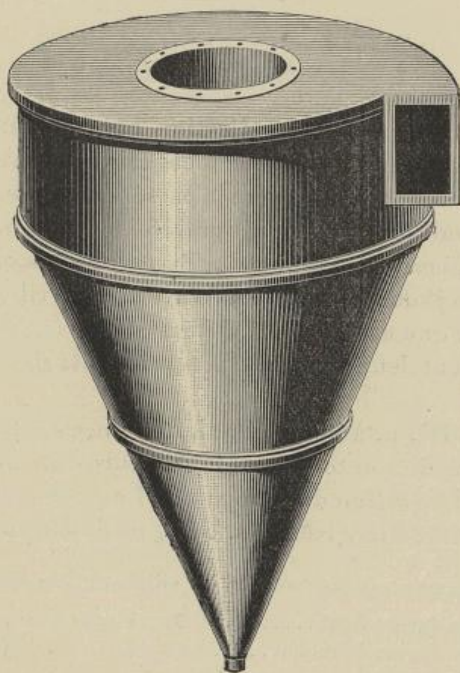
2. Collecteurs dits « cyclones ».

Au lieu de filtrer l'air, on peut, comme il a été dit ci-dessus, le soumettre à un ralentissement de marche; l'appareil, qui a reçu la dénomination de *cyclone* (*fig. 82*), est une caisse cylindrique en tôle,

terminée par un cône. L'air arrive à la partie supérieure, par un tuyau étroit, et s'engouffre dans la caisse métallique; là on l'oblige, grâce à des cloisonnements, à circuler lentement, à se détendre, et à laisser tomber dans le fond conique, dont on les extrait constamment, les poussières enlevées aux sasseurs.

Les collecteurs, qui ont été ici décrits à propos des sasseurs,

Fig. 82.

Collecteur à poussières *Cyclone*. (Construction Daverio.)

peuvent être également placés en queue des appareils de nettoyage. Les poussières de la colonne épointeuse, des brosses, etc. viennent se déposer dans les cloisonnements des cyclones.

CHAPITRE XI.

MARCHE GÉNÉRALE DU TRAVAIL. — RENDEMENTS.

I. — PARTIE HISTORIQUE.

Quand on considère la complication que présente le travail de blutage et de sassage suivi par nos meuneries modernes, on ne peut s'empêcher de faire un retour vers le passé, et de montrer avec quelle simplicité au contraire s'exécutait autrefois la mouture du grain.

Chez les peuples anciens, chez les Romains par exemple, une série de passages des produits moulus à travers des cribles de grosseurs différentes, tels que ceux décrits ci-dessus, suffisait à classer les produits qui, suivant leurs qualités, recevaient des destinations appropriées.

Pline (L. XVIII, p. 248, éd. Pankouke) nous a transmis les rendements obtenus de son temps par la mouture d'un *modius* (boisseau romain, 8^l,671) de *siligo* de Campanie. Les rendements sont indiqués en *sextarii* (setiers romains, ou $\frac{1}{16}$ de boisseau, 0^l,542).

Rendements d'un modius de siligo de Campanie.

5 <i>sextarii</i> de farine fleur.....	31,25 pour 100	} 50 pour 100.
3 » de farine blanche.....	18,75 »	
4 » de farine secondaire (bise).....	25 »	
4 » de son.....	25 »	
16 »	100 »	

C'est évidemment dans les conditions les plus simples que le travail du meunier s'est, pendant des siècles, exécuté, toujours identique à lui-même.

Ces conditions les plus simples, nous les retrouvons à la fin du XVIII^e siècle, sous les noms de mouture à la grosse ou en grosse, de mouture rustique ou septentrionale, présidant au travail du grain.

La première de ces désignations était en usage, quand le meunier se contentait de moudre et livrait le produit entier de la mouture soit au bourgeois, soit au boulanger qui, possédant des bluteaux, se

chargeait d'extraire la farine; la dernière de ces désignations s'appliquait au contraire au cas où le meunier exécutait au moulin toutes les opérations de mouture et de blutage.

Ce mode de travail, qui semble exclure la remouture des parties rejetées par les tamis, faisait rentrer dans la catégorie des sons les gros gruaux; ceux-ci se trouvaient ainsi perdus pour l'alimentation humaine. Les meules ne permettaient probablement pas de remoudre ces gros gruaux sans faire, avec les sons qui les accompagnaient, une farine bise; car une ordonnance du prévôt de Paris de 1546 défendait « aux boulangers de Paris de mettre dans leur farine du son remoulu ». D'ailleurs, en 1658, les statuts des boulangers (art. 24) renouvelaient cette disposition : « Défenses sont faites à tous boulangers, tant maîtres que forains, de faire remoudre aucun son, pour par après en faire et fabriquer du pain, attendu qu'il serait indigne d'entrer au corps humain, sous peine de 48 livres parisis d'amende. »

La mouture *méridionale* était un procédé de mouture à la grosse; la seule différence entre les deux procédés consistait en ceci, que, avant de lui faire subir le blutage, on abandonnait la boulange entière au repos; on laissait la farine en *rames* ou en *couches*. (Le nom de *rame* vient probablement de ce que l'on remuait la farine avec des pelles en forme de rames). La farine fermentait; « elle se perfectionnait et on la disposait mieux à se séparer du son ».

En général, les bluteaux de la mouture méridionale étaient garnis de lés d'étamine de grosseurs différentes, et l'on obtenait :

1° De la *farine de minot*, ou le *fin* (minot, du nom des barriques dans lesquelles elle était expédiée en Amérique, « aux Isles »); cette farine était destinée aux riches;

2° La *simple*, qui était quelquefois mélangée à la farine première, c'est-à-dire au fin, et portait le nom de *simple fin* ou *farine de Cô*; elle était destinée aux bourgeois;

3° Le *grésillon* (qui ressemblait à du grésil), formé de petits gruaux; il était destiné à faire du pain de pauvres.

Mais jusqu'ici la mouture des gruaux n'est pas en usage; ce n'est qu'à la fin du XVIII^e siècle que l'on semble avoir compris la valeur alimentaire des gruaux remoulus.

Le procédé de mouture dite *économique* ou *mouture à blanc* remplace alors la mouture à la grosse dans tous les bons moulins. Parmentier prétend même qu'elle fut importée en Beauce vers 1650 par un nommé Rousseau; mais le véritable promoteur de la mouture économique fut, à la fin du XVIII^e siècle, Malisset; déjà, en 1770,

et grâce à lui, ce genre de travail était très en honneur; Parmentier ⁽¹⁾ écrit « que la loi avait été transgressée, que maintenant on ne serrait plus les meules, de façon à faire du premier coup le moins de farine possible, que l'on séparait au bluteau les gruaux blancs, les gruaux bis, que l'on sassait, et que l'on remoulait de nouveau, pour ne laisser au bétail que le son ».

Voici la description que donne le dictionnaire de l'abbé Rozier ⁽²⁾ des diverses opérations exécutées dans un moulin de Senlis, qui paraît donner le ton dans la pratique de la mouture économique.

Un premier bluteau mouvant sépare la farine fleur ou *farine de blé*, par opposition à la farine de gruaux, qui représente la moitié de la *farine entière*. Le rejet du bluteau passe dans une bluterie cylindrique dont la surface est formée par un tiers de soie ronde, de quintin et de canevas; cette bluterie donne des *gruaux blancs*, des *gruaux gris* et des *recoupes*; quelquefois on fait une classe intermédiaire entre les gruaux gris et les recoupes (recoupettes). Le rejet de la bluterie est formé du gros son mélangé de gros gruaux.

Les premiers gruaux sont remoulus (rengrenés) et donnent au premier bluteau une farine supérieure à la farine de blé, dite *blanc-bourgeois*. Le rejet du bluteau est rengrené une deuxième fois, puis une troisième fois après blutage, et la farine bise obtenue dans ces deux derniers cas est souvent mélangée à la farine du premier rengrenage.

Les gruaux gris sont également remoulus, et le blutage de ces gruaux fournit en tête des gruaux blancs qui rentrent dans le travail des premiers gruaux; le reste représente de la farine bise.

Les recoupes et recoupettes enfin sont également rengrenées et fournissent une farine de dernière qualité.

Les sons constituent la *repasse*; on les repasse en effet dans un gros crible qui sépare une farine grossière.

Comme on le voit, la mouture dite *ronde*, c'est-à-dire sur gruaux, se pratiquait au XVIII^e siècle, et l'on trouve même dans l'*Encyclopédie* la description de ce système de mouture (Suppl. III, p. 924).

La mouture *lyonnaise* était l'exagération de la mouture économique; on poussait en effet l'économie jusqu'à remoudre les sons

⁽¹⁾ *Le parfait boulanger*, 1778.

⁽²⁾ *Dict. univ. d'agriculture*, par l'abbé Rozier (1785). L'article est copié, dit-il, dans le *Manuel du meunier*.

mélangés de gruaux bis, ce qui augmentait le rendement, mais donnait une farine de très mauvaise qualité.

Enfin la mouture *de Melun*, ou mouture en *sons gras*, dérivait encore du même système de mouture économique; mais c'est là plutôt, semble-t-il, une distinction économique que technique. Le boulanger recevait d'un côté sa farine, de l'autre les sons *gras*, c'est-à-dire un mélange de sons et de gruaux; quelquefois il recevait la boulange entière et séparait chez lui la farine des sons gras. Il reblutait ces sons gras, sassait les gruaux et renvoyait au meunier les gruaux blancs d'un côté, les gruaux bis de l'autre pour les faire remoudre.

Nous pouvons, par les comptes de fabrication que nous ont laissés Parmentier, Duhamel du Monceau et l'abbé Rozier, connaître à quel degré de perfectionnement, et pour ainsi dire de raffinement dans le blutage, les meuniers de la fin du XVIII^e siècle étaient parvenus. Ils distinguaient jusqu'à quatre sortes de farines, et trois sortes de sons. Les issues et les pertes représentaient 25 pour 100, et la farine pouvait être considérée comme blutée à 75 pour 100. Nous retrouvons les chiffres habituels d'aujourd'hui; mais il est certain que leurs farines n'avaient pas la blancheur de nos farines de même extraction. Voici, à titre d'exemple, les rendements indiqués par Parmentier dans le *Parfait boulanger* :

État des produits retirés par la mouture économique d'un setier de blé (Mesure de Paris du poids de 240^l).

	Produits en livres d'après Parmentier.	Proportions en centièmes (moyennes).
Première farine, dite de <i>blé</i>	92	38,33
Deuxième farine, première de gruaux....	46	19,17
Troisième farine, deuxième de gruaux....	23	9,58
Quatrième farine, troisième de gruaux....	12	5,00
Cinquième farine, quatrième de gruaux...	7	2,92
Remoulages.....	15	5,42
Recoupettes.....	15	6,25
Gros sons.....	24	10,83
Déchets de mouture.....	6	2,50
	240	100,00

Au commencement du XIX^e siècle, de 1817 à 1822, s'est introduit, grâce à l'initiative de Touaillon père, meunier à Provins, et de Steel,

constructeur à Dreux, un autre procédé de mouture dit à l'anglaise, et qui en réalité avait été imaginé en Amérique. Ce procédé n'est autre que le procédé de mouture basse, suivi aujourd'hui universellement dans les moulins à meules qui travaillent les blés tendres; celui-ci consiste à broyer le grain d'un seul coup de meules.

Ce procédé est beaucoup plus brutal que le procédé de semoulage dit de *mouture économique*; et, pour comprendre comment le plus simple a succédé au plus compliqué, il faut se souvenir que le rayonnage des meules n'a été appliqué qu'à cette époque, et considérer que l'on ne pouvait, du premier coup de meule entre deux pierres lisses, broyer le blé d'une façon aussi complète.

Benoît, Desobry de Saint-Denis, Truffant, Aurot de Pontoise, Destors de Gonesse, Périer frères, etc. furent les premiers qui adoptèrent la mouture à l'anglaise.

II. — TRAVAIL DES PRODUITS MOULUS DANS UN MOULIN A MEULES (Mouture basse).

Il serait fastidieux, en exposant les méthodes suivies par les meuniers pour extraire, des produits moulus, la totalité de la farine panifiable qu'ils renferment, de multiplier les exemples; mais il convient néanmoins de signaler que ces méthodes diffèrent suivant la nature des appareils employés pour le broyage et le blutage, suivant que le blé est tendre ou dur.

Pour le travail dans un moulin à meules, un seul exemple suffira, que nous prendrons dans un grand moulin possédant quinze paires de meules, et travaillant par jour 1500^q de blé (moulins de l'Assistance publique, à Paris). Ce moulin obtient en farine panifiable 75 pour 100 du poids du blé nettoyé; il se trouve dans les conditions de travail qu'imposaient les procédés de mouture économique cités plus haut. Les moulins de l'Assistance publique s'appliquent à fournir, aux hôpitaux et hospices de la Seine, une farine très blanche; c'est donc un travail aussi soigné que possible que l'on y exécute, et la description de ce travail (*diagramme I*) nous dispensera de citer d'autres exemples pris dans des moulins moins importants et moins bien tenus; qui peut le plus, peut le moins.

Le blé est tout d'abord fendu dans un appareil Rose, semblable à celui décrit au Chapitre VIII. Il est passé ensuite dans une bluterie qui sépare :

- 1° Une farine noire, semblable à celle que l'on obtient dans le système de mouture par cylindres;
 - 2° Une farine plus grossière;
 - 3° Des germes;
 - 4° Le rejet de la bluterie.
- La farine noire représente 0,5 pour 100 du grain et le germe 0,75.

Diagramme I.

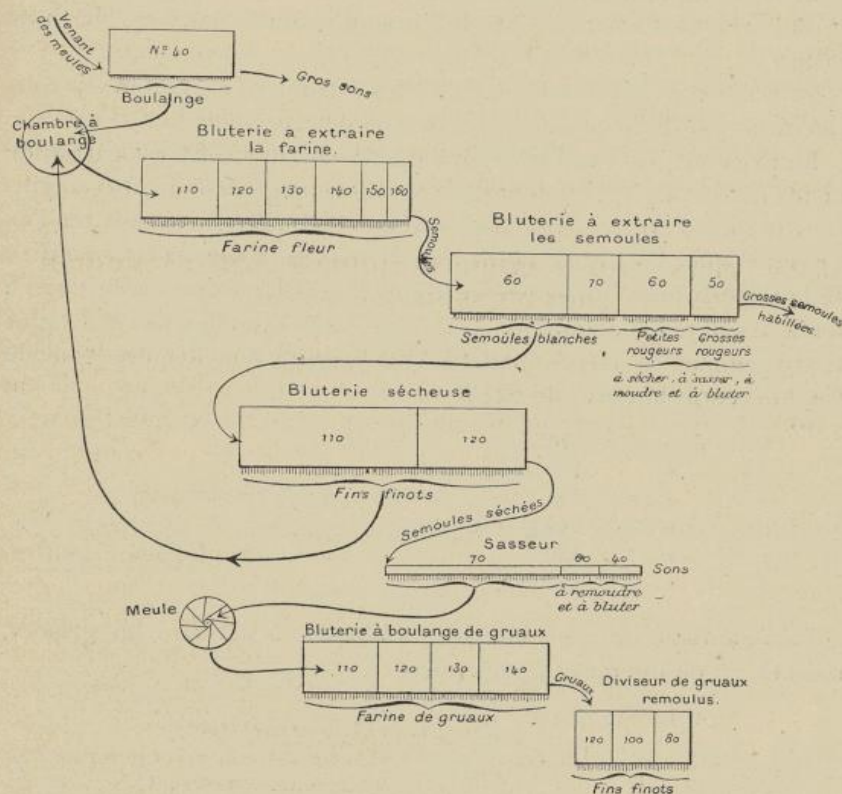


Diagramme de la marche du travail dans un moulin par meules et bluteries hexagonales.

Le rejet de la bluterie, qui n'est autre que le grain fendu, est passé aux meules, après avoir été mouillé.

Pour se rapprocher autant que possible du travail de mouture appliqué dans les moulins à cylindres, on envoie la boulange entière, telle qu'elle sort des meules, dans une bluterie garnie de toiles métalliques n° 40, qui sépare du premier coup les sons. On a

reconnu d'ailleurs aujourd'hui que la farine perd de sa blancheur quand elle est ballottée longtemps en présence du son.

Les gros sons ainsi extraits représentent 15 à 17 pour 100 du grain : ils sont brossés et fournissent une petite quantité de farine bise dont le poids brut n'est à peine que de 1 pour 100 du poids du son.

La boulange proprement dite, débarrassée du gros son, passe :

1° Dans une bluterie à boulange où l'on n'extrait que la farine, et où le rejet est constitué par les semoules ou gruaux ⁽¹⁾ de toute sorte ;

2° Dans une bluterie à extraire les semoules, et dont le rejet est constitué par de moyens sons et de grosses *rougeurs*.

La première de ces bluteries a 6^m,60 de long ; elle est garnie de 11 lés de soie de 0^m,60 de large ; ces lés se succèdent de plus en plus fins ; la raison d'être de ce dispositif a été donnée plus haut, et l'on a montré que, les *piqûres* plus légères tendant à *s'écrémer* au milieu de la marchandise qui se présente aux soies, il y avait lieu de s'efforcer à les retenir en queue de bluterie, là où elles ne sont plus accompagnées de farine blanche sous-jacente. On dispose donc le long de cette bluterie de 6^m,60 :

3 lés de soie n° 110	}	(la farine, qui seule traverse, représente 40 à 50 pour 100 du grain).
2 » 120		
2 » 130		
2 » 140		
1 » 150		
1 » 160		

La deuxième de ces bluteries, la bluterie à extraire les gruaux, mesure 7^m de longueur et comporte :

5 lés du n° 60	}	(les gruaux blancs traversent).
2 » 70		
3 » 60 (les fines	}	rougeurs traversent).
2 » 50 (les grosses		

Dans cette bluterie, on recueille donc les gruaux blancs et les gruaux bis, appelés *fines* et *grosses rougeurs*.

Les gruaux blancs et les gruaux bis (rougeurs) sont séchés séparément.

(1) Dans la meunerie par meules, on a conservé en général le nom de *gruaux* aux produits de broyage direct. Dans la meunerie par cylindres ces gruaux portent, d'après la définition donnée plus haut, le nom de *semoules*.

Il convient maintenant de suivre le travail des gruaux blancs; le travail des gruaux bis est identique.

Les gruaux blancs sont séchés dans une bluterie de 7^m de longueur et garnie de :

7	lés	du n°	110,
5	»		120.

Cette bluterie laisse traverser des farines un peu *rondes*, dites *fins finots*; ceux-ci retournent dans la chambre à boulange, d'où ils rentrent dans la circulation.

Les gruaux séchés se dirigent vers les sasseurs, dont les trois premiers compartiments sont recouverts d'une peau percée de trous correspondant à la grosseur d'une soie n° 70, et les deux derniers d'une peau percée de trous un peu plus larges, n° 60 et n° 50.

Il suffit de s'occuper en ce moment des gruaux de tête; car les gruaux de queue suivent la même marche.

Ils sont remoulus à la meule, et le produit de cette mouture passe d'abord dans une bluterie à extraire la farine de gruaux, puis dans une bluterie à extraire les gruaux.

La première porte les soies suivantes :

3	lés	du n°	110,
2	»		120,
2	»		130.
3	»		140.

Elle fournit de la farine qui rejoint la farine de premier jet dans la chambre à farine.

La seconde porte les soies suivantes :

1	lé $\frac{1}{2}$	du n°	120,
1	» $\frac{1}{2}$	»	100,
1	» $\frac{1}{2}$	»	80.

Elle fournit des fins finots qui rentrent en circulation dans la boulange.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les gruaux un peu bis du sasseur à gruaux blancs, les fines et grosses rougeurs sont traités de la même façon, et l'on fait rentrer les produits en mouture, jusqu'à ce qu'ils soient épuisés de farine, *usés*, comme disent les meuniers. Ces produits usés portent le nom de *remoulages* s'ils proviennent de gruaux blancs, et de *bâtards* s'ils proviennent de gruaux bis, de rougeurs ou de germes remoulus.

L'étude qui vient d'être faite ne serait pas complète si elle n'était

suivie d'un Tableau indicatif des rendements qu'à chaque étape du travail le meunier est susceptible d'obtenir.

L'exemple qui est donné ci-après a été pris dans les cahiers d'expériences du moulin des hospices et hôpitaux de Paris, tenus par M. Boulais, chef du service de mouture à cet établissement.

TRAVAIL PAR MEULES.

Mouture de premier jet.

Farine de premier jet.....	47,50	47,50
Gruaux blancs, premier jet.....	13,92	
Gruaux blancs, deuxième jet.....	8,95	
Gruaux durs.....	7,20	
Fines rougeurs.....	1,62	
Grosses rougeurs.....	1,26	
Recoupettes.....	2,50	
Petit son.....	1,83	
Moyen son.....	1,17	
Gros son.....	14,00	

Remouture.

1 ^{er} TOUR.	Farine première de gruaux premiers.....	12,24	} 25,50
	Farine première de gruaux deuxièmes.....	7,20	
	Farine deuxième de gruaux durs.....	5,00	
	Farine troisième de fines rougeurs.....	0,60	
	Farine quatrième de grosses rougeurs.....	0,46	} 1,77
	Gruaux à remoudre provenant des premiers blancs.....	1,08	
	Gruaux à remoudre provenant des deuxièmes blancs.....	0,85	
	Gruaux à remoudre provenant des durs.....	1,19	
	Bâtards.....	2,27	} 0,50
	Farine deuxième provenant de la remouture des premiers blancs.....	0,62	
2 ^e TOUR.	Farine deuxième provenant de la remouture des deuxièmes blancs.....	0,45	
	Farine troisième provenant de la remouture des durs.....	0,70	
	Produits à reprendre en bloc.....	1,05	} 0,50
3 ^e TOUR.	Farine quatrième provenant des fins de mouture..	0,50	
	Remoulages.....	0,50	
Total des farines panifiables.....			75,27

EN FIN DE MOUTURE.

Farines premières.....	66,94	} 75,27
Farines deuxièmes.....	6,07	
Farines troisièmes.....	1,30	
Farines quatrièmes.....	0,96	
Issues et sons.....		22,30
Déchets.....		2,43
		100,00

III. — TRAVAIL DES PRODUITS MOULUS DANS UN MOULIN A CYLINDRES (Blé tendre).

Il a déjà été question, au Chapitre VII, de la marche que suivent les grains à travers la batterie de broyeurs et de tamis intermédiaires, chargés de les écraser et d'en retirer les produits moulus. L'écrasement est progressif; entre chaque broyage, la marchandise traverse une surface tamisante qui sépare les farines et semoules et rejette, dans le broyeur suivant, les fragments qui ne sont pas moulus.

Ce qui a été dit également aux Chapitres IX et X renseigne déjà le lecteur sur l'emploi des bluteries et des convertisseurs. Mais il s'agit maintenant de préciser le rôle de tout cet outillage complexe dans le travail de la mouture par cylindres.

Il convient tout d'abord de distinguer deux cas, suivant que le moulin ne comporte pas de bluteries planes ou plansichters, n'emploie que des bluteries hexagonales, rondes ou centrifuges, ou qu'il comporte au contraire des plansichters. Entre ces deux cas extrêmes se placent, bien entendu, d'autres cas (et ce sont peut-être les plus nombreux), où le moulin est pourvu de tous ces appareils à la fois et affecte chacun d'eux à des fonctions différentes, qui ont d'ailleurs été spécifiées précédemment.

1. Moulin n'ayant pas de bluteries planes.

Pour simplifier la question, on fera abstraction des deux broyeurs extrêmes : le premier, qui donne de la farine noire, ainsi qu'il a été dit plus haut, et le septième, qui donne de la farine rousse; les produits de ces broyeurs seront traités à part. On appellera, au contraire, toute l'attention sur les cinq broyeurs du centre de la batterie, ou plutôt les cinq bluteries intermédiaires; celles-ci ont donné une *boulangue* (*diagramme II*) qui renferme des semoules plus ou moins habillées et de la farine.

La boulangue traverse une bluterie à extraire, en général du n° 46 (triple force); car la soie doit supporter un poids de marchandise assez considérable. Le *rejet* de la bluterie est formé de grosses semoules, et l'*extraction* comprend les fines semoules, les finots et la farine.

Une bluterie à farine, garnie de lés de soie de plus en plus fine, depuis 130 jusqu'à 150, sépare la farine et rejette les fines semoules et les finots, qui se divisent à leur tour dans une autre bluterie, d'une soie n° 60.

La division de la boulange fournit donc, en réalité, en dehors de la farine de broyage, trois produits à remoudre, les grosses semoules, les fines semoules et les finots. On peut évidemment, avant tout

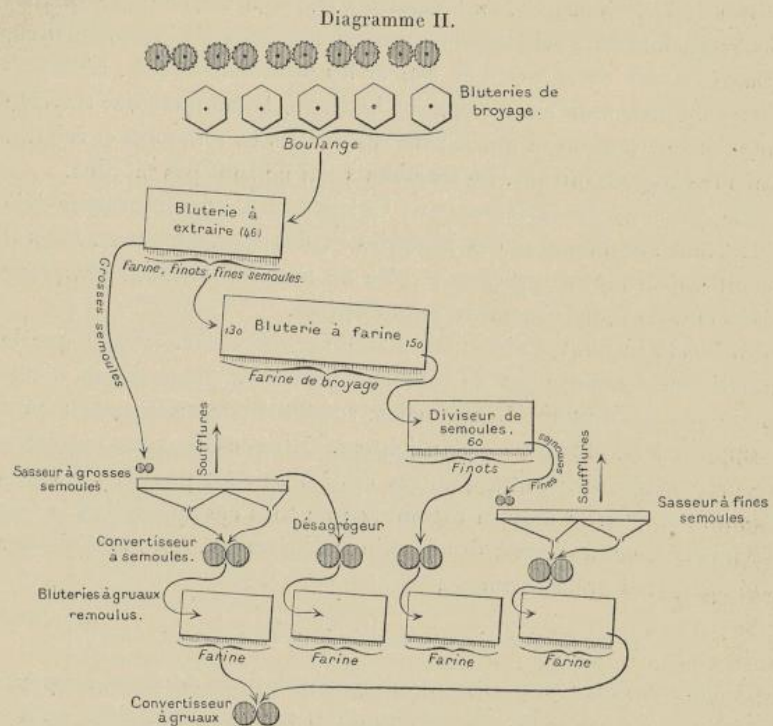


Diagramme de la marche du travail dans un moulin par cylindres et bluteries hexagonales, rondes et centrifuges.

travail de sassage et de remouture, rediviser ces catégories ; mais on a tendance aujourd'hui à se contenter de cette division.

Les grosses semoules vont être, soit directement, soit en passant par une sécheuse, dirigées vers un sasseur. Celui-ci peut sur sa table porter deux ou plusieurs *numérations* de soie, et servir ainsi de diviseurs sur gruaux ; mais aujourd'hui l'on considère de plus en plus le sasseur comme un instrument destiné au nettoyage des semoules et à l'élimination des corps légers. On obtient donc, traversant les soies, une ou deux sortes de semoules blanches ; on obtient, constituant le rejet du sasseur, des semoules habillées : on obtient enfin, comme produits enlevés par l'aspiration, des soufflures et des semoules vêtues recueillies dans les canaux.

Les semoules nues sont passées au convertisseur. Les semoules

habillées sont travaillées soit dans un appareil à cylindres lisses, soit dans un appareil à cylindres finement cannelés, qui porte le nom de *désagrégeur*. Les produits sont repris par les bluteries rondes ou centrifuges, puis débarrassés de leur farine; les rejets de ces bluteries constituent les gruaux, qui sont dirigés vers les convertisseurs à gruaux.

Les fines semoules sont sassées, converties et blutées de la même façon et l'on obtient, en queue de travail, des gruaux. Ceux-ci sont convertis également, jusqu'à ce que l'on ne puisse plus en retirer de farine.

Les finots donnent, au traitement général, de moins bons résultats; ils entraînent toujours avec eux des *rougeurs*, et il est bien difficile d'en extraire, même en se servant de bluteries très fines, une farine suffisamment blanche.

2. Moulin n'ayant que des bluteries planes.

Plusieurs meuniers font usage aujourd'hui de bluteries planes, même pour séparer les produits de broyage, et cette manière de faire a modifié, non pas les principes, mais l'allure générale du travail.

Au lieu de réunir la boulange d'un certain nombre de bluteries de broyage pour traiter celle-ci au moyen de diviseuses et de sécheuses, on sépare au contraire la boulange de chaque broyage, et cette boulange est travaillée par une bluterie plane qui extrait, dans des conditions identiques, quel que soit le numéro d'ordre de la bluterie, la farine, les grosses et les fines semoules et les finots; et si les soies à farine sont suffisamment nombreuses, dans le plansichter, pour sécher les semoules, le travail de sassage et de convertissage sur les semoules commence immédiatement. Ce sont alors, non plus les boulanges de toutes les bluteries de broyage, mais les semoules séparées de ces boulanges qui sont soumises à des appareils communs. Le sasseur à grosses semoules, le convertisseur et la bluterie qui en dépendent traitent, non pas les grosses semoules d'un passage déterminé, mais les grosses semoules de tous les passages. De même, le sasseur à fines semoules, le convertisseur et la bluterie qui en dépendent, traitent les fines semoules de tous les passages.

Il suffit donc, pour bien comprendre la marche du travail, dans ce cas, de figurer (*diagramme III*) un plansichter de broyage placé entre deux passages, le troisième et le quatrième par exemple, tous les plansichters de broyage étant identiques.

La toile métallique, n° 20 ou n° 25, qui forme la première surface

blutante du tamis rejette les produits non écrasés, qui se dirigent vers le broyeur suivant de la batterie. L'extraction de ce tamis est la boulange, et celle-ci glisse sur une soie n° 46 (triple force) qui

Diagramme III.

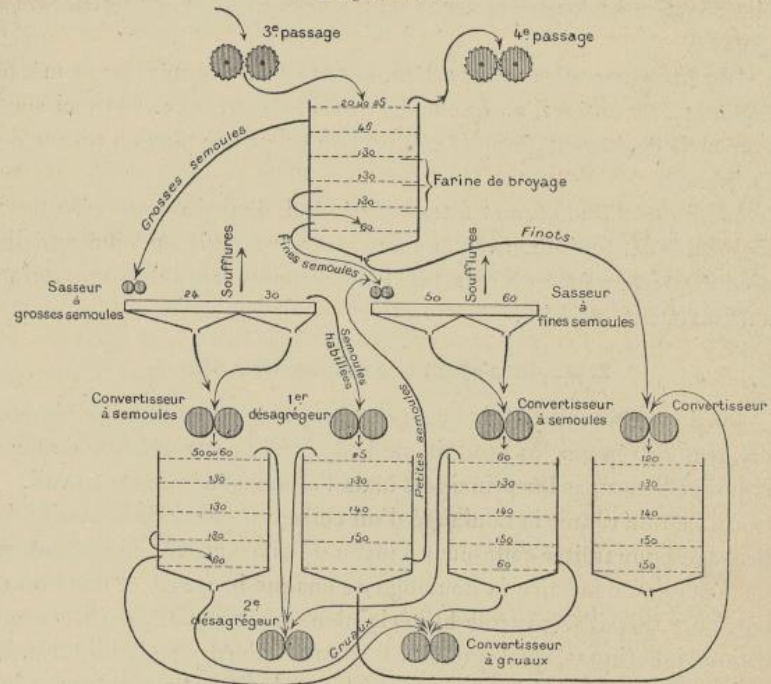


Diagramme de la marche du travail dans un moulin par cylindres et bluteries planes.

retient les grosses semoules et laisse passer les fines semoules, les finots et la farine. La farine traverse des soies n° 130, et les semoules s'y sèchent. Les fines semoules et les finots qui, au contraire, n'ont pu traverser, se divisent sur une soie n° 60, qui filtre les finots et repousse les fines semoules.

On obtient donc, comme dans le cas précédent, trois catégories de produits : les grosses et les fines semoules, les finots. Si les produits du premier et même du second passage, si ceux du dernier passage sont inférieurs, on les traite à part et l'on réunit, au contraire, d'un côté les grosses semoules, d'un autre les fines semoules, d'un autre enfin les finots des troisième, quatrième, cinquième et sixième passages.

Les grosses semoules sont soumises au sassage, qui enlève les soufflures et les divise, s'il y a lieu. Les semoules blanches, les semoules

habillées, qui proviennent de ce sassage sont traitées séparément par deux convertisseurs, dont le second peut être à cylindres cannelés (désagrégeur) et leurs produits passent dans des bluteries. La bluterie du convertisseur à semoules blanches extrait, au moyen d'une soie n° 50 ou n° 60, des gruaux habillés qui gagnent un second désagrégeur, puis de la farine, puis des gruaux. La bluterie du convertisseur à semoules habillées rejette également des produits tributaires du deuxième désagrégeur, puis de la farine, puis de petits gruaux qui sont ordinairement mélangés aux finots de broyage.

Les fines semoules peuvent être également divisées par le sasseur. Le travail du ou des convertisseurs qui attaquent ces semoules est le même, et la bluterie qui en dépend retire des petits gruaux destinés également au deuxième désagrégeur, de la farine, des gruaux blancs. Il est à remarquer que les soies des tamis à fines semoules sont plus serrées que celles des tamis à grosses semoules; car la farine est d'autant plus piquée, c'est-à-dire mélangée de débris, qu'elle provient du convertissage d'un produit plus fin.

Les finots sont broyés et, comme dans le cas précédent, fournissent au blutage des farines de médiocre qualité.

Que l'on emploie des bluteries planes, que l'on emploie des bluteries hexagonales ou cylindriques, les produits finaux sont les mêmes. Les gruaux passent et repassent des bluteries aux convertisseurs et des convertisseurs aux bluteries, jusqu'à ce qu'ils ne renferment plus de farine extractible. A ce moment, comme il a été dit plus haut, ce sont des bâtards s'ils forment le résidu de gruaux bis, ce sont des remoulages s'ils forment le résidu de gruaux blancs.

Il convient, comme on l'a fait plus haut à propos des moulins à meules, d'établir le rendement des grains aux différentes étapes de leur broyage par les cylindres. Mais il semble inutile de donner ici un tableau aussi détaillé que celui qui figure ci-dessus. Celui qui suit a été relevé sur les livres de fabrication du moulin de M. Ch. Vaury, à Paris (1).

La farine de premier broyage ne représente que 20 pour 100, alors que dans le système par meules elle représente 45 pour 100. Il convient même de remarquer que cette quantité de 20 pour 100 n'est pas entièrement utilisable, attendu que le meunier élimine de 0,5 à 1 pour 100 de farine noire, provenant du premier broyage, et 3 ou

(1) Nous remercions M. Ch. Vaury et son directeur technique, M. Bouquin, des renseignements qu'ils ont bien voulu nous communiquer sur le fonctionnement de leur moulin.

4 pour 100 de farine rousse provenant du dernier. Il ne reste donc, comme farine blanche de broyage, que de 15 à 16 pour 100 du blé employé.

La boulange renferme, à côté de ces farines, des semoules de toute sorte; on estime à 58 pour 100 environ du blé la quantité de semoules extraites au broyage; de ce chiffre il faut déduire de 3 à 4 pour 100 de semoules, très vêtues, provenant du dernier broyeur, en sorte qu'il reste 54 ou 55 pour 100 de semoules bonnes à retravailler pour en extraire de la farine blanche. Ces différentes semoules vont donner des farines fleurs de convertissage, des farines secondes, des remoulages, des bâtards et des recoupettes.

La quantité de gros et moyens sons extraits au dernier blutoir représente environ 20 pour 100; elle diminue du fait de son broyage, la farine de brosse figurant pour un chiffre de 1 à 1,5 pour 100 du blé.

TRAVAIL PAR CYLINDRES (BLÉ TENDRE).

Broyage du grain.	{	Farine noire du premier broyeur.....	0,7	
		Farine fleur.....	15,3	
		Farine rousse du dernier broyeur.....	4,0	
		Semoules blanches ou vêtues.....	54,3	
		Semoules bises du dernier broyeur.....	3,1	
		Sons gros et moyens non brossés.....	20,0	
				97,4
		Produits de nettoyage.....	2,1	
		Pertes.....	0,5	
				100,0

Remouture.

Travail des semoules	{	Semoules de toute sorte à remoudre.....	57,4	
		Farine blanche.....	50,7	
		Farine seconde.....	1,5	
		Remoulages.....	0,8	
		Bâtards.....	1,8	
		Recoupettes.....	1,8	
		Pertes.....	0,8	
				57,4

En fin de mouture :

Farines	{	noire.....	0,7	0,7	
		blanche { de broyage.....	15,3	66,0	
		{ de convertissage.....	50,7		
		bise. { de broyage.....	4,0	6,9	
		{ de convertissage.....	1,5		
		{ de brosse.....	1,4		
					73,6
		A reporter.....			73,6

	<i>Report</i>	73,6
Issues.	{ Remoulages.....	0,8
	{ Bâtards.....	1,8
	{ Recoupettes.....	1,8
	{ Gros et moyens sons.....	18,6
	Produits de nettoyage.....	2,1
	Pertes, évaporation.....	1,3
		100,0

IV. — TRAVAIL DE SEMOULERIE DANS UN MOULIN A CYLINDRES (blé dur).

Le travail de semoulerie s'exécute sur des blés durs et au moyen de cylindres. Les opérations de broyage ne diffèrent pas des opérations de broyage sur blé tendre; les cylindres sont les mêmes et les cannelures ne sont, en général, ni plus fines, ni plus grosses; les produits moulus passent d'un broyeur au tamis d'extraction et le rejet de celui-ci se dirige vers le broyeur suivant. Ce qui différencie ces deux moutures, c'est que l'amande du blé dur se fragmente plus nettement et fournit aisément de grandes quantités de semoules. La bluterie d'extraction sépare deux catégories de semoules, les grosses et les petites semoules, et chacune de ces catégories est *séchée* dans l'appareil même. On considère comme petite semoule celle qui traverse la soie n° 70 (n° 4, Suisse), et grosse semoule celle qui, au contraire, sort en refus du tamis de ce numéro.

Les semoules vont alors subir un travail de sassage très soigné, et les seuls sasseurs en usage sont des sasseurs découverts, genre Mau-rel, à la surface desquels on peut aisément surveiller le classement. Ces sasseurs, il convient de le rappeler, ne travaillent pas par aspiration, comme le font les sasseurs Réforme; mais, munis d'une ventilation en dessous, ils classent les semoules par ordre de densité et, par conséquent, de blancheur. La surveillance du classement est tellement attentive que les minotiers ou semouliers préfèrent ne poursuivre que le jour leur travail de sassage.

On commence par classer les grosses semoules au moyen d'une bluterie diviseuse et l'on fait, en général, quatre catégories, auxquelles viennent s'ajouter les semoules fines du broyage. Chacune des catégories subit alors un sassage grossier, dans un sasseur Mau-rel, qui porte à Marseille le nom de *débourreur*. Ce travail *suit le moulin*, c'est-à-dire qu'il s'exécute en même temps que le travail de broyage, aussi bien la nuit que le jour. Ces semoules, en effet, sortent

du déboureur encore bien imparfaites et ne présentent ni la blancheur ni l'homogénéité que le commerce exige.

Les semoules se rendent dans des boisseaux d'attente; car, ainsi qu'il vient d'être dit, le travail d'épuration ne s'exécute que pendant la journée. Chacune des catégories de semoules passe alors sur trois ou quatre sasseurs successifs; les semoules qui traversent les trois premiers quarts de la longueur de la table se dirigent vers le sasseur suivant, celles qui passent à travers le dernier quart sont rejetées, sassées quelquefois de nouveau, en tout cas dirigées vers les désagrégeurs. On obtient, par ces sassages successifs exécutés avec une parfaite régularité, des semoules blanches nues, qui sont destinées soit à la fabrication des pâtes alimentaires, soit à la consommation en nature.

Les cinq catégories ainsi purifiées par le sassage sont, à Marseille du moins, désignées par des lettres : S signifie semoules d'une façon générale, et la lettre S est d'autant plus répétée que la semoule est plus grosse. Les catégories que l'on distingue dans les semoules sont les suivantes :

Passant au travers d'une soie n°	
70	S, semouline,
60	SS, semoulette,
50	SSF, semoulé fine,
40	SSS, grosse semoule,
30	SSSG, très grosse semoule.

M. Teisset a eu l'obligeance de nous fournir les rendements obtenus, dans un moulin de Marseille, sur un mélange de blés durs d'Afrique, de la Plata et de Taganrok :

TRAVAIL DE SEMOULAGE (BLÉS DURS).		
Semoules très grosses (SSSG).....	4,600	60,305
Semoules grosses (SSS).....	22,100	
Semoules fines (SSF)	14,060	
Semoulettes (SS).....	15,520	
Semoulines (S).....	4,025	
Semoules bises (SB).....	3,500	18,780
Grüaux.....	12,200	
Farine de blé dur 1 ^{re} (FBD, 1 ^{re}).....	3,080	
Farine de blé dur, 2 ^e , 3 ^e (FBD, 2 ^e , 3 ^e).....	4,025	22,825
Repasses (RP).....	3,500	
Gros sons.....	13,100	
Déchets de nettoyage.....	2,200	
		101,910 (1)

(1) Ce chiffre de 101,910 s'explique par ce fait que le blé a été mouillé avant mouture.

CHAPITRE XII.

LES FARINES ET LES ISSUES. — EXAMEN ET ANALYSE.
CONSERVATION. — COMMERCE.

I. — EXAMEN ET ANALYSE DES FARINES.

1. Estimation de la valeur boulangère d'une farine de froment.

Quand, au Chapitre III, il a été question de déterminer la valeur des blés et leur composition chimique, on a eu soin de montrer que toute analyse de grains alimentaires doit être précédée d'une mouture faite dans des conditions aussi semblables que possible à celles adoptées par l'industrie meunière, et que les dosages doivent porter sur les différentes portions du grain ainsi séparées, et spécialement sur la farine blutée à 70 pour 100. Les procédés qu'il convient d'employer pour doser les éléments utiles de cette farine ont été décrits dans ce Chapitre, et il semble inutile de revenir sur la détermination de l'eau, sur celle des matières grasses, de l'acidité et des cendres. Peut-être n'en est-il pas de même pour le dosage du gluten et de ses composants, la gliadine et la gluténine.

Dosage du gluten. — Le dosage du gluten, en effet, a pour le commerce tant d'importance, que l'on ne saurait trop insister sur les précautions qu'il s'agit de prendre pour l'exécuter; il convient de donner ici à cette question des développements que le Chapitre III ne pouvait comporter.

La température de l'eau avec laquelle on fait le pâton, et avec laquelle on le malaxe, influe nettement sur la quantité de gluten obtenue. M. Lindet, en malaxant des pâtons d'une même farine avec de l'eau dont la température variait entre les limites de 2° et de 50° C., a réuni des quantités de gluten dont les poids ont représenté depuis 7 jusqu'à 8,2 pour 100. De son côté, M. Arpin, chimiste du Syndicat de la boulangerie française, auquel on doit un travail très

(¹) *Ann. de Chim. analytique*, 1902, p. 325 et 377.

complet sur le dosage du gluten (¹), a publié les chiffres suivants :

Eau de source. — Température du malaxage.	Gluten	
	humide pour 100.	sec pour 100.
5°	23,98	7,83
15°	25,26	8,08
25°	26,42	8,24
35°	26,41	8,46

Le gluten se coagule donc d'autant mieux et retient d'autant plus d'eau que la température de l'eau servant au malaxage est plus élevée. Si l'on veut que les essais soient comparables, il faut donc employer l'eau à une température aussi constante que possible; on choisit en général la température de 17° à 18°; une température supérieure conviendrait mieux.

M. Fleurent a montré qu'il faut proscrire, pour le dosage du gluten, les eaux trop peu calcaires; les eaux chargées de sels de chaux, même de chlorure de calcium, augmentent le poids trouvé de gluten, ce qui revient à dire que les eaux trop pures en éliminent quelque peu par dissolution. D'après M. Arpin, l'humidité du gluten extrait augmente avec le degré hydrotimétrique de l'eau servant au malaxage, mais la quantité de gluten sec, au delà d'un certain degré hydrotimétrique, reste sensiblement constante :

Degré hydrotimétrique de l'eau du malaxage.	Gluten	
	humide pour 100.	sec pour 100.
0° (Eau distillée)	22,94	7,67
21° (Eau de source, Vanne) ..	25,26	8,08
79° (Puits, île de la Cité)	26,59	8,03
141° (Puits, Belleville)	27,65	7,99

Les eaux, même calcaires, dissolvent ou entraînent donc une partie du gluten; aussi est-il intéressant de rechercher quelle est, dans ces conditions, celle des deux matières constituant le gluten qui disparaît le plus rapidement sous le filet d'eau.

M. Fleurent a constaté que les farines dont la richesse en gliadine est supérieure à la richesse normale perdent, par un malaxage prolongé, plus de gliadine que de gluténine, et qu'au contraire celles qui sont plus chargées de gluténine abandonnent plus aisément cette dernière substance que celle à laquelle elle est associée; en un mot, que tous les glutens tendent, par la perte de l'un ou de l'autre de

leurs composants, à prendre la composition typique, dont il a été parlé, correspondant à 75 pour 100 de gliadine et 25 pour 100 de gluténine.

Voici d'ailleurs une série d'expériences dues à M. Fleurent, et qui ne laisseront aucun doute sur cette règle :

	Gluten normal.	Pour 100 du gluten.	Gluten malaxé longtemps.	Pour 100 du gluten.
Gluten.....	7,44	»	5,87	»
Gliadine.....	6,13	82,2	4,57	77,8
Gluténine....	1,31	17,8	1,30	22,2
Gluten.....	11,09	»	10,47	»
Gliadine.....	8,48	76,5	7,87	75,2
Gluténine....	2,61	23,5	2,60	24,8
Gluten.....	10,48	»	9,78	»
Gliadine.....	6,54	64,3	6,54	74,5
Gluténine....	3,64	35,8	3,24	25,5

Dans les deux premiers cas, avec des farines à 82,2, 76,5 pour 100 de gliadine, la gluténine seule n'a pas été entraînée; dans le dernier cas, avec une farine moins riche en gliadine, la gluténine a disparu en partie; le chiffre de gliadine est resté constant.

Deux expériences faites par M. Lindet ont confirmé les derniers résultats obtenus par M. Fleurent; la durée du malaxage n'a eu pour résultat que d'éliminer de la gluténine.

	Gluten normal.	Pour 100 du gluten.	Gluten malaxé longtemps.	Pour 100 du gluten.
Gluten.....	9,12	»	8,58	»
Gliadine.....	6,77	74,2	6,71	78,2
Gluténine....	2,35	25,8	1,87	21,8
Gluten.....	9,35	»	8,39	»
Gliadine.....	6,49	69,4	6,31	75,2
Gluténine....	2,86	30,6	2,08	24,8

Dans les deux cas, la quantité de gliadine n'a pas varié, et la perte s'est portée uniquement sur la gluténine.

Cette remarque conduit à une double conséquence : c'est d'abord qu'il convient de ne pas laver trop longtemps le gluten sous le filet d'eau; il faut saisir le point où l'amidon est éliminé, et où la gliadine, la gluténine n'ont subi que le minimum d'entraînement; c'est ensuite

qu'il faut, pour avoir des dosages comparatifs, mettre à l'extraction d'un gluten, autant que possible, le même temps.

L'état de sécheresse ou de moiteur des mains de l'opérateur ne modifie pas sensiblement le poids du gluten, si celui-ci est pesé après dessiccation; mais s'il est pesé humide, les écarts que M. Arpin a pu constater, entre les dosages de deux opérateurs habiles travaillant dans des conditions identiques, peuvent atteindre jusqu'à 1,6 pour 100 de la farine.

On a depuis longtemps constaté que la quantité de gluten extrait augmente quand on abandonne le pâton à lui-même, avant de le malaxer. On peut, en le laissant reposer 1 heure, gagner jusqu'à 0,5 pour 100 de gluten humide; mais cette augmentation n'est qu'apparente, car les poids de gluten sec, d'après M. Arpin, sont les mêmes. Voici les chiffres qu'il a obtenus :

	Gluten	
	humide pour 100.	sec pour 100.
Malaxage immédiat.....	25,26	8,08
Après repos de 15 minutes.....	25,25	8,03
» 30 ».....	25,76	7,99
» 1 heure.....	25,78	7,96
» 2 heures.....	25,67	7,96
» 3 ».....	26,14	7,89
» 4 ».....	26,72	8,00

Un vieil usage veut que les glutens soient pesés humides; les administrations de l'Assistance publique, de la Guerre et de la Marine imposent aux adjudicataires la fourniture de farines d'un taux déterminé de gluten humide. C'est là un usage qui remonte à Parmentier (*Mémoire sur les avantages que la province du Languedoc peut retirer de ses grains*, p. 223). Une livre de farine devait, écrit-il, donner 4 à 5 onces de matière glutineuse (25 à 31 pour 100 de gluten humide). Les écarts qui ont été relevés plus haut, entre les poids de gluten humide et de gluten sec, montrent les erreurs que l'on peut commettre au préjudice des adjudicataires pour les fournitures de farine.

Aux incertitudes qui ont été signalées à propos du dosage du gluten s'ajoutent celles qui proviennent de ce que la quantité d'eau retenue par le gluten n'est pas proportionnelle à son poids sec; elle dépend de la constitution du gluten, la gliadine et la gluténine n'absorbant pas la même quantité d'eau, et dépend encore de la tem-

pérature et de la composition de l'eau employée au malaxage, de la moiteur ou de la sécheresse des mains de l'opérateur, du temps qu'on abandonne au repos le pâton, avant de le malaxer. Il convient de supprimer au moins cette cause d'erreur dans le dosage du gluten, en ne pesant celui-ci qu'à l'état sec.

Mesure de la plasticité du gluten. — On a, de tout temps, attaché une grande importance à la plasticité, à l'élasticité du gluten; on sentait que ces qualités étaient en rapport direct avec la valeur boulangère des farines. C'est dans cet ordre d'idées que fut créé l'*aleuromètre Boland* (1836). C'était un petit cylindre métallique de 0^m,15 de haut et de 0^m,025 de diamètre, muni d'un piston, dans lequel on enfermait un poids déterminé (15^g) de gluten humide; le cylindre était entouré d'un bain d'huile que l'on chauffait à 150°. Par suite du boursoufflement du gluten sous l'influence de la chaleur, le piston était déplacé, et comme il portait une tige graduée, il était facile de constater de combien le piston avait été repoussé. Le gluten d'une farine était considéré comme de qualité supérieure quand il se dilatait de cinq fois son volume. Cet aleuromètre a rendu des services en boulangerie; il permettait de constater certaines fraudes, et d'éliminer les farines insuffisamment fraîches.

Dosage de la gliadine. — La notion de l'existence de la gliadine et de la gluténine dans le gluten a rendu inutile l'emploi de cet appareil, qui d'ailleurs était loin d'être infaillible. Ce qui a été dit plus haut du procédé de dosage de la gliadine et de la gluténine permettrait de n'y pas revenir, si M. Fleurent n'avait pas imaginé récemment une méthode plus rapide pour déterminer la quantité de gliadine et, par différence, de gluténine, contenue dans une farine.

Le procédé repose encore sur la solubilité de la gliadine et sur l'insolubilité de la gluténine dans l'alcool à 70°; mais au lieu de mettre le gluten, préalablement extrait, au contact de l'alcool à 70°, on opère directement sur la farine; cela permet d'éviter l'addition de potasse dans l'alcool à 70°; car celle-ci était destinée à gonfler le gluten que l'alcool devait dissoudre. Le gluten, étant plus finement divisé dans la farine qu'il ne l'est quand il se présente isolé, se dissout aisément dans l'alcool seul. En outre, on n'a plus recours à la dessiccation d'un volume déterminé de solution de gliadine; on se contente de prendre la densité de cette solution au moyen d'un aréomètre spécial que M. Fleurent a appelé le *gliadimètre*.

Ce gliadimètre porte deux graduations, avec un zéro commun : l'une qui remonte de ce zéro vers la partie supérieure; l'autre qui descend vers la partie inférieure de la tige.

On commence par diluer l'alcool avec de l'eau distillée, de façon qu'il marque exactement 70° GL à la température de 20° C.

La graduation supérieure du gliadimètre permet de se rendre compte de la densité de l'alcool dilué; une table, d'ailleurs, indique le point où l'aréomètre doit affleurer aux diverses températures comprises entre 18° et 22° C. pour que l'alcool marque 70° à 20° C.

La graduation inférieure donne la quantité de gliadine contenue dans 100 parties du gluten de la farine considérée. Les chiffres de cette graduation ne peuvent être établis que si, pour toutes les expériences, la quantité de gluten présentée à un volume d'alcool déterminé est constante. M. Fleurent a réglé le mode opératoire, de façon qu'il y ait toujours 13^g,33 de gluten à dissoudre dans 400^{cm}³ d'alcool à 70°.

On commence donc par doser le gluten, à la façon ordinaire, dans la farine que l'on veut examiner, puis, connaissant la teneur de la farine en gluten sec, on cherche par le calcul ce qu'il faut mettre de farine dans les 400^{cm}³ d'alcool dilué pour avoir une quantité de 13^g,33 de gluten sec.

Si l'on suppose, par exemple, que la farine renferme 8,42 pour 100 de gluten, il faut prendre

$$\frac{100 \times 13,33}{8,42} = 158^g,30 \text{ de farine.}$$

La farine est introduite dans un flacon bouché au caoutchouc, de 1^l environ, dans lequel on a préalablement introduit les 400^{cm}³ d'alcool. On soumet le flacon à une agitation mécanique pendant 2 heures et demie à 3 heures; on filtre, en évitant l'évaporation de l'alcool, et, quand on a recueilli environ 200^{cm}³, on verse le liquide dans l'éprouvette du gliadimètre. La lecture peut être faite à une température comprise entre 18° et 22° C.; des Tables à double entrée, dressées par M. Fleurent, permettent de trouver pour chaque dixième de degré du gliadimètre, et pour chaque dixième de degré du thermomètre, la teneur du gluten en gliadine.

Examen en surface. Recherche des débris. — Le boulanger n'a pas à se préoccuper seulement de la teneur de ses farines en gluten et de la qualité de ce gluten; son attention doit se porter

aussi sur la blancheur qu'elles présentent, ou, ce qui revient au même, sur l'absence aussi absolue que possible des débris d'enveloppes. Certains de ces débris, comme ceux du péricarpe, du tégument séminal, comme les poils radicellaires, n'offrent, à vrai dire, qu'un bien faible inconvénient pour la panification; mais il n'en est pas de même de ceux qui proviennent de la bande hyaline et de l'assise protéique ou des germes eux-mêmes; ainsi qu'il a été dit plus haut, ces débris renferment une diastase, la céréaline, capable de faire le pain compact et bis.

Pour se rendre compte de la blancheur de la farine, le meunier, le négociant et le boulanger se contentent souvent de placer une certaine quantité de cette farine sur une feuille de papier blanc, d'aplatir la farine en repliant la feuille de papier sur elle-même. Les débris, les piqûres s'aperçoivent beaucoup mieux, surtout à la loupe, quand la farine est aplatie et comprimée que quand elle est foisonnée.

Un ingénieur autrichien, Pékar, a utilisé la propriété que possèdent les farines de prendre, quand elles sont mouillées, une teinte d'autant plus bise qu'elles présentent un plus grand nombre de *piqûres*. Il a imaginé un appareil extrêmement simple et une manière de faire qui donnent à la recherche des farines bises une grande sensibilité.

L'appareil Pékar se compose d'une planchette en bois noirci, rectangulaire, de 0^m, 12 sur 0^m, 25, d'une réglette de bois, d'une petite glace biseautée de 0^m, 20 de long sur 0^m, 07 de large, et d'une grande glace biseautée également, presque carrée, ayant une largeur légèrement supérieure à celle de la planchette. On dispose d'abord celle-ci sur une table, de façon que les plus grands côtés soient parallèles à la ligne des épaules de l'opérateur; on place 100^g environ de la farine à essayer, et on la tasse légèrement au moyen de la petite glace que l'on manœuvre d'avant en arrière, et d'arrière en avant, en la faisant glisser horizontalement; on s'efforce, en réalité, de faire un tas de farine aussi compact que possible, ayant la forme d'un rectangle, dont la plus grande longueur possède toute la largeur de la planchette, et dont la petite longueur n'a que 0^m, 03 ou 0^m, 04. Pour cela, quand la bande de farine est suffisamment tassée, on la recoupe au moyen de la réglette de bois, et on la repousse à l'une des extrémités de la planchette. On recommence l'opération sur une autre farine que l'on veut étudier; la nouvelle bande est rapprochée de la première, et ainsi de suite, la planchette pouvant porter cinq à six bandes

semblables. L'une de ces bandes doit être faite d'une farine type connue, de façon à servir de terme de comparaison.

Toutes ces bandes étant juxtaposées, on procède à un nouvel aplatissement; pour cela, plaçant le biseau de la grande glace sur l'un des grands côtés de la planchette, sur celui qui est le plus éloigné de l'opérateur, on comprime régulièrement les bandes de farine, en abaissant la glace et en la tirant pour ainsi dire vers soi. Il ne reste plus qu'à ébarber les bords extrêmes, puis à plonger doucement, avec précaution, la planchette dans l'eau; il faut l'y introduire par l'un des grands côtés, celui qui a reçu le biseau de la grande glace, et la laisser se mouiller progressivement, puis la faire sortir de l'eau, en la relevant doucement. On est surpris de voir des farines se distinguer nettement les unes des autres, alors qu'elles ne présentaient, avant le mouillage, que des différences insensibles.

Quel que soit l'avantage qu'offre ce procédé pratique d'appréciation, on peut le considérer comme insuffisant quand il s'agit de discuter scientifiquement la valeur d'une farine. Aussi Aimé Girard a-t-il fait connaître en 1895 ⁽¹⁾ une méthode qui permet non seulement de dénombrer les débris, mais aussi d'en caractériser la nature, et de spécifier par conséquent les inconvénients qu'ils présentent à la panification. Cette méthode consiste à malaxer sous un filet d'eau un pâton de 10^s de farine, comme s'il s'agissait de doser le gluten, et à recueillir les eaux amylacées. Celles-ci sont ensuite filtrées à travers une soie de bluterie extrêmement fine, du n° 220, telle qu'elle laisse passer les grains d'amidon et retient, au contraire, les débris toujours plus gros que ceux-ci. Les débris peuvent être pesés, après les avoir détachés de la soie et les avoir séchés, ainsi que cela a été dit au Chapitre III. Mais, quand on a affaire à une farine blanche, le poids en serait insignifiant; il vaut donc mieux les compter et en reconnaître la nature au microscope.

Pour cela, on essore la soie entre des doubles de papier buvard, et l'on délaie les débris dans un volume connu (1 ou plusieurs centimètres cubes, suivant la quantité de ces débris) d'un mélange à parties égales de sirop de dextrine et de glycérine, qui les maintient longtemps en suspension. Le délayage étant convenablement opéré, on prélève une goutte de liquide que l'on place dans des cellules analogues à celles que l'on emploie pour l'hématimétrie, c'est-à-dire

⁽¹⁾ *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXI, p. 858

des cellules profondes de $\frac{1}{10}$ de millimètre et dont le fond est quadrillé en millimètres, de telle sorte que, la cellule étant recouverte de son verre mince, chaque carré représente la projection horizontale de $\frac{1}{10}$ de millimètre cube.

L'importance du chiffre auquel le nombre des débris s'élève dans les plus belles farines est inattendue; dans les farines inférieures, elle devient absolument surprenante. Le Tableau ci-dessous, extrait des expériences faites par Aimé Girard, divise ces débris en débris actifs ou nuisibles, c'est-à-dire apportant de la céréaline, et en débris inactifs.

	Mouture par cylindres.				Mouture par meules.			
	45 $\frac{9}{16}$.	60 $\frac{9}{16}$.	70 $\frac{9}{16}$.	80 $\frac{9}{16}$.	65 à 70 $\frac{9}{16}$.	75 $\frac{9}{16}$.	80 $\frac{9}{16}$.	88 $\frac{9}{16}$.
Taux d'extraction.....								
Farines.	(Fleur supé- rieure.)	(Farine première.)	(Farine seconde.)	(Farine troisième.)	Ardèche.	Nièvre.	Moulin des hospices, Paris.	Manutention militaire, Paris.
Péricarpes.....	1800	3700	6900	10000	4900	4700	4900	8400
Téguments séminaux..	300	1700	2400	3500	900	1400	3200	5600
Barbes.....	400	900	4500	5600	4400	6600	1800	»
Total	2500	6300	13800	19100	10200	12700	9900	14000
<i>Débris inactifs.</i>								
Sons entiers.....	néant	néant	6100	6500	700	2600	1300	6000
Assises protéiques. . .	700	3600	8200	10900	4900	4600	3800	8100
Germes.....	200	800	4200	7600	2900	5400	4600	6900
Total.....	900	4400	18500	25000	8500	9600	9700	21000
<i>Débris actifs.</i>								
Total général dans 1 ^{re} de farine.....	3400	10700	32300	44100	18700	22300	19500	29000
								61600

2. Altérations des farines.

Le commerce des farines s'est, depuis un certain nombre d'années, tellement modifié, les transports sont si rapides, que les altérations des farines sont rares.

Ces altérations sont de deux sortes : les unes sont dues à une fermentation, mal définie encore, qui *échauffe, évente* la farine; les autres sont dues au développement d'insectes.

Les farines *échauffées, éventées*, se reconnaissent aisément; elles prennent une odeur et une saveur différentes de celles que présentent les farines fraîches; souvent elles sont *pelotées*, c'est-à-dire que, sous l'influence de mycéliums qui les agglomèrent, elles se mettent en grumeaux, en pelotes.

Les caractères chimiques de ces farines confirment nettement leur altération; tout d'abord, le gluten s'extrait difficilement; il n'a plus les propriétés plastiques qui permettaient d'en souder les particules sur elles-mêmes. L'acidité augmente d'une quantité proportionnelle au degré d'altération; au lieu de présenter comme d'ordinaire de 15^g à 20^g d'acidité (estimée en acide sulfurique) par quintal, les farines échauffées en comptent de 50^g à 120^g. Le dosage de la matière grasse, donne également d'utiles indications sur le degré d'altération des farines; l'acidité a augmenté au détriment des matières grasses, qui ont ranci, et au lieu de renfermer de 0,9 à 1 pour 100 d'huile, les farines altérées n'en contiennent plus que 0,5 à 0,7 pour 100. L'examen microscopique enfin permet de retrouver les filaments caractéristiques des mycéliums.

Les farines échauffées sont plus sujettes que toutes autres à être envahies par les insectes, et il n'est pas rare d'y trouver des *mites*, c'est-à-dire des acariens (*Tyroglyphus farinæ*). Ces acariens doivent être recherchés par un examen microscopique. D'ailleurs, quand on soumet une farine, qui renferme des acariens, au procédé Pékar, on voit, quelques minutes après que la farine a été aplatie, la surface présenter de petits monticules qui indiquent le déplacement de l'insecte à travers la masse comprimée. Enfin on rencontre encore dans les farines, soit un papillon grisâtre (*ephestia kuhniella*), soit sa chenille, qui est d'un blanc rosé. La chenille fabrique une toile qui agglomère en pelotes la farine altérée.

3. Falsifications des farines de froment.

Les falsifications des farines sont aujourd'hui bien rares. Celles qui consistent dans une addition de matières minérales, plâtre, craie, etc., ne peuvent plus être aujourd'hui prises en considération. L'ouvrier boulanger, pour peu qu'il soit exercé, s'apercevrait, en travaillant au pétrin, des modifications que l'addition de 5 ou 10 pour 100 de matière minérale apporterait à la plasticité de sa pâte, et il en serait le premier averti. D'ailleurs l'analyse chimique découvrirait la fraude à coup sûr, une simple incinération permettant de constater l'addition d'une matière minérale.

Les seuls éléments que l'on puisse introduire frauduleusement dans une farine de froment sont, d'une part, de vieilles farines, dont il est facile de reconnaître la présence par les procédés qui caractérisent les farines éventées, d'autre part, la fécule, les farines des autres céréales, seigle, riz, maïs, et les farines des légumineuses, dont nous allons donner les principaux caractères. Et encore il convient de faire remarquer que, étant donné le bas prix des farines de froment, semblable fraude, la plupart du temps, n'a pas sa raison d'être.

Un grand nombre de procédés ont été imaginés pour reconnaître chimiquement, en général en provoquant des colorations au moyen de réactifs spéciaux, la présence et même la proportion de ces différents éléments étrangers. Mais ces procédés ne donnent aucune sécurité, surtout entre des mains non exercées. On peut également, de la faible teneur d'une farine en gluten, extractible à l'eau, conclure à son mélange avec une farine étrangère; les glutens de l'orge, du maïs, du riz, du seigle ne sont pas adhésifs; le gluten du seigle empêche même le gluten de froment de s'agglomérer. M. Lucas a fait voir que le rendement en gluten d'une farine diminuait de 20 pour 100, 30 pour 100, 60 pour 100, quand elle était mélangée de 10, 20, 30 pour 100 de farine de seigle. Mais le seul procédé que l'on puisse recommander scientifiquement est l'examen microscopique.

Cet examen est des plus délicats; il ne peut être fait que par des personnes compétentes et ayant la pratique des analyses de farines. Le boulanger ne peut donc pas s'improviser le juge de son fournisseur; il doit s'adresser au spécialiste.

M. Arpin, chimiste du Syndicat de la boulangerie française, a imaginé, pour la recherche des farines étrangères dans les farines de

froment, une méthode qu'il sera toujours avantageux de suivre. La farine suspecte est mise en pâton et malaxée sous un filet d'eau pour en extraire le gluten; les eaux amylacées recueillies sont versées dans un verre à pied, où on les additionne d'un peu de formol, et où on les abandonne au repos pendant 12 heures. Les corps en suspension se déposent et forment trois couches superposées, faciles à distinguer par leurs teintes, représentant des amidons ou des agglomérations d'amidon, de densités différentes. On décante l'eau et même la couche supérieure, qui ne renferme que de très petits grains d'amidon mélangés de débris cellulotiques. Dès qu'on aperçoit la couche intermédiaire, sous forme d'une traînée jaune grisâtre, entraînée par la décantation, on change de verre, et l'on décante spécialement cette couche.

C'est dans cette couche que l'on retrouve d'une façon générale tous les débris d'enveloppes des farines introduites, les gruaux de riz, les gruaux de maïs, les moyens grains de seigle, les cellules réticulées des légumineuses, etc. Dans la couche inférieure on découvre les gruaux les plus gros de ces mêmes farines, les gros grains d'amidon de seigle, les grains de fécule de pommes de terre.

M. Lucas, directeur du marché des farines douze marques, a conseillé de recueillir, comme le faisait Aimé Girard, les débris sur un tamis très fin. Ce tamis retient spécialement les gruaux de riz.

Seigle. — La recherche du seigle dans les farines de froment est très délicate; la fraude peut être constatée par l'examen des grains d'amidon, et par l'examen des débris des enveloppes. Les grains d'amidon de seigle sont en général plus gros que ceux du blé (36 à 40 millièmes de millimètre au lieu de 25 à 30 millièmes); ils ont souvent un contour plus arrondi; certains de ces grains présentent un hile étoilé à quatre ou cinq branches, que l'on peut considérer comme caractéristique du grain d'amidon de seigle; mais du comptage de ces grains, il ne faudrait pas conclure à la proportion de farine de seigle ajoutée; car ces grains étoilés ne représentent pas plus de 10 pour 100 des grains totaux; il faut d'ailleurs opérer ces dosages comparativement avec des mélanges artificiels, à différentes proportions. L'examen des débris donne également, d'après M. Collin ⁽¹⁾, des indications très précieuses. Les cellules de l'épicarpe et les cellules transversales du mésocarpe du seigle ont leurs

(¹) *Journal de Pharm. et de Chim.*, t. VIII, 1898, p. 201.

parois moins épaisses, ponctuées d'une façon moins régulière, moins apparente que dans le blé, parfois même à peu près lisses; elles présentent entre leurs parois verticales des épaississements qu'on n'observe pas d'ordinaire dans le blé. Les cellules de l'assise protéique du seigle, vues à plat, ont, en général, des parois ondulées ou légèrement sinueuses, tandis que dans le blé ces cellules possèdent des parois à peu près droites. Les poils radicellaires du seigle montrent des parois moins épaisses que ceux du blé; leur cavité, au lieu de rester sensiblement filiforme, dans presque toute la longueur du poil, pour s'élargir brusquement à sa base, s'élargit au contraire insensiblement d'une extrémité à l'autre.

Certaines farines étaient autrefois souillées par la présence du seigle ergoté. Un grand nombre de procédés, et particulièrement celui d'Hoffmann, permet de constater cette présence. L'examen ne se fait plus aujourd'hui; le nettoyage parfait que le blé subit à son entrée au moulin le rend inutile.

Orge. — L'addition de farine d'orge à la farine de froment est exceptionnelle. Quand celle-ci est bien blutée, sa présence est difficile à constater; à peine si les grains d'amidon d'orge peuvent se distinguer de ceux du froment. D'après M. Collin ⁽¹⁾, ils ont un contour moins régulier, parfois mamelonné; quelques grains présentent des stries concentriques, d'autres se terminent par une pointe ressemblant à un germe. Quand la farine apporte avec elle quelques-uns de ses débris, on retrouve les cellules de forme sinueuse et dentelée de l'épiderme, les cellules à deux ou trois rangs superposés qui constituent l'assise protéique.

Riz, ivraie, sarrasin, avoine. — En 1898, le cours des farines de froment ayant atteint un chiffre très élevé, on vit arriver en boulangerie de nombreuses farines additionnées de farines de riz. Celles-ci, en dehors du prix relativement plus faible qu'elles représentaient alors, avaient l'avantage de rendre la farine plus blanche. C'est toujours sous forme de gruaux, quelquefois assez gros, et sous forme de grains composés d'amidon que la farine de riz est produite, et c'est dans la couche médiane de décantation qu'on la rencontre quand elle a été frauduleusement ajoutée à la farine de froment. La méthode Arpin permet donc de concentrer sous un petit volume les

⁽¹⁾ *Loc. cit.*, p. 208.

grains de riz, et de rendre la recherche plus aisée et plus sûre. Que la farine de riz se présente en gruaux ou en grains composés d'amidon, il est facile de désagréger la matière et d'examiner les grains détachés des bords. Ceux-ci sont très petits (4 à 6 millièmes de millimètre); ils sont anguleux et de forme assez homogène.

Il faut se garder de confondre la farine de riz avec certaines agglomérations de petits grains d'amidon de blé qui ont pris, par suite de leur compression dans le grain, une forme anguleuse. Il faut se garder de la confondre également avec les grains d'aleurone, que l'on peut toujours d'ailleurs caractériser au moyen de l'iode; celui-ci, en effet, colore l'aleurone en jaune brun, tandis qu'il donne une coloration violette avec l'amidon.

Le Dr Vaudin, pharmacien à Paris, a appelé l'attention des experts sur l'analogie que présentent les grains composés d'amidon d'ivraie et ceux du riz ⁽¹⁾. D'après M. Arpin, on peut les distinguer en les écrasant sous la lamelle du microscope; ceux-ci sont plus fragiles que ceux-là. On peut également différencier les débris de l'ivraie; certains éléments du tégument externe de la balle, certaines cellules parenchymateuses aux parois très contournées, les cellules transversales du péricarpe colorées, et enfin la présence d'un champignon découvert par MM. Prillieux et Delacroix (*Endoconidium temulentum*), permettent d'affirmer l'existence de l'ivraie ⁽²⁾. Cependant, il convient de faire remarquer que la quantité d'ivraie dans une farine de blé ne peut être qu'insignifiante; rarement les graines d'ivraie se rapprochent de la grosseur des grains de blé, et, en général, elles ne peuvent échapper au trieur.

Les gruaux de riz peuvent être enfin confondus avec les gruaux de sarrasin ou les gruaux d'avoine. Les premiers sont à cassure plus marquée; les seconds sont au contraire ovales, ou représentent des portions d'ovales: ce sont des grains composés. Mais l'addition aux farines de froment de ces farines inférieures ne se fait pas, et, quand on rencontre celles-ci par hasard, c'est que le nettoyage du blé a été insuffisant.

Maïs. — L'amidon de maïs est plus facile à reconnaître, parce qu'il ne peut être confondu avec aucun autre. Le grain est encore polyédrique, à arêtes anguleuses, comme celui du riz, mais il est beau-

⁽¹⁾ VAUDIN, *loc. cit.*, p. 433.

⁽²⁾ *Journal de Pharm. et de Chim.*, t. IX, 1899, p. 431.

L.

coup plus gros (14 à 28 millièmes de millimètre); de plus, il porte un hile étoilé caractéristique.

Légumineuses. — L'addition d'une faible quantité de farines de légumineuses, féverolles, pois, haricots, vesces, etc., aux farines de froment, n'est pas considérée comme une fraude, si elle ne représente pas plus de 2 à 3 pour 100. M. Fleurent ⁽¹⁾ a montré que, par leur forte teneur en gluténine, elles modifient heureusement les qualités boulangères des farines trop riches en gliadine. La recherche des grains d'amidon de légumineuses n'offre aucune difficulté; on les rencontre quand on fait usage de la méthode Arpin, surtout dans la couche inférieure; ils se présentent sous le microscope, soit avec la forme d'une ellipse, soit avec l'aspect d'un haricot ayant de 25 à 40 millièmes de millimètre dans leur plus grande longueur; le hile est allongé dans le grand sens du grain et est profondément marqué. On retrouve également le tissu cellulaire dans lequel ces grains étaient logés; ce tissu est réticulé, c'est-à-dire présente quelque analogie avec les alvéoles des ruches.

Fécule de pommes de terre. — Cette fécule se montre en gros grains de 50 à 100 millièmes de millimètre; elle se projette sous la forme d'un triangle à arêtes mousses; ses dimensions et sa forme sont telles que sa présence au sein d'une farine de blé ne saurait être méconnue.

II. — CONSERVATION DES FARINES.

Ce qui a été dit plus haut des altérations auxquelles les farines sont exposées montre l'intérêt qui s'attache à leur conservation. La facilité et la rapidité des transports rendent inutile, dans l'intérieur du pays du moins, l'application aux farines des procédés de conservation; mais la question est tout autre quand il s'agit des farines destinées aux expéditions lointaines et aux séjours coloniaux; les Européens, dans les pays où l'on ne produit pas de blé, se préoccupent souvent de trouver de la farine et de manger du pain.

Le seul procédé de conservation que l'on puisse appliquer aux farines est basé sur leur dessiccation. Les altérations étant toujours d'origine microbienne, il est évident que les microbes ne pourront se développer dans un milieu privé d'eau, même partiellement. Mais

(¹) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXVI, p. 1374.

la dessiccation des farines présente un triple inconvénient; l'amidon, soumis à une chaleur insuffisamment ménagée, se transforme en empois, et la farine s'agglomère, perd son aspect pulvérulent et est incapable de reprendre de l'eau au pétrissage; d'autre part, le gluten, porté à une température tant soit peu élevée, se coagule, cesse d'être élastique et ne lève plus au moment de la fermentation panaire. Enfin, la farine prend très aisément une teinte jaune plus ou moins prononcée.

Vers 1860, Charles Touaillon fils fit remarquer que l'on pouvait éviter la transformation de l'amidon en empois, en soumettant la farine à des températures croissantes, d'autant plus fortes que la farine devenait plus sèche. Il imagina une étuve formée de cinq plateaux superposés, en tôle galvanisée, de forme circulaire, de 2^m de diamètre, munis d'un double fond dans lequel on peut envoyer de la vapeur; à la partie supérieure de chacun d'eux tourne un râteau à quatre branches munies de palettes excentriques, partie en peau de buffle et partie en bois, garnies de poils de sanglier; les palettes du premier plateau poussent la marchandise du centre vers la périphérie; là, celle-ci tombe dans une anche qui la conduit à la périphérie du plateau situé immédiatement en dessous; sur ce plateau, les palettes sont disposées en sens inverse et ramènent la marchandise au centre; c'est au centre du troisième plateau qu'elle tombe pour gagner de nouveau la périphérie, et ainsi de suite pour le quatrième et le cinquième plateau.

La distribution de vapeur, qui part du bas, permet de chauffer le premier plateau à 40° C., le second à 50°, le troisième à 60°, le quatrième à 70°, le cinquième à 80°, limite qu'il ne faut pas dépasser. La farine sort du cinquième plateau avec une teneur en eau qui n'est que de 5 à 6 pour 100.

La farine chaude doit, avant d'être ensachée, être refroidie dans une chambre à farine; on peut également faire usage du cinquième plateau comme réfrigérant, en envoyant dans le double fond de l'eau froide.

L'appareil fournit de 300^{kg} à 400^{kg} de farine étuvée à l'heure.

L'appareil Touaillon est encore employé d'une façon courante à l'étuvage de certaines farines destinées à l'exportation.

Tout récemment, M. Fleurent a montré que la coagulation du gluten, dans les conditions où la farine est étuvée, tient à la présence de l'eau, et qu'on peut l'éviter si l'on a soin, au préalable, d'enlever celle-ci à basse température, en tout ou partie; la farine peut

alors supporter une température d'autant plus élevée que son hydratation est plus faible. C'est ainsi que la farine à 9 pour 100 d'eau peut atteindre 80° C., que la farine à 6 pour 100 d'eau peut atteindre 105°, que la farine à 3 pour 100 d'eau peut atteindre 112°, et qu'enfin la farine sèche peut séjourner plus de 1 heure à 115° sans que son gluten soit modifié dans ses propriétés élastiques et sans que sa coloration blanche initiale soit altérée.

La dessiccation des farines est faite alors dans un vide partiel; il n'est pas nécessaire de dépasser la dépression de 0^m,60 à 0^m,65 de mercure.

La supériorité du procédé de M. Fleurent est qu'on peut ensuite porter ces farines à la température de stérilisation; les œufs des parasites sont détruits; les larves ne sont plus à craindre; les farines, en un mot, sont stériles.

Ces farines devront être pétries avec une quantité d'eau supérieure à celle que l'on emploie d'ordinaire; l'eau devra être employée plus froide; l'hydratation du gluten dégage assez de chaleur pour relever la température de la pâte, au cours de la panification.

III. — COMMERCE DES FARINES.

1. Commerce intérieur.

En général, les farines sont vendues au boulanger, soit par le meunier lui-même, soit par son courtier.

Mais il existe, à côté de ce marché de gré à gré, un marché dit *des farines douze marques* ou *des farines fleur de Paris* qui exerce sur le commerce des farines une influence considérable. Le titre de *douze marques*, que toute farine peut acquérir, est une garantie de sa qualité; aussi la farine qui est jugée digne de le porter devient-elle article de commerce, et même article de spéculation.

Quelles sont les origines de cette institution connue sous le nom de *marché des farines douze marques*? De quelle façon une farine peut-elle se faire sacrer *douze marques*?

La création de cette institution remonte à 1860. Quatre meuniers, connus par leur honorabilité et leur habileté technique, étaient seuls à fournir le marché, qui portait alors le nom de *marché des farines quatre marques* et qui, en 1861, devint *marché des farines six marques*, par suite de l'adjonction de deux nouveaux meuniers.

En 1863, le commerce, trouvant le champ des affaires trop limité et désirant que le marché fût ouvert à tous les meuniers capables de

fournir une farine reconnue, après expertise, aussi belle que celles des six marques, créa un marché concurrent, celui des farines *type Paris*, qui devint en 1866 le *marché des farines supérieures de Paris*. En même temps, la Commission des farines supérieures confiait à M. Ch. Lucas l'organisation d'un laboratoire d'expertises et le chargeait de préparer les expertises et d'en diriger le fonctionnement.

En septembre 1881, le commerce, qui avait trouvé toute sécurité dans le résultat des expertises, décida de fusionner les deux marchés existants. Pendant ce temps, le marché des six marques était devenu *marché des huit marques*; les deux marchés, ce dernier et celui des farines supérieures, réunis, prirent le nom de *marché des neuf marques*, la neuvième marque étant celle qui était accessible à tous les meuniers dont les farines étaient reconnues, à l'expertise, de même valeur que les farines étalons.

Enfin, en 1885, le marché devint *marché des douze marques*, alimenté d'un côté par douze meuniers du rayon d'approvisionnement de Paris, d'un autre par tous ceux dont les farines sont jugées équivalentes.

Les douze meuniers fabricants-type, dont les farines servent d'étalons aux expertises, sont nommés par une Commission composée de douze membres, élus par le commerce spécial de Paris, auxquels se joint une délégation de trente meuniers désignés par l'Association syndicale de la Meunerie française. La situation que les meuniers fabricants ont su acquérir les oblige à maintenir la qualité de leurs farines. Cependant, pour donner autant de garantie que possible à ceux qui se soumettent à l'expertise, les douze meuniers fabricants sont obligés de subir le contrôle. Tous les mois, chacun d'eux présente à la Commission un sac de farine conforme à celle qu'ils livrent à la boulangerie. Si l'un de ces meuniers était reconnu livrer, à plusieurs reprises, une farine inférieure, il serait exclu de la liste et immédiatement remplacé par voie d'élection. Chaque mois, il est fait un classement des farines des douze meuniers fabricants-type, et ce sont les quatre farines classées avec les n^{os} 6, 7, 8 et 9 qui servent de termes de comparaison avec les farines soumises à l'expertise.

Les meuniers qui veulent concourir doivent entreposer leurs marchandises dans des magasins généraux agréés par la Commission; un délégué de cette Commission prélève, en présence du magasinier, à la sonde, un échantillon de 3^{kg} de farine par lot de 100 sacs de 152^{kg}

brut, ou de 150 sacs de 101^{kg} brut. L'échantillon cacheté est envoyé au laboratoire d'expertises.

Trois opérations sont nécessaires pour renseigner les experts :

- 1° Le dosage de l'eau;
- 2° Le dosage du gluten (humide);
- 3° La panification.

A chaque série d'expertises, les quatre farines choisies comme types sont panifiées, et leurs pains sont présentés aux experts, en même temps que ceux des farines expertisées.

Toute farine est comptée comme douze marques : 1° quand elle renferme moins d'eau que la farine classée huitième pour l'humidité; 2° quand elle fournit une quantité de gluten supérieure à celle classée huitième pour le gluten; 3° quand elle est supérieure comme nuance et panification, à deux des farines types qui, pour la nuance et la panification, ont été placées sixième, septième, huitième et neuvième dans le classement mensuel; 4° quand enfin elle est pure de froment, de fraîche fabrication et sortant de l'usine dont elle porte le plomb.

Le dosage de l'eau et le dosage du gluten n'offrent aucune difficulté, mais il n'en est pas de même de la panification, qui est délicate à conduire si l'on veut être assuré d'avoir des résultats comparables.

M. Lucas a su très habilement organiser cette partie du travail, et grâce à lui on peut conduire à la fois la transformation en pains de 64 échantillons de farines différentes, dans des conditions rigoureusement identiques. M. Lucas a fait construire une série de petits pétrins (système Deliry) capables de pétrir environ 2^{kg} de farine, montés sur la même commande et exécutant, par conséquent, le même travail pendant le même temps.

On commence par faire ce que l'on nomme en boulangerie un *levain de première*, avec du levain de la veille (*levain chef*), une farine quelconque, de l'eau et de la levure; on répartit une même quantité de ce levain dans chacun des pétrins et l'on ajoute 1^{kg},300 de farine à essayer et 0^{kg},700 d'eau; on met les agitateurs des pétrins en mouvement et l'on fait ce qui, en boulangerie, porte le nom de *levain de tout point*; puis, sur ce levain de tout point suffisamment *apprêté*, c'est-à-dire fermenté, on ajoute 0^{kg},850 de la même farine, 0^{kg},800 d'eau et 0^{kg},020 de sel. La quantité de pâte obtenue pour chaque lot est d'environ 3^{kg},200. Cette pâte est abandonnée à elle-même dans les casiers d'un pétrin en bois; elle y *pointe*, puis on prélève sur chaque échantillon 1^{kg},250 que l'on tourne, que l'on fait lever et que l'on cuit au four.

Les pains sont soumis à la Commission d'expertise, composée de deux boulangers et de deux négociants ou meuniers désignés à tour de rôle par la Commission du marché; les pains portent des numéros correspondant au nom du concurrent; ce nom est enfermé dans un pli cacheté et les experts ne peuvent le connaître. Les noms des experts ne sont pas communiqués aux intéressés.

Toute farine reconnue comme équivalente aux types dans les conditions ci-dessus énoncées est admise au titre de douze marques. On attache aux sacs sur lesquels les échantillons ont été prélevés le plomb des douze marques, et la farine prend alors la destination que lui réserve son acheteur.

La livraison des farines reconnues douze marques s'effectue par lots indivisibles de 100 sacs, au moyen de formules imprimées, dites *filieres*, délivrées par la Commission et revêtues de son timbre. La filière est la représentation effective de la marchandise; elle sert d'offre réelle de livraison et se transmet par voie d'endossement.

Tout meunier dont la farine a été refusée à l'expertise peut, en acquittant un droit double, demander une contre-expertise.

Tout meunier peut également faire faire par le laboratoire de la Commission une *expertise de conservation*.

Le cours des farines s'établit d'après l'offre et la demande des farines douze marques. Mais certaines farines, comme celles de Corbeil, classées dans les premiers numéros des douze marques, ou même n'ayant pas concouru (*marques de Corbeil, marques de choix, premières marques, bonnes marques*), font prime sur le marché et sont vendues 1^{er}, 2^{er} et 3^{er} par sac de 100^{kg} au-dessus du cours. Un certain nombre de moulins ont leur clientèle spéciale de boulangers.

2. Commerce extérieur.

L'admission temporaire des blés est autorisée, à charge par le meunier de réexporter des farines ou des gruaux; mais une surveillance active est exercée vis-à-vis de lui, pour qu'il n'apure pas ses comptes en présentant en décharge des farines inférieures à celles qu'il a extraites, et pour qu'il ne conserve pas des farines de belle qualité qui, de cette façon, seraient entrées sans acquitter les droits. Aussi la loi a-t-elle installé, dans tous les bureaux de douane, des types représentant, pour les blés tendres, des farines à 50, 60, 70, 80 pour 100 d'extraction; pour les blés durs, des farines à 60, 70, 80,

90 pour 100 d'extraction, et enfin des semoules à 55, 60, 70, 80 et 90 pour 100 d'extraction.

Pour apurer ses comptes de blé tendre, le meunier doit présenter par 100^{kg} de blé :

Soit

50^{kg} de farine à 50 pour 100 d'extraction,
17^{kg}, 500 de farine à 70 »
30^{kg}, 500 de sons,

ou

62^{kg}, 500 de farine à 50 pour 100 d'extraction,
35^{kg}, 500 de sons ;

soit

60^{kg} de farine à 60 pour 100 d'extraction,
10^{kg} de farine à 80 »
28^{kg} de sons ;

soit

70^{kg} de farine à 70 pour 100 d'extraction,
28^{kg} de sons ;

soit enfin

80^{kg} de farine à 80 pour 100 d'extraction,
18^{kg} de sons.

Pour apurer ses comptes de blé dur, le meunier doit présenter par 100^{kg} de blé :

Soit

60^{kg} de farine à 60 pour 100 d'extraction,
10^{kg} de farine à 80 »
28^{kg} de sons,

ou

67^{kg}, 500 de farine à 60 pour 100 d'extraction,
30^{kg}, 500 de sons ;

soit

70^{kg} de farine à 70 pour 100 d'extraction,
28^{kg} de sons ;

soit

80^{kg} de farine à 80 pour 100 d'extraction,
18^{kg} de sons ;

soit enfin

90^{kg} de farine à 90 pour 100 d'extraction,
8^{kg} de sons.

Pour apurer ses comptes de blé dur quand il exporte des semoules, le meunier doit présenter par 100^{kg} de blé :

Soit	55 ^{kg} de semoules à 50 pour 100 d'extraction, 43 ^{kg} de sons ;
soit	60 ^{kg} de semoules à 60 pour 100 d'extraction, 38 ^{kg} de sons ;
soit	70 ^{kg} de semoules à 70 pour 100 d'extraction, 28 ^{kg} de sons ;
soit	80 ^{kg} de semoules à 80 pour 100 d'extraction, 18 ^{kg} de sons ;
soit enfin	90 ^{kg} de semoules à 90 pour 100 d'extraction, 8 ^{kg} de sons.

Quel que soit le taux d'extraction, l'Administration accorde donc un déchet de 2 pour 100.

Si le meunier ne destine pas les sons à l'exportation et les vend à l'intérieur, il acquitte les droits d'entrée sur ces sons (0^{fr}, 60 les 100^{kg}).

Dans les cas de contestation sur l'identité des farines présentées et des types légaux, les échantillons sont envoyés au Ministère du Commerce et examinés par les Commissaires-experts du Gouvernement.

Le droit d'entrée des farines varie de même avec leurs qualités, et le tarif de la douane distingue les farines à 70 pour 100 d'extraction et au-dessus (droit d'entrée, 11^{fr} les 100^{kg}), les farines entre 60 et 70 pour 100 d'extraction (droit d'entrée, 13^{fr}, 50 les 100^{kg}), et enfin les farines au-dessous de 60 pour 100 d'extraction (droit d'entrée, 16^{fr} les 100^{kg}). Les différends sont également jugés par les Commissaires-experts.

IV. — LES ISSUES.

L'étude de la composition du froment et l'étude de la valeur alimentaire de ses différentes parties constituantes ont démontré la nécessité de ne livrer à l'homme, sous forme de farine blanche, que 70 pour 100 environ du grain, le complément devant être utilisé par les animaux, parce que les parties du grain qui constituent ce complément peuvent avec moins d'inconvénients servir à leur alimentation.

Mais ce n'est pas à un seul poste du moulin que l'on extrait, ainsi

L.

22.

qu'il a été dit plus haut, l'énorme quantité de déchets que le meunier rejette. C'est au contraire au cours du travail, en queue, pour ainsi dire, de chaque série d'opérations que la marchandise épuisée de farine, *usée*, est rejetée des appareils.

S'il s'agit d'un moulin à cylindres, les sons sortent en queue de la batterie des broyeurs, ou plutôt de la batterie des bluteries intermédiaires. Ces sons comprennent des produits de différentes tailles, et peuvent être, si l'intérêt de la vente l'exige, divisés par une bluterie en *gros*, *moyens* et *petits sons*. En queue de la batterie des convertisseurs, ou plutôt des sasseurs qui en dépendent, on voit rejetés d'une part les *bâtards*, de l'autre les *remoulages*. Et enfin, en queue des aspirations des sasseurs, on recueille des produits légers qui portent le nom de *soufflures*. Tels sont les six résidus qui forment l'ensemble de 30 pour 100 qu'il convient d'éliminer des produits de la mouture.

Si le moulin est monté à meules, il donne des produits qui portent les mêmes noms, à moins que les habitudes locales ne les aient de temps immémorial baptisés autrement.

1. Composition chimique.

La composition chimique de ces différents déchets de la meunerie correspond à leur constitution anatomique et s'explique aisément quand on se reporte à la façon dont ils se forment au cours du travail.

M. Lindet a analysé ces déchets, obtenus d'une part dans le moulin à cylindres de M. Ch. Vaury, à Montrouge, d'autre part dans le moulin à meules de l'Assistance publique, à Paris.

La méthode qu'il a suivie diffère de celle qui a été adoptée par Aimé Girard et M. Fleurent, et dont on a fait plus haut une description détaillée.

C'est ainsi que l'amidon, au lieu d'être dosé par dépôt et pesé directe, a été, au moyen d'une méthode indiquée par M. Lindet, séparé en nature, puis saccharifié. Comme Aimé Girard l'a si bien indiqué, l'amidon est, dans les cellules, emprisonné au milieu du réseau de gluten. M. Lindet a imaginé de détruire ce gluten au moyen de la pepsine chlorhydrique (solution renfermant 4 pour 100 de pepsine en pâte et 1^{cm³}, 5 pour 100 d'acide chlorhydrique) mise pendant 24 ou 48 heures au contact des grains moulus. Dans ces conditions, il y a assez d'acide chlorhydrique pour empêcher la

diastase de saccharifier l'amidon, et il n'y en a pas assez pour que cet amidon soit lui-même attaqué par l'acide. Le produit est malaxé dans un nouet de soie de bluterie n° 120 et les eaux amylacées recueillies dans un vase conique de 500^{cm³}; la forme de ce vase ne permet pas à l'amidon de s'accrocher aux parois de verre, et facilite ainsi la décantation. On décante à l'aide d'un petit siphon, on ajoute de l'eau, additionnée au besoin de formol; 24 heures après, on décante une seconde fois; puis on traite le dépôt par de l'acide sulfurique à 0^{cm³}, 5 pour 100, pendant 1 heure, dans l'autoclave, à 120°. Le liquide est, après refroidissement, amené à 250^{cm³}, et, au moyen d'une lecture saccharimétrique et d'une réduction par la liqueur cupro-potassique, on obtient la somme de dextrine et de glucose formés, et par conséquent le poids d'amidon primitif.

Le dosage de la cellulose a été fait par la méthode adoptée dans l'analyse des fourrages; les produits sont attaqués successivement, à 110° pendant 5 heures, par de l'acide sulfurique à 1 pour 100 en volume et de la soude à 2 pour 100. Le résidu est recueilli sur de l'amiant; celle-ci, mélangée de cellulose, est pesée, séchée, puis incinérée; la différence des deux pesées donne la cellulose.

M. Lindet a dosé également, dans les déchets de meunerie, les gommes à 5^{at} de carbone, que l'on nomme les *pentosanes*. La méthode employée a été celle de Günther et Tollens, combinée à celle de Welbel, Zeisel et Counciler; son principe repose sur la transformation, au moyen de l'acide chlorhydrique, des pentosanes en furfurol, et la précipitation du furfurol par la phloroglucine; on distille 2^e de produit, au bain de chlorure de calcium, en présence de 400^{cm³} d'acide chlorhydrique au $\frac{1}{3}$, renouvelé, au cours de la distillation, de 30^{cm³} en 30^{cm³}; puis on ajoute dans le liquide distillé 0^g, 4 de phloroglucine. Le précipité est recueilli après une nuit de repos, passé sur filtre taré, et pesé sec. Son poids, multiplié par 0,95, donne, avec une certaine approximation, le poids de pentosanes dont il dérive; on peut rechercher si le liquide qui distille, ainsi que celui qui filtre, sont exempts de furfurol, en ajoutant, dans une portion de ces liquides, quelques gouttes d'acétate d'aniline; ce corps donne avec le furfurol une très belle et très sensible coloration rose.

L'eau, les cendres, les matières grasses, les matières azotées ont été dosées par les procédés indiqués plus haut.

Les chiffres obtenus par M. Lindet sont consignés dans les Tableaux suivants :

Composition des issues du moulin de M. Ch. Vaury (Moulin à cylindres).

	Gros sons.	Moyens sons.	Petits sons ou recoupettes.	Bâtards.	Remoulages.	Soufflures.
Eau.....	11,52	10,97	10,75	10,72	10,19	10,58
Amidon.....	14,37	14,76	32,80	33,67	37,75	49,32
Cellulose.....	13,10	12,88	7,42	5,80	4,37	6,00
Pentosanes.....	21,20	21,40	16,10	11,45	11,20	14,50
Huile.....	2,19	2,60	3,73	5,15	3,70	1,79
Sucres, autres ma- tières ternaies..	17,18	17,57	12,93	15,76	15,90	9,24
Matières azotées...	14,44	14,00	13,12	14,44	14,21	7,19
Matières minérales.	6,00	5,82	3,15	3,01	2,68	1,38
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*Composition des issues du moulin de l'Assistance publique
(Moulin à meules).*

	Gros sons.	Moyens sons.	Petits sons ou recoupettes.	Bâtards.	Remoulages.	Soufflures.
Eau.....	11,22	11,68	12,30	10,70	9,56	8,89
Amidon.....	16,68	20,43	23,02	40,00	45,57	43,32
Cellulose.....	10,97	10,78	9,73	5,32	4,37	5,85
Pentosanes.....	16,80	15,55	19,30	11,30	9,60	14,50
Huile.....	2,14	2,93	3,27	3,50	2,34	2,28
Sucres, autres ma- tières ternaies..	24,13	23,55	17,78	12,69	14,55	16,80
Matières azotées...	12,69	10,50	11,37	14,21	12,25	6,56
Matières minérales.	5,37	4,58	3,23	2,28	1,76	1,80
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Les gros et les moyens sons présentent une composition analogue; ces derniers sont quelquefois un peu plus chargés d'amidon et, par conséquent, de farine; de là une teneur moindre en cellulose, en matières azotées et en matières minérales. Quand on compare les gros et moyens sons des deux moulins, on est frappé de l'imperfection relative des meules pour le curage des enveloppes; malgré tous les soins que l'on apporte au moulin de l'Assistance publique à entretenir les meules en bon état de rhâbillage, le son de meules retient une quantité de farine de 3 à 5 pour 100 plus grande que le son de cylindres, ce qui représente une perte qui peut atteindre jusqu'à 1 pour 100 du blé travaillé.

Les petits sons du moulin de M. Ch. Vaury ne provenaient pas du

broyage, comme ceux du moulin de l'Assistance publique. Ces derniers sont des fragments d'enveloppes que le trieur à son a isolés; ils offrent donc la composition générale des sons, renferment un peu plus d'amidon, parce qu'ils se curent plus difficilement; ils contiennent des germes aplatis sous la meule, aussi sont-ils plus gras; d'ailleurs, la teneur en matière grasse s'élève des gros aux moyens sons, des moyens aux petits sons, parce que ces produits sont mélangés de quantités croissantes de germes.

Tout autre est l'origine des petits sons qui m'ont été remis par M. Ch. Vaury; ce sont des produits provenant du travail des semoules habillées, au même titre que les bâtards. Ils sont plus légers cependant, contiennent plus d'enveloppe et moins de germes, par conséquent plus de cellulose, plus de pentosanes et moins d'huile.

Les bâtards et les remoulages constituent les queues de sassage. Les premiers, provenant des gruaux bis, sont plus cellulosiques, plus azotés et plus gras; leur richesse en huile tient également à ce que les gruaux bis renfermaient, au moment où ils ont subi le convertissage, une plus grande quantité de germes. Les remoulages, qui, au contraire, représentent ce qui reste des gruaux blancs, offrent à l'analyse une plus forte proportion d'amidon. Il est intéressant de comparer encore le résultat obtenu par les cylindres et les meules: au moulin de l'Assistance publique, on convertit les semoules à la meule; les sasseurs sont moins perfectionnés qu'au moulin de M. Vaury; aussi laisse-t-on dans les bâtards et les remoulages 6 à 7 pour 100 d'amidon de plus, soit environ 10 pour 100 de farine. Ces produits représentent 2,5 à 3 pour 100 du blé; c'est donc une perte, faible il est vrai, de 0,25 à 0,30 pour 100 du blé.

Enfin les soufflures, aspirées en queue des sasseurs, sont un mélange d'amidon léger, de débris d'enveloppes et surtout de débris de péricarpe. La présence de ce péricarpe se manifeste, d'une part, dans la faible teneur de ces produits en matières azotées et en cendres, et, d'autre part, dans la haute teneur, au contraire, en pentosanes. M. Lindet a dosé, dans des péricarpes isolés, jusqu'à 24,25 pour 100 de leur poids de pentosanes. Dans les germes pris à l'état pur, il n'en a rencontré que 6,24 pour 100. Ces soufflures renferment peu de débris de germes; la présence de ceux-ci diminuerait le taux de pentosanes, qui reste élevé, et augmenterait, au contraire, le taux de matière grasse.

2. Utilisation des issues.

La composition chimique de ces issues est assez différente pour que les nourrisseurs aient intérêt à en faire la distinction. Les bâtards, les remoulages, les soufflures riches en amidon, sont de véritables aliments d'engraissement; les sons doivent être, au contraire, considérés comme aliments d'entretien.

Ces issues ne sauraient être consommées par les animaux à l'état isolé; elles doivent être associées avec des herbes hachées, des pommes de terre cuites, des betteraves, des graines de lin, ou bien encore délayées dans du petit-lait ou des eaux grasses. M. Aug. Vaury incorpore à de petits sons les mélasses de sucrerie, et fabrique ainsi des pains dont les animaux se montrent friands.

On peut enfin utiliser ces résidus de la meunerie sous forme d'un véritable pain, associé aux farines bisées, que l'on pétrit, que l'on fait fermenter et que l'on cuit.

D'après M. Cornevin, les rations de son qu'il convient de donner journallement aux animaux sont les suivantes :

	kg
Cheval.....	2
Ane et mulet.....	1
Bœuf à l'engrais.....	4
Vache laitière.....	5
Mouton.....	0,500
Porc.....	0,700

Ces issues, et surtout le son proprement dit, renferment trop de céréaline pour ne pas présenter des dangers à l'alimentation des animaux; il convient de les distribuer avec ménagement. Elles produisent de la diarrhée et de la flatulence, déterminent des calculs intestinaux, presque entièrement constitués par du phosphate ammoniaco-magnésien, et provoquent une maladie spéciale, dite *maladie du son*, qui se traduit par des tuméfactions osseuses.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
PRÉFACE.....	v
INTRODUCTION.....	1

CHAPITRE I.

LE FROMENT AU DOUBLE POINT DE VUE DE SA PRODUCTION ET DE SON COMMERCE.

I. <i>Répartition géographique des cultures du froment</i>	6
II. <i>Statistique des ressources mises à la disposition de la meunerie de froment par l'agriculture française et par l'importation</i>	8
1. Les surfaces cultivées.....	8
2. Production en grains.....	10
3. Importation et exportation des grains et de leurs produits de mouture.....	15
III. <i>Des principaux marchés de grains</i>	17

CHAPITRE II.

DÉTERMINATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE ET DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DES DIVERSES PARTIES DU GRAIN DE FROMENT.

I. <i>Distinction botanique et séparation technique des diverses parties du grain; leur dosage</i>	24
II. <i>Étude de l'enveloppe entourant l'amande farineuse</i>	29
1. Constitution histologique.....	29
2. Composition chimique.....	30
3. Analyse de l'enveloppe sous le microscope.....	31
4. Analyse immédiate de l'enveloppe entière.....	33
5. Analyse élémentaire des divers téguments isolés de l'enveloppe.....	38
6. Influence de l'introduction des diverses parties de l'enveloppe dans les produits de mouture destinés à la panification.....	44
7. Expériences sur la non-digestibilité, pour l'homme, de l'enveloppe du grain de froment.....	48
III. <i>Étude du germe</i>	55
1. Préparation et examen histologique du germe.....	56
2. Composition chimique du germe.....	59
3. Influence de l'introduction du germe dans les produits de mouture destinés à la panification.....	62
IV. <i>Étude de l'amande farineuse</i>	65
V. <i>Conclusions</i>	70

CHAPITRE III.

COMPOSITION COMPARÉE DES BLÉS OFFERTS A LA MEUNERIE FRANÇAISE
PAR L'AGRICULTURE ET L'IMPORTATION.

	Pages.
I. <i>Procédé d'analyse des blés</i>	74
1. Renseignements généraux sur le blé entier.....	75
2. Analyse de la farine à 70 pour 100 d'extraction.....	76
3. Analyse des bas produits et des issues à 30 pour 100 de refus.....	80
II. <i>Tableaux d'analyse des farines et issues</i>	85
1. Blés tendres.....	85
2. Blés durs.....	103

CHAPITRE IV.

CONSERVATION ET MANUTENTION DES GRAINS.

I. <i>Conservation des grains</i>	106
1. Altérations auxquelles les grains sont exposés; les insectes.....	106
2. Étuvage des blés. Les premiers silos. Silos Doyère.....	107
3. Les silos modernes. Greniers Huart. Silos Corbeil.....	109
II. <i>Manutention des grains</i>	112
1. Déchargement et manutention des grains, monte-sacs, élévateurs à godets, élévateurs pneumatiques. Circulation des grains dans le bâtiment des silos.....	112
2. Magasins coopératifs.....	121

CHAPITRE V.

NETTOYAGE DU BLÉ. MOUILLAGE.

I. <i>Nettoyage à sec</i>	124
1. Émotteur-cribleur.....	124
2. Tarare par aspiration.....	125
3. Séparateur zigzag, avec aspiration.....	126
4. Trieurs à alvéoles.....	128
5. Épierreur.....	131
6. Colonne époinçuse.....	134
7. Brosse à blé.....	138
8. Élimineur d'ail.....	139
9. Aimant.....	139
10. Séparateur des nielles et des graines rondes contenues dans les déchets des trieurs.....	139
II. <i>Nettoyage à l'eau</i>	140
1. Cuviers laveurs-épierreurs.....	141
2. Colonnes remonteuse et sècheuse.....	144
3. Séchage des blés humides et des blés mouillés.....	147
III. <i>Mouillage des blés avant mouture</i>	147

CHAPITRE VI.

LE BROYAGE DU GRAIN A LA MEULE.

	Pages.
I. <i>Les origines de la meule</i>	150
1. La pierre plate.....	150
2. Le mortier.....	155
3. La meule tournante (meule romaine).....	156
4. La meule tournante chez les Gallo-Romains.....	165
5. Influence de la rotation mécanique sur la disposition des meules...	170
II. <i>La construction du moulin de pierre</i>	172
1. Des pierres employées à la confection des meules. Le travail à la carrière.....	172
2. Fabrication, dressage, rayonnage des meules.....	179
3. Rhabillage des meules.....	193
4. Dispositif général de l'appareil de mouture. La rotation de la meule courante.....	196
III. <i>Principes d'action des meules. Mouture basse et haute</i>	200

CHAPITRE VII.

LE BROYAGE DU GRAIN AUX CYLINDRES.

I. <i>Les origines du broyeur à cylindres. Principes du nouveau procédé de mouture</i>	204
II. <i>Construction du broyeur à cylindres. Son mode d'action</i>	210
1. Le cylindre ; sa fabrication, son rayonnage. Rhabillage.....	210
2. Mode d'action des cylindres.....	214
3. Agencement général du broyeur ; ses divers organes.....	219
III. <i>Force employée à la mouture. Résultats obtenus. Avantages du procédé de mouture aux cylindres. La petite meunerie</i>	236

CHAPITRE VIII.

LA MOUTURE DU GRAIN PAR LES ENGINS AUTRES QUE LES MEULES DE PIERRE
ET LES BROYEURS A CYLINDRES.

I. <i>Appareils à meules métalliques</i>	240
1. Moulin Schweizer.....	240
2. Fendeur-dégermeur de Rose frères.....	242
II. <i>Appareils basés sur la force centrifuge</i>	244
1. Broyeurs Bordier, Hignette, etc.....	244
2. Semouleur Danvin et Gibory.....	245
3. Broyeur Record (Rose frères).....	245

CHAPITRE IX.

CLASSEMENT DES PRODUITS MOULUS OU DIVISION SUR BOULANGE.

	Pages.
I. <i>Origines du blutage</i>	248
II. <i>Les soies de bluterie</i>	252
III. <i>La bluterie hexagonale ou à pans</i>	255
IV. <i>La bluterie plane ou plansichter</i>	259
1. Bluterie à plateaux rectangulaires.....	260
2. Bluterie à plateaux circulaires.....	266
V. <i>Bluterie sans soies</i>	271
VI. <i>Râteau à farine et râteau mélangeur</i>	271
VII. <i>Brosse à sons</i>	272

CHAPITRE X.

TRAVAIL DES SEMOULES ET DES GRUAUX

(*sécheuses et diviseurs sur semoules et gruaux, sasseurs, convertisseurs, bluteries centrifuges et rondes, appareils accessoires*).

I. <i>Séchage des semoules</i>	274
II. <i>Division sur semoules et gruaux</i>	274
III. <i>Sassage des semoules et gruaux</i>	275
1. Partie historique.....	276
2. Sasseur Maurel.....	277
3. Sasseurs Rose, Cabanes.....	280
4. Sasseur Reform ou Réforme.....	280
5. Aspirateurs de semoules et sasseurs aspirateurs.....	286
IV. <i>Remouture des semoules et gruaux</i>	288
1. Remouture à la meule.....	288
2. Remouture aux cylindres. Convertisseurs.....	288
3. Convertisseurs en porcelaine.....	294
V. <i>Blutage des farines de convertissage</i>	296
1. Bluterie centrifuge.....	297
2. Détacheurs et bluterie ronde.....	298
VI. <i>Récolte des poussières des sasseurs</i>	301
1. Collecteurs par filtration.....	302
2. Collecteurs dits « cyclones ».....	304

CHAPITRE XI.

MARCHE GÉNÉRALE DU TRAVAIL. RENDEMENTS.

I. <i>Partie historique</i>	306
II. <i>Travail des produits moulus dans un moulin à meules (mouture basse)</i>	310

	Pages.
III. <i>Travail des produits moulus dans un moulin à cylindres (blé tendre)</i> ..	315
1. Moulin n'ayant pas de bluteries planes.....	315
2. Moulin n'ayant que des bluteries planes.....	317
IV. <i>Travail de semoulerie dans un moulin à cylindres (blé dur)</i>	321

CHAPITRE XII.

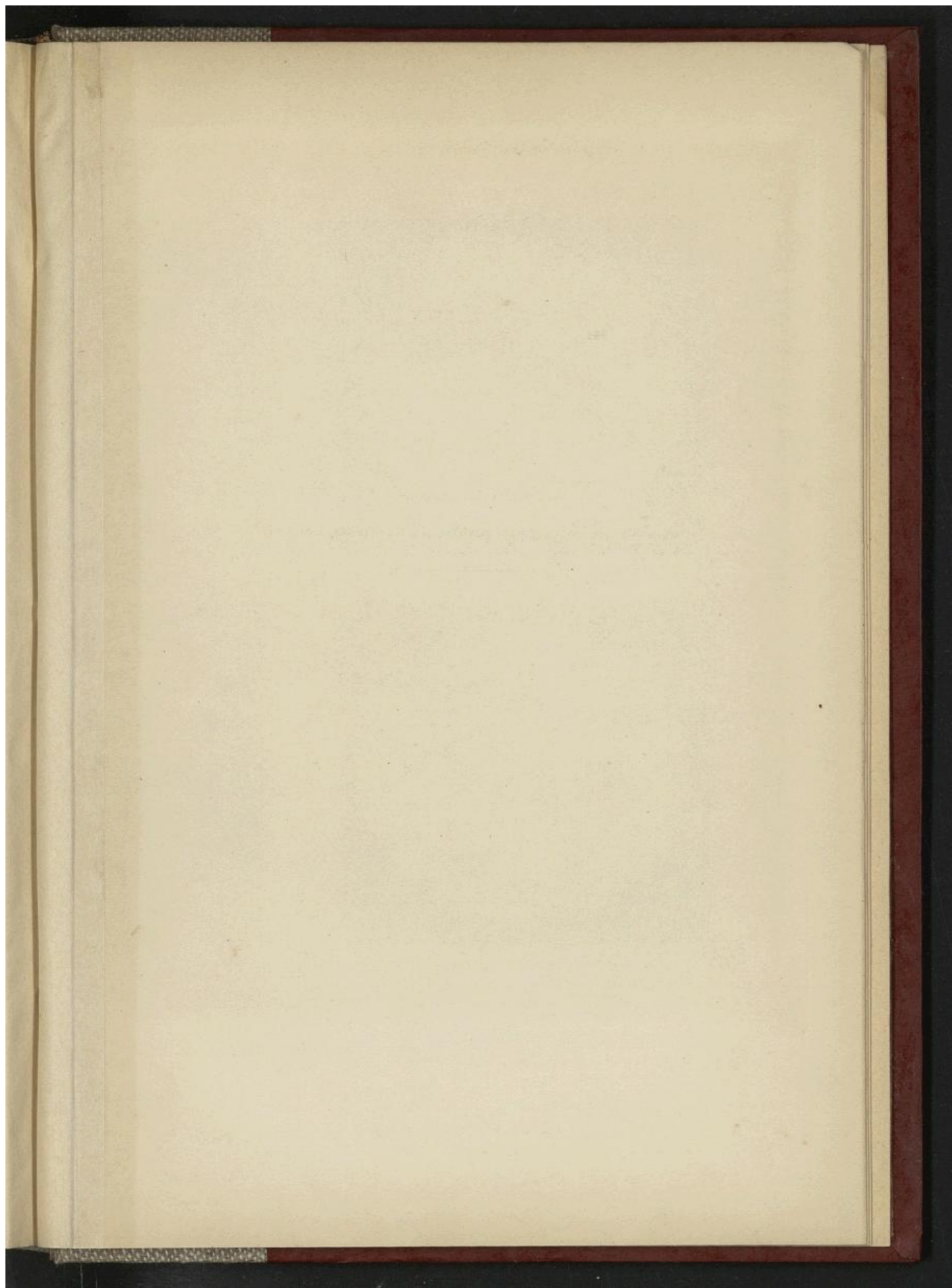
LES FARINES ET LES ISSUES. EXAMEN ET ANALYSE. CONSERVATION. COMMERCE.

I. <i>Examen et analyse des farines</i>	323
1. Estimation de la valeur boulangère d'une farine de froment.....	323
2. Altérations des farines.....	333
3. Falsifications des farines de froment.....	334
II. <i>Conservation des farines</i>	338
III. <i>Commerce des farines</i>	340
1. Commerce intérieur.....	340
2. Commerce extérieur.....	343
IV. <i>Les issues</i>	345
1. Composition chimique.....	346
2. Utilisation des issues.....	350

PLANCHES I, II, III.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.





MÉMOIRE SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE ET LA VALEUR ALIMENTAIRE
DES DIVERSES PARTIES DU GRAIN DE FROMENT
Par M. ALME GIRARD.

PL. I.

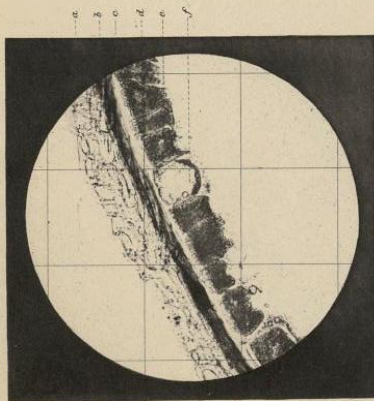


Fig. 7. — Embryon du grain traité par l'acide
Chlorhydrique (agr. $\times 150$ diam.)

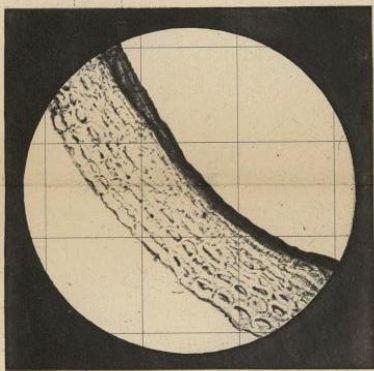


Fig. 8. — Enveloppe traitée par l'acide Chlorhydrique
et la potasse (agr. $\times 150$ diam.)

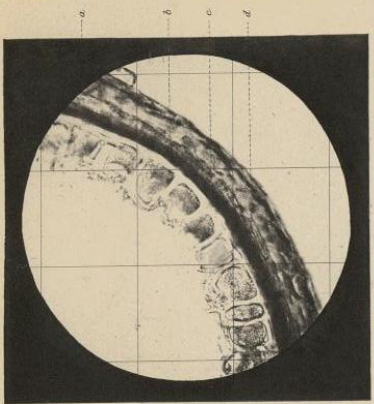


Fig. 9. — Enveloppe ayant traversé
l'appareil digestif de l'homme (agr. $\times 150$ diam.)

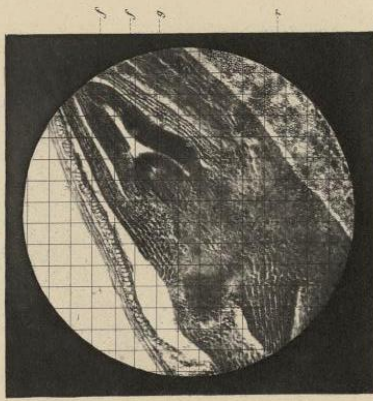


Fig. 10. — Germe du grain de froment en coupe
longitudinale (agr. $\times 40$ diam.)

Alme Girard phot.

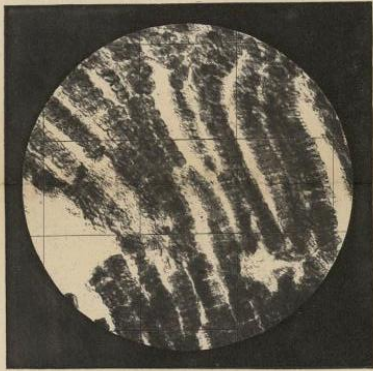


Fig. 11. — Coupe longitudinale du germe
prise à la racine (agr. $\times 150$ diam.)

Helioz. Dejean.

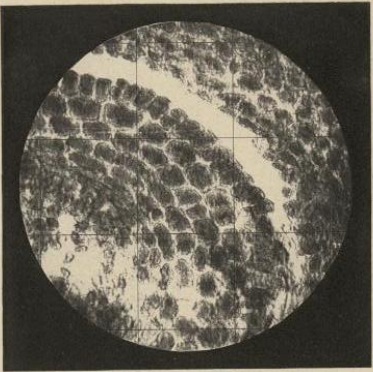
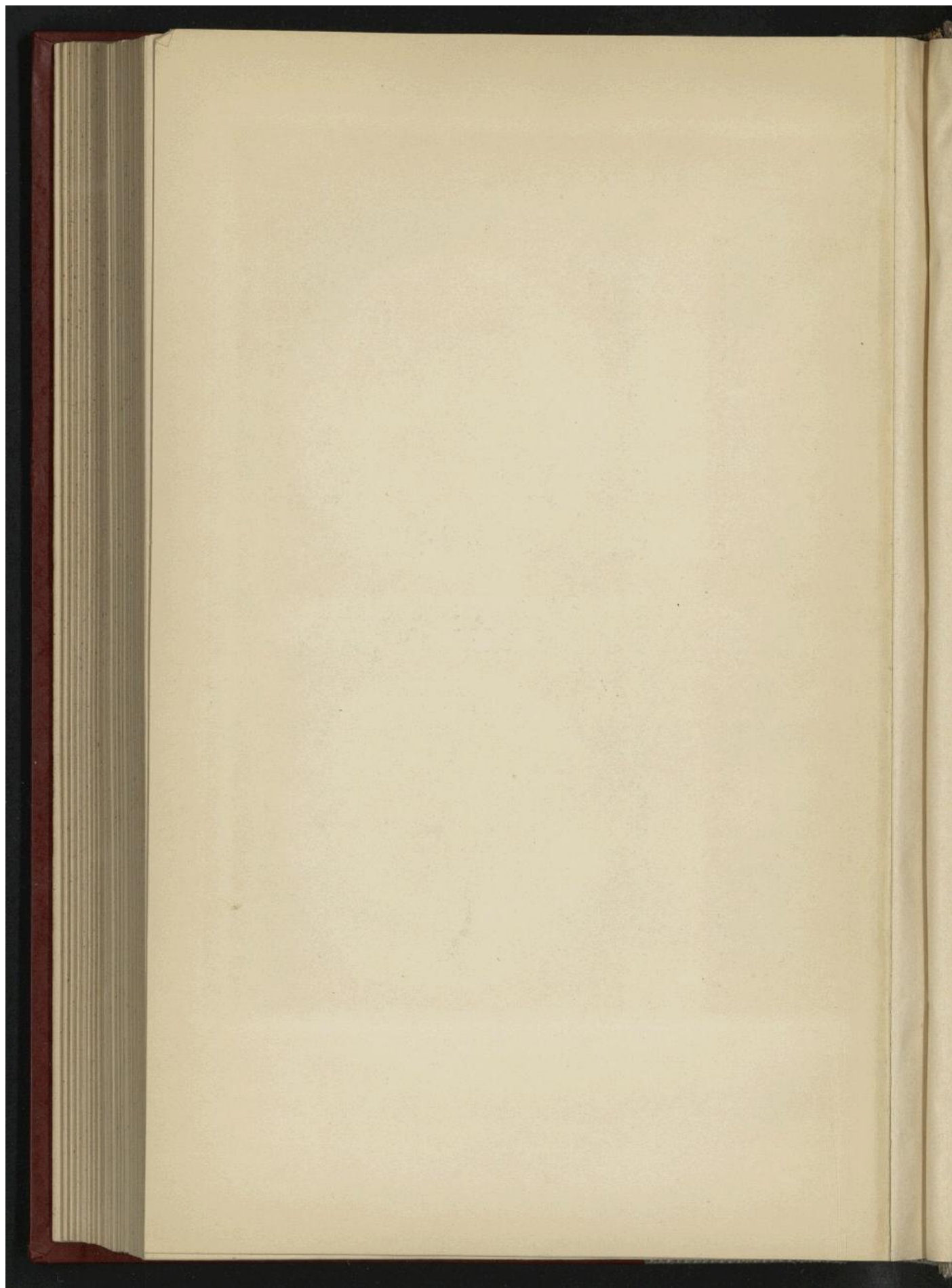
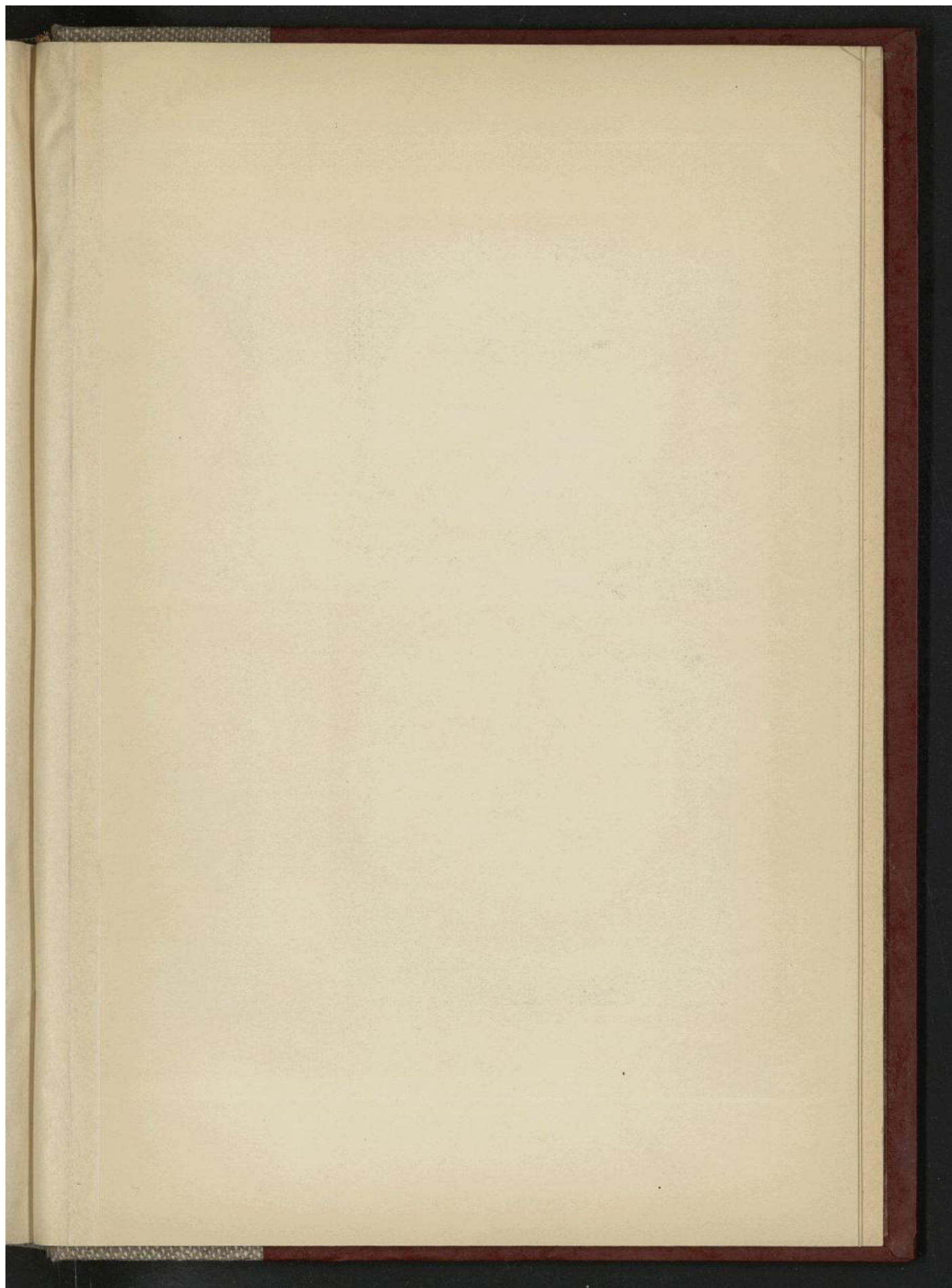


Fig. 12. — Coupe transversale du germe
prise à la racine (agr. $\times 150$ diam.)

Imp. Ch. Weinmann.





MÉMOIRE SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE ET LA VALEUR ALIMENTAIRE
DES DIVERSES PARTIES DU GRAIN DE FROMENT.
Par M^r AIME GIRARD.

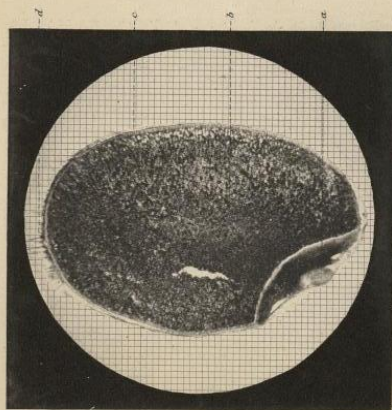


Fig. 1. Coupe longitudinale d'un grain de froment (agr. 12 diam.)

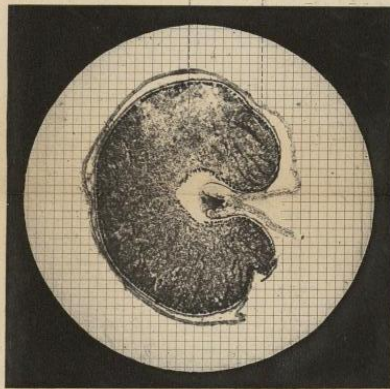


Fig. 2. Coupe transversale d'un grain de froment (agr. 17 diam.)

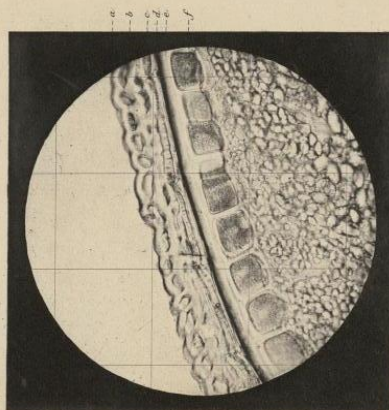


Fig. 4. Enveloppe du grain vue en coupe transversale (agr. 180 diam.)

Aime Girard phot.

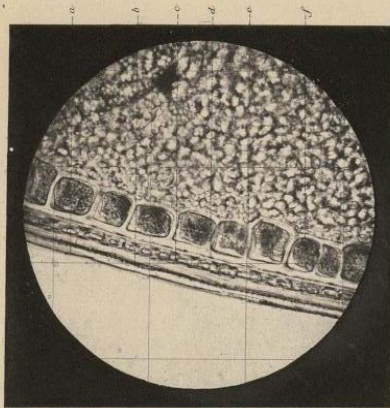


Fig. 3. Enveloppe du grain vue en coupe longitudinale (agr. 180 diam.)

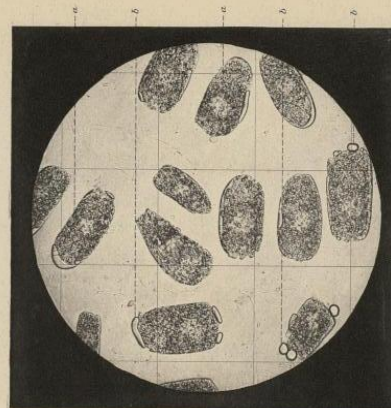
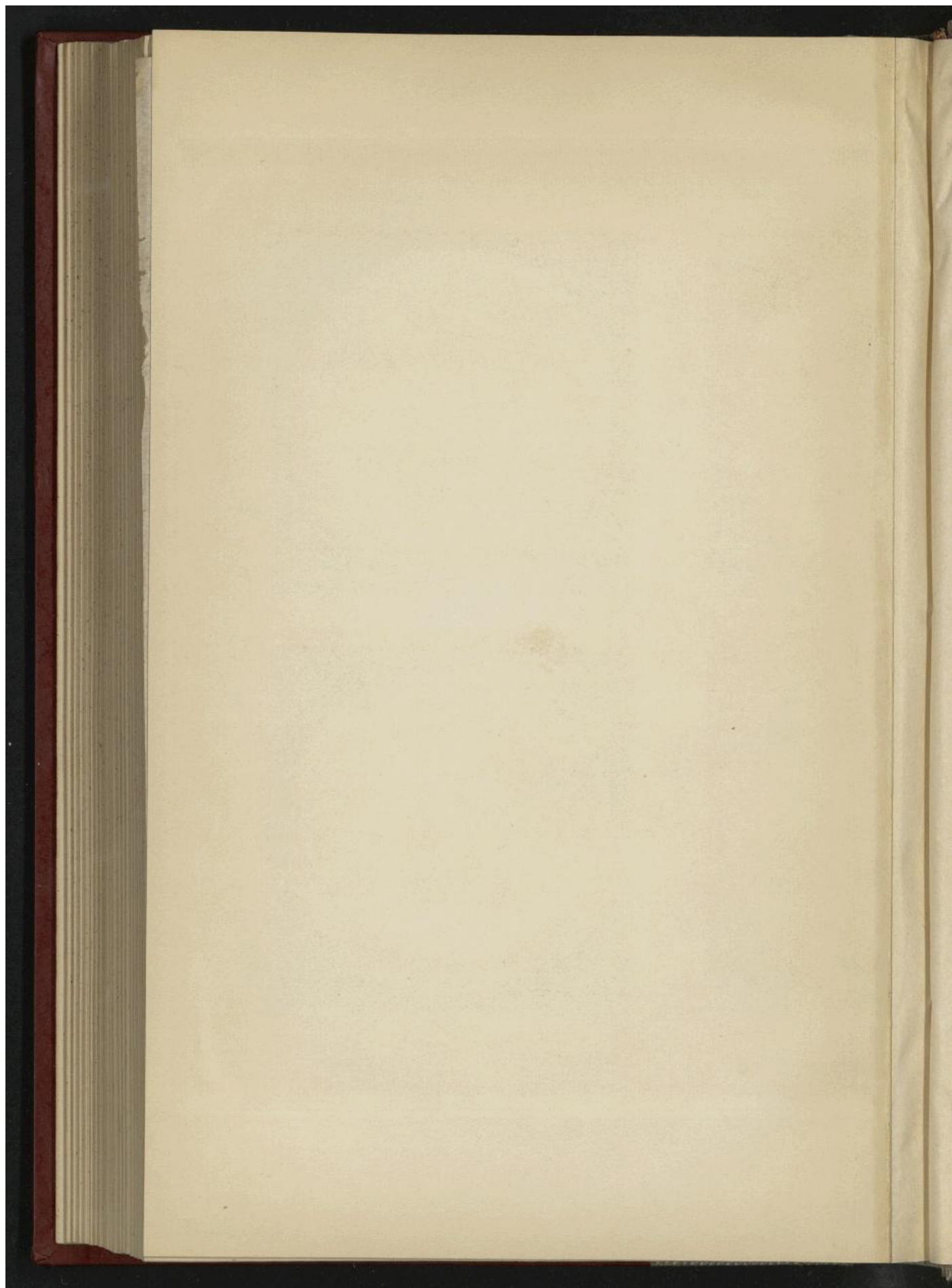


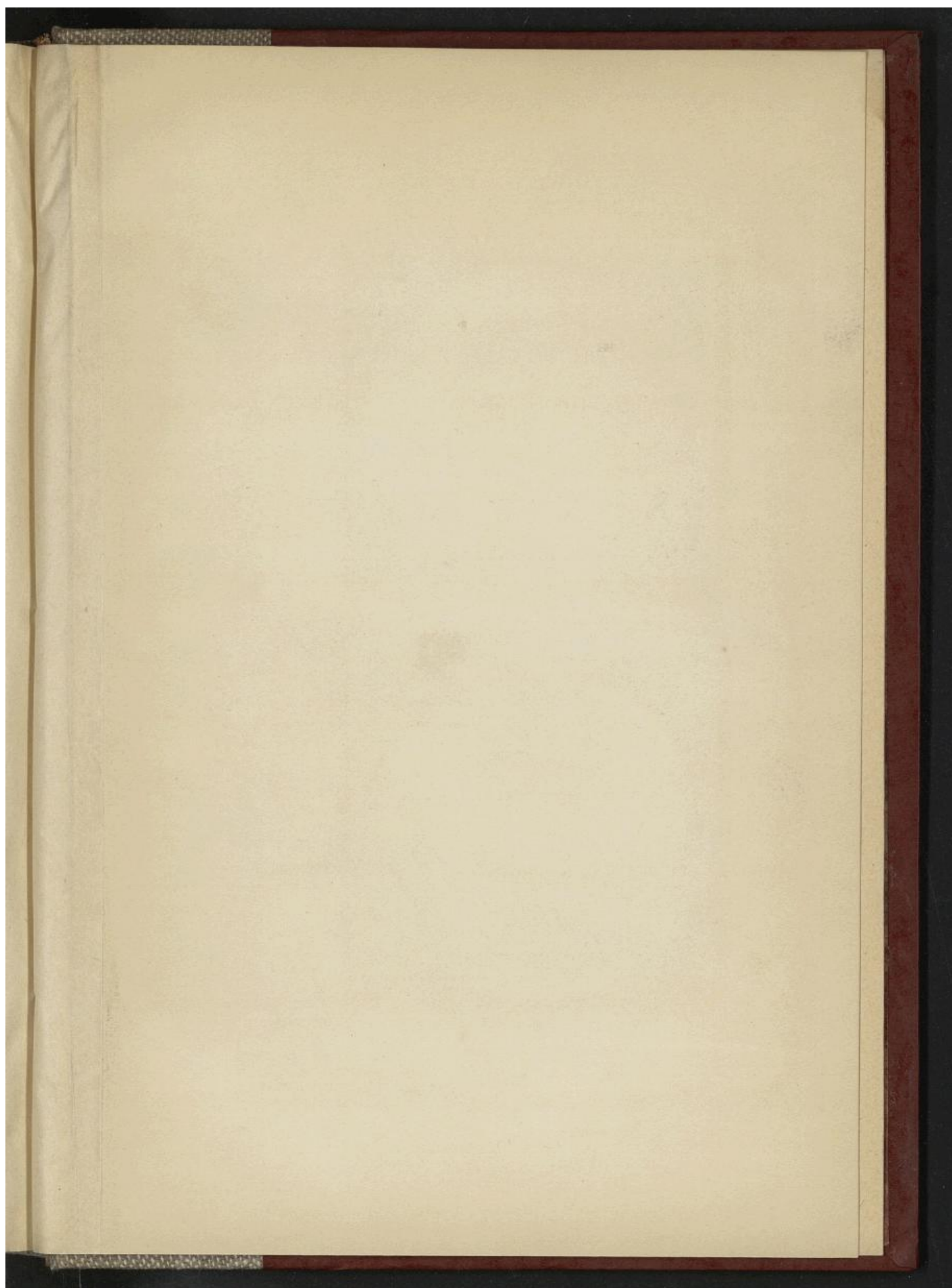
Fig. 5. Enveloppe du grain traitée par la potasse (agr. 180 diam.)

Hellog Dujardin.

Imp. Ch. Witmann







MEMOIRE SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE ET LA VALEUR ALIMENTAIRE
DES DIVERSES PARTIES DU GRAIN DE FROMENT
Par M. AIME GIRARD.

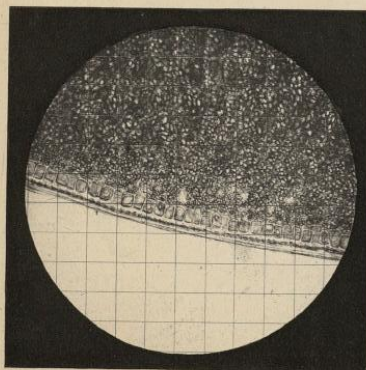


Fig. 13 - Coupe longitudinale de l'amande
près de la perisperm (agr. 55 diam.)

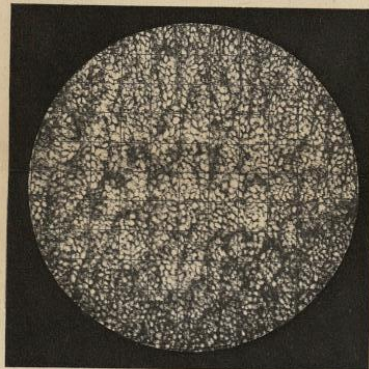


Fig. 14 - Coupe longitudinale de l'amande
près du centre (agr. 55 diam.)

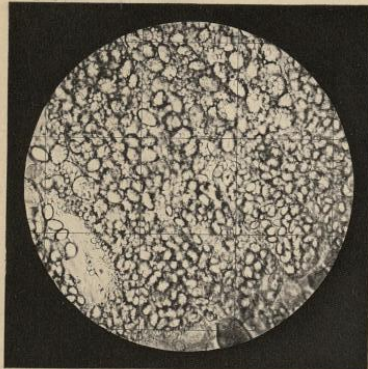


Fig. 15 - Coupe longitudinale de l'amande
près de la perisperm (agr. 180 diam.)

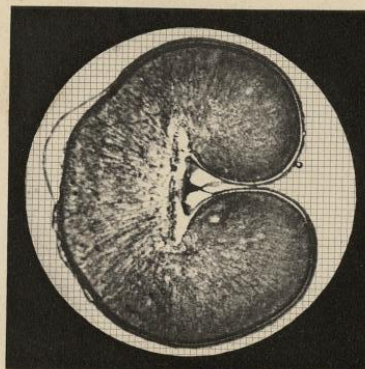


Fig. 16 - Réseau cellulaire mis en liberté
par la dissolution de l'amidon (agr. 12 diam.)

Aime Girard phot.

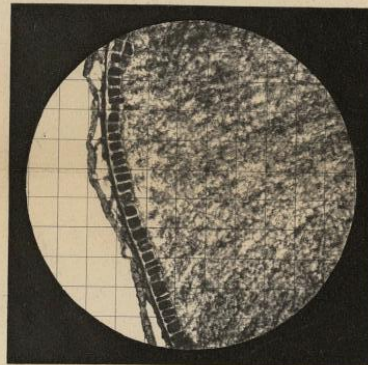


Fig. 17 - Réseau cellulaire mis en liberté
par la dissolution de l'amidon (agr. 95 diam.)

Hélog. Degardin

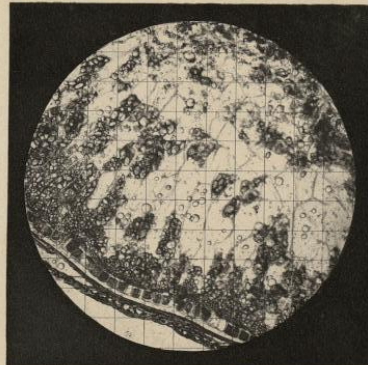
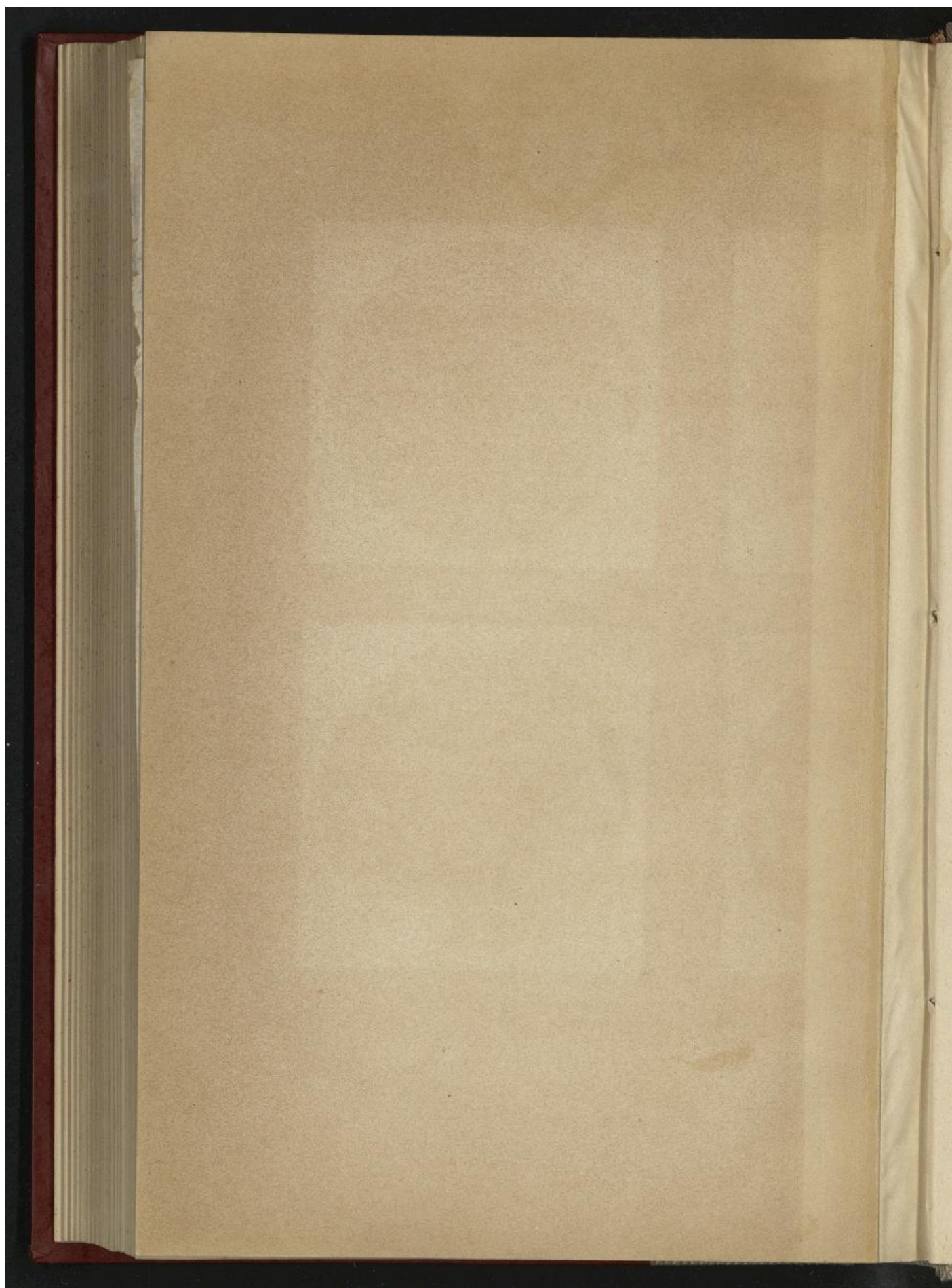
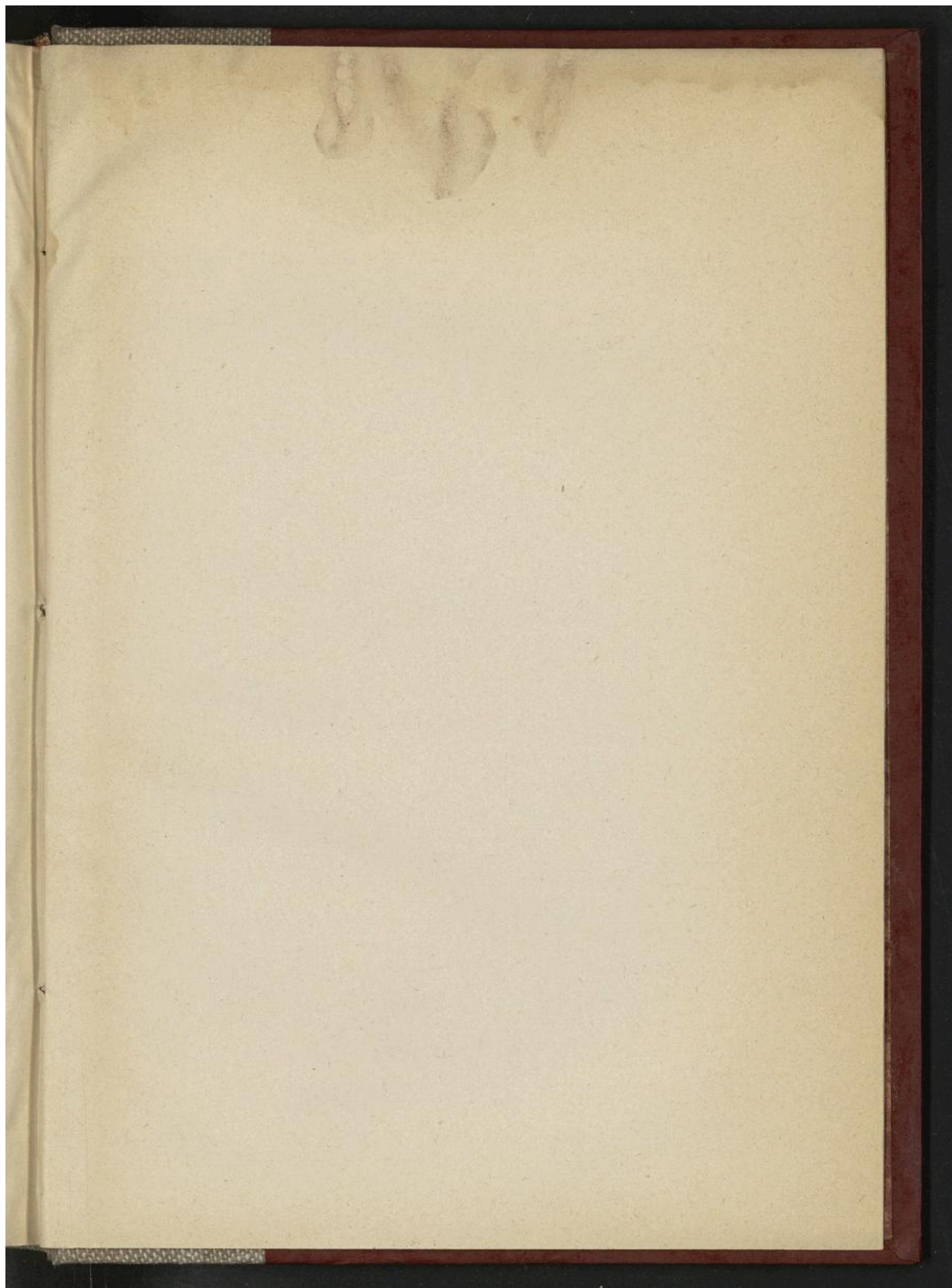


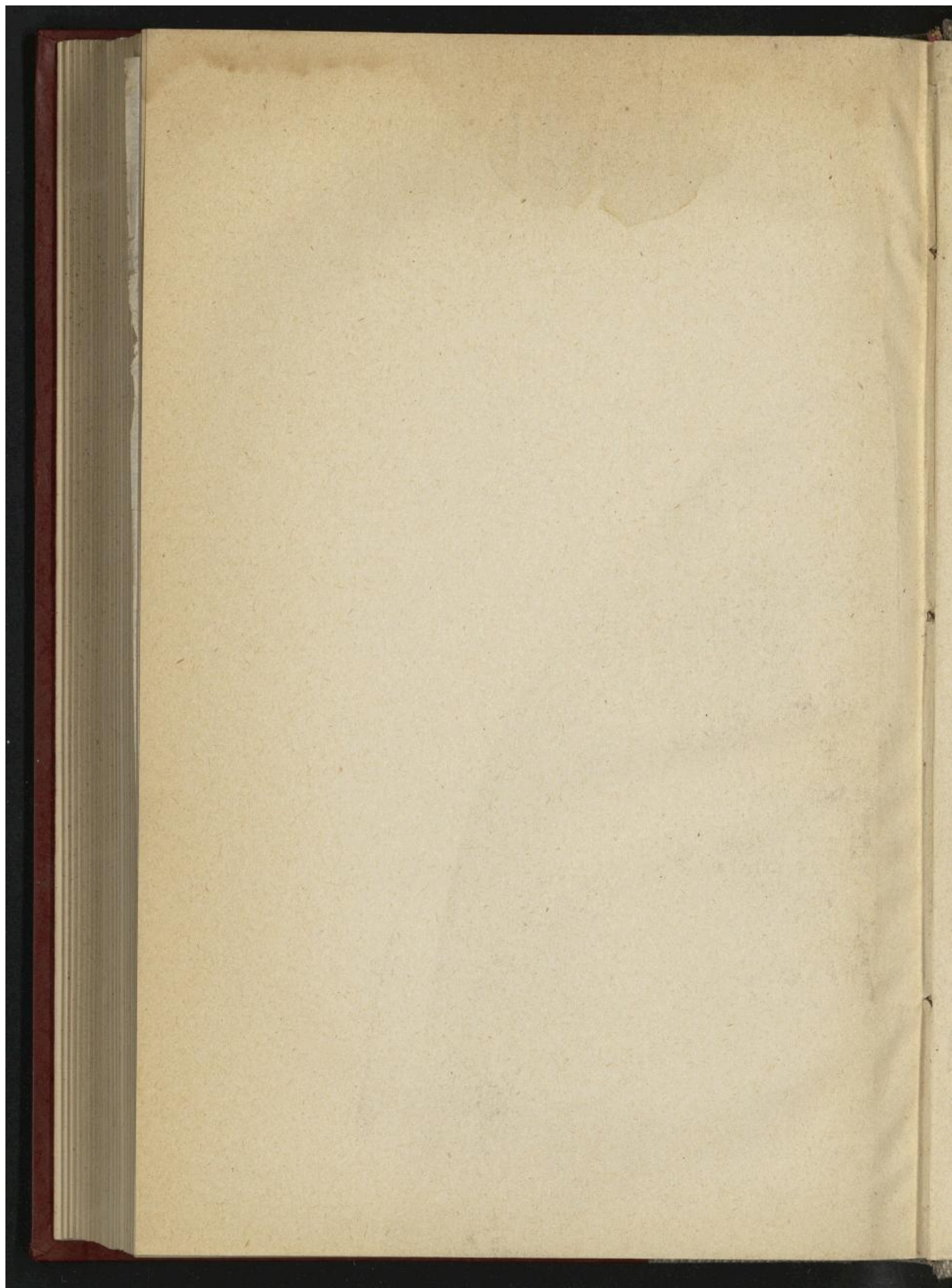
Fig. 18 - Réseau cellulaire partiellement
débarrassé de gluten et d'amidon (agr. 55 diam.)

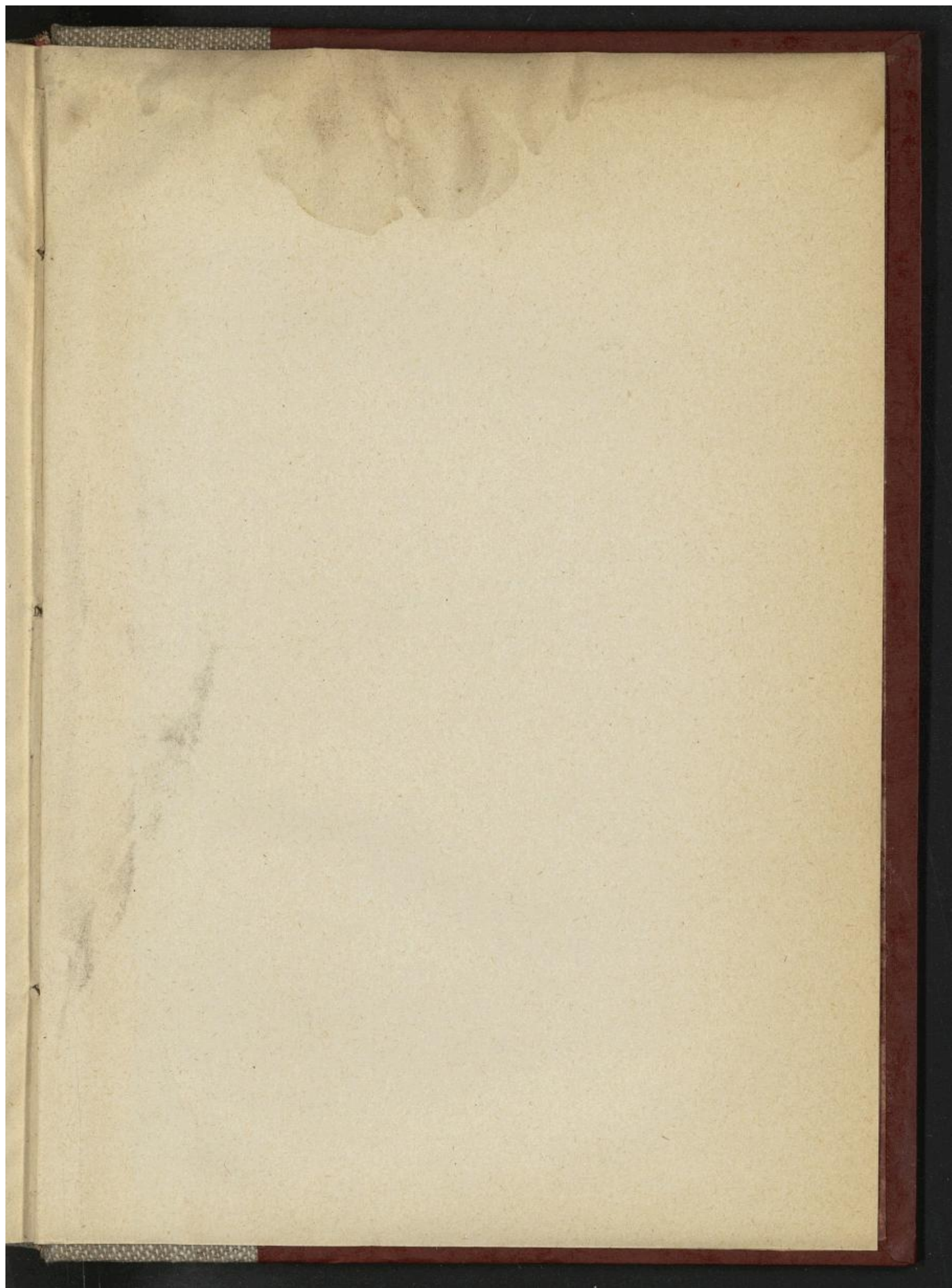
Imp. Ch. Witmann

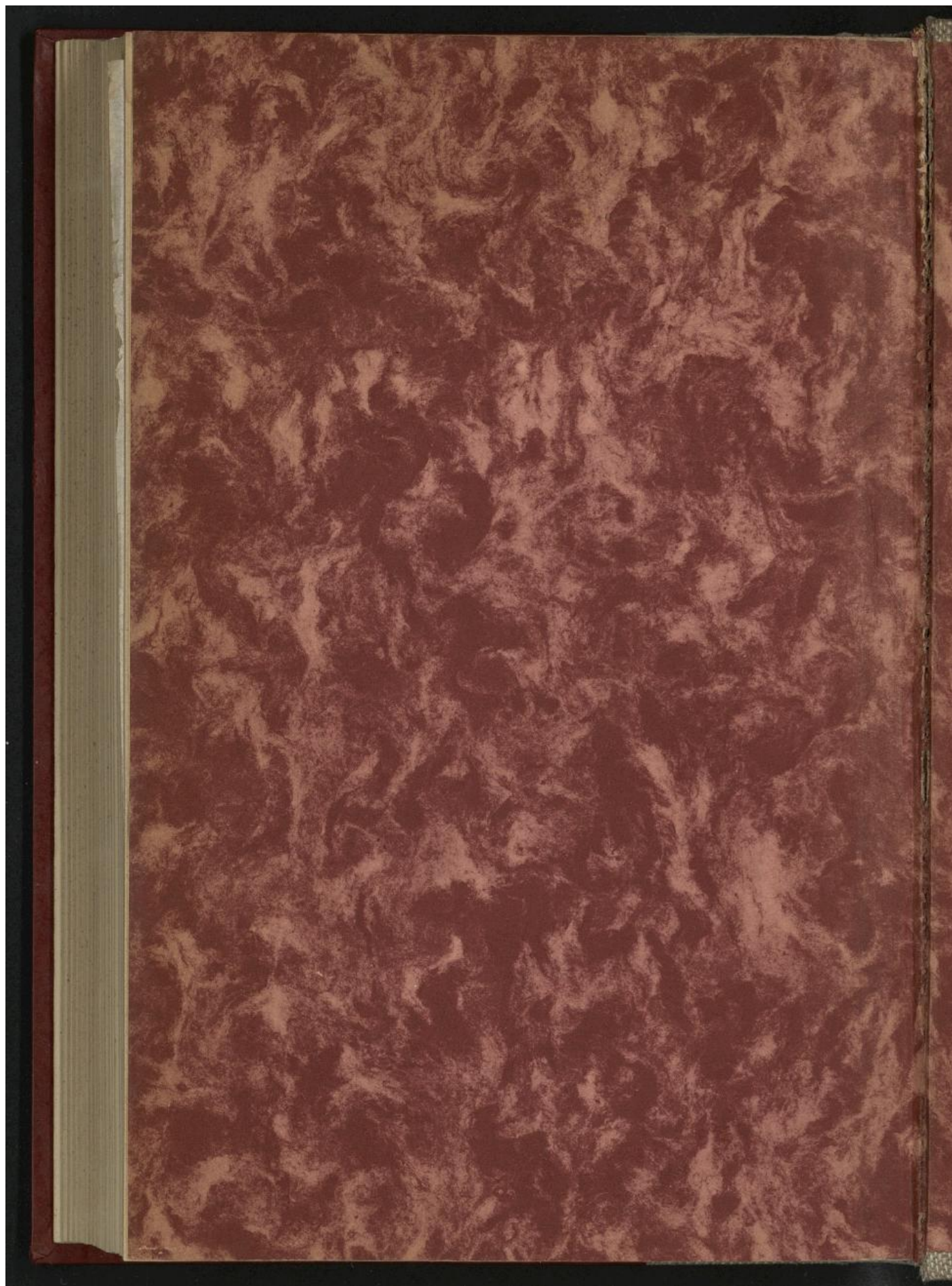




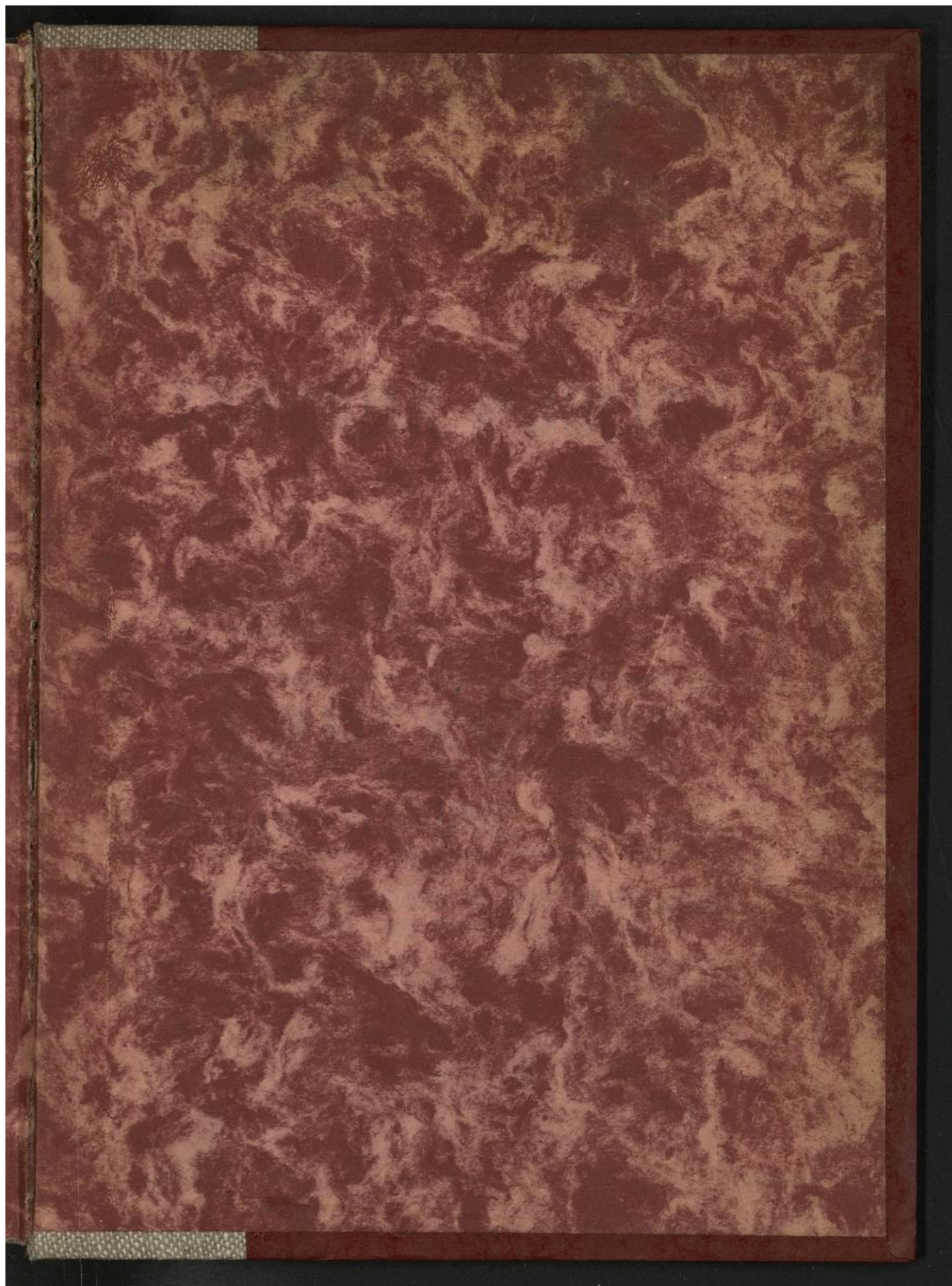








Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires