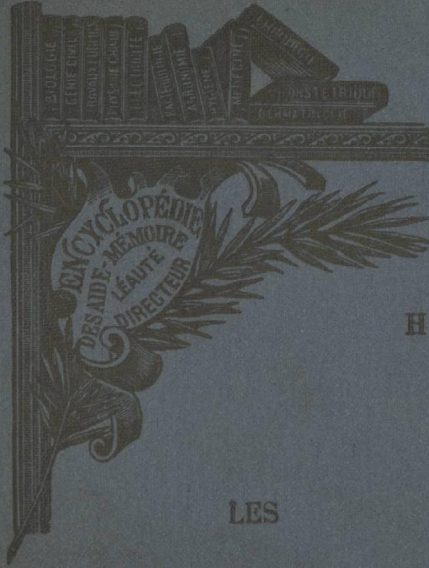


Section du Biologiste



H. NEUVILLE

LES

FERMENTS INDUSTRIELS
D'EXTRÊME-ORIENT

MASSON & C^{IE}

GAUTHIER-VILLARS

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

DES

AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉS

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

NEUVILLE — Ferments industriels d'Extrême-Orient 1

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

N° 02 B

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. LIÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT.

LES FERMENTS INDUSTRIELS D'EXTRÊME-ORIENT

(*BIOLOGIE, EMPLOI ET PRODUITS*)

PAR

H. NEUVILLE

Préparateur au Muséum d'Histoire naturelle,
Lauréat de l'Union Coloniale.

PARIS

MASSON et C ^{ie} , ÉDITEURS,	}	GAUTHIER-VILLARS
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE		IMPRIMEUR-ÉDITEUR
Boulevard Saint-Germain, 120		Quai des Grands-Augustins, 55

(Tous droits réservés)

INTRODUCTION

—

Les fermentations industrielles de l'Extrême-Orient sont caractérisées par l'emploi des *Mucédinées*, ou, si l'on préfère, des *Moisissures*.

En ce moment, où l'industrie d'Europe et d'Amérique commence à emprunter aux peuples orientaux des agents fermentatifs plus parfaits que ceux dont elle disposait jusqu'ici, il n'est pas inutile d'exposer, dans ses traits principaux, une histoire d'ensemble de ces ferments, sur lesquels il est si difficile de se documenter avec exactitude (1).

Pour cela, il est tout d'abord nécessaire de rappeler un certain nombre de faits généraux qui mettront en évidence, dès le début, les caractères essentiels des ferments asiatiques, et les différences qu'ils présentent avec les nôtres.

(1) A ce sujet, je dois remercier ici tous ceux qui ont bien voulu, à titres divers, me communiquer les matériaux ou les renseignements dont j'ai eu besoin. Ce sont, notamment, MM. Costantin, professeur au Museum, A. Calmette, directeur de l'Institut Pasteur de Lille, Hugo de Vries, professeur à l'Université d'Amsterdam, Chauveaud et Hariot, du Museum de Paris.

L'importance de ce sujet s'affirmera immédiatement ainsi.

Il n'est personne qui n'ait observé, à la surface des substances organiques abandonnées à elles-mêmes dans certaines conditions de chaleur et d'humidité, le développement de *Moisissures* formées d'une sorte de feutrage de très fins filaments, dont les uns, dressés verticalement, se renflent en petites sphères noires ou bleuâtres, qui sont des organes de multiplication. Ces moisissures, ou tout au moins les plus vulgaires, sont des Champignons appartenant surtout à l'ordre des Oomycètes (*Mucor*, *Rhizopus...*) et à celui des Ascomycètes (*Penicillium*, *Aspergillus*, etc.).

Dans les conditions ordinaires, ces végétaux inférieurs se développent en détruisant, pour s'en nourrir, une certaine quantité de la substance organique sur laquelle ils végètent. Dans ces conditions, leur action se borne à une simple diminution des matières composant leur substratum. Mais, dans d'autres cas, sur lesquels je reviendrai plus loin, on les voit engendrer de véritables et complexes *fermentations*, dans lesquelles une très petite quantité de moisissures arrive à provoquer la transformation d'une masse considérable de substances organiques.

Ces phénomènes de fermentation sont normaux chez les Bactéries, et répondent en quel-

que sorte aux conditions normales d'existence de ces végétaux dégradés. Ils sont, au contraire, moins communs chez les Champignons. L'exemple des fermentations produites par les Champignons Discomycètes, ou *Levures*, est le plus répandu ; mais il arrive aussi que d'autres Champignons puissent provoquer des fermentations : tel est surtout le cas des *Mucors* et des *Aspergillus*. Les premiers faits de ce genre furent constatés par M. Van Tieghem, qui démontra qu'une solution d'acide tannique, dans laquelle se trouve un mycelium d'*Aspergillus niger*, se décompose en glucose et acide gallique. On sait maintenant que lorsque certains *Mucors* sont placés dans des conditions telles qu'ils ne puissent se développer qu'au fond d'une couche de liquide nutritif, en d'autres termes, lorsqu'ils végètent en profondeur, après avoir épuisé l'oxygène de ce liquide, ils ne se développent plus en branches ; les rameaux qui constituent normalement le mycelium paraissent se morceler en petits éléments à végétation plus ou moins lente, et l'appareil végétatif acquiert un aspect, et aussi des propriétés, analogues à ceux des *Levures*. On dit alors que le champignon végète en levure. Cette ressemblance est même telle que Bail, en 1857, avait cru à une véritable transformation des *Mucors* en *Saccharomyces*. Cette théorie suscita depuis de nombreuses et

vives polémiques que je résumerai en traitant d'un champignon-ferment japonais : l'*Eurotium* (= *Aspergillus*) *Oryzæ* Ahlb., car ce fut surtout à propos de celui-ci que les discussions s'engagèrent.

Si l'oxygène est à nouveau fourni au milieu de culture ci-dessus réalisé, c'est-à-dire si le liquide vient à être aéré de nouveau, la végétation en levure cesse, et le *Mucor* reprend ses caractères ordinaires. Il se développe à la surface du liquide, en donnant des organes aériens de fructification, ou sporanges. Les champignons qui s'adaptent à ces conditions anormales sont surtout ceux qui présentent des *Chlamydospores*, c'est-à-dire chez lesquels il peut se former des spores conidiennes par simple enkystement d'une partie du mycelium.

Dans le cas de végétation en levure, si le liquide contient du saccharose, sucre directement assimilable, celui-ci est consommé purement et simplement par la moisissure; mais si ce liquide contient un sucre non directement assimilable, comme du glucose, elle peut déterminer une fermentation alcoolique dont les effets sont analogues à ceux de la levure de bière. Mais tandis que les levures ordinaires, employées par l'industrie européenne, ne font fermenter que le maltose, et ne poussent même pas toujours la fermentation jusqu'à disparition totale de ce

sucres, certains des champignons asiatiques qui vont nous occuper attaquent non seulement les sucres fermentescibles ordinaires, mais encore les dextrines qui, toutes, résistent plus ou moins aux autres ferments. Une levure spéciale, utilisée par les indigènes de l'Afrique tropicale pour la fabrication d'une sorte de bière de Mil : le *dollo*, ou *pombé*, fait partiellement fermenter les dextrines : c'est le *Schizosaccharomyces Pombe*, étudié par Lindner. Mais son action, à ce point de vue, ne saurait être comparée comme intensité à celle de certaines mucédinées-ferments, et ce sont précisément celles-ci qui représentent l'élément fondamental des levains employés par tous les peuples d'Extrême-Orient, tant pour la production de boissons alcooliques que pour la préparation de divers produits alimentaires. En ce qui concerne ces derniers, c'est une autre propriété des mucédinées qui est mise à profit ; cette propriété, qui est la plus importante, est celle de la *saccharification des matières amylacées*.

Ce pouvoir fermentatif des champignons inférieurs n'a été étudié scientifiquement que depuis un temps relativement court. Or, tandis que les savants occidentaux restaient dans l'ignorance de ce pouvoir, les peuples d'Extrême-Orient avaient su le découvrir et le mettre industriellement à profit. En effet, l'industrie, et

notamment l'industrie alcoolique, de ces peuples, met en œuvre, depuis la plus haute antiquité, des procédés fort différents des nôtres et infiniment plus simples. N'ayant su perfectionner ces procédés, ni même saisir le secret de leur action, les Orientaux les employaient, et les emploient encore, dans des conditions si primitives que leur rendement est d'une infériorité extrême. Mais l'étude de ces procédés indigènes, entreprise par divers biologistes, au premier rang desquels il convient de citer A. Calmette, eut pour résultat d'aboutir à la découverte de la nature exacte, et de l'action intime, de quelques uns des ferments asiatiques. Ces découvertes ne s'arrêtèrent pas là, et l'emploi raisonné de ces ferments permit d'instituer de nouveaux procédés industriels de production de l'alcool, propres tant au travail européen qu'au travail local en Orient.

Les industries extrême-orientales sont donc ainsi basées sur des processus de fermentation entièrement différents de ceux auxquels nous sommes habitués en Europe. Tant au point de leur intérêt scientifique pur qu'à celui de leur intérêt pratique, ces processus méritent d'être mieux connus qu'ils ne le sont en général. Je me propose d'en tracer l'histoire dans cet ouvrage.

Je ne m'en tiendrai pas à l'étude des fermentations alcooliques, *qui sont ici les plus*

importantes au double point de vue scientifique et économique. La fabrication de produits spéciaux à l'Extrême-Orient, comme le *Shôyou* (*Soy* ou *Soja*), que l'on tente d'introduire en Europe, est assez intéressante à ce double point de vue pour mériter un exposé au moins succinct. Malheureusement, de très grandes lacunes existent encore dans nos connaissances sur les processus de certaines de ces fermentations asiatiques; je ne m'en attacherai pas moins à tracer un tableau sommaire, mais exact, de l'état des connaissances actuellement acquises. D'autre part, diverses industries au cours desquelles interviennent d'intéressants phénomènes diastasiques, comme celle de la laque, ne sauraient être considérées comme de véritables industries de fermentation, je n'aurai donc pas à les décrire.

En principe, toutes les industries dont je parlerai ont été primitivement instituées par les Chinois. Elles se sont, dans la suite, plus ou moins développées en dehors de l'Empire du Milieu, et ont été, le plus souvent, étudiées ailleurs qu'en leur pays d'origine. C'est ainsi que le processus de fermentation des alcools de Riz a été surtout étudié en Cochinchine (Calmette); celui des bières à base de Riz, répandues dans presque tout l'Extrême-Orient, a été surtout étudié au Japon (Ahlburg, Atkinson...); enfin

les produits alimentaires obtenus par fermentation de graines amylacées ont été surtout étudiés à Java (Went, Wehmer...).

J'étudierai successivement les ferments des trois classes de produits que je viens d'énumérer, en prenant dans chaque cas, comme point de départ, un produit bien connu, et en le comparant ensuite aux produits voisins.

C'est ainsi que je décrirai successivement les ferments : 1° du *Ru'p'ou*, alcool annamite obtenu au moyen d'un levain chinois : le *Mèn* (ou *Mi-én*) ; 2° du *Saké*, bière de Riz obtenue au Japon à l'aide d'un autre levain : le *Kôji* ; 3° des alcools connus dans les Indes Néerlandaises sous le nom d'*Aracks*, et obtenus à l'aide d'un dernier ferment : le *Ragi*, agissant tantôt sur des mélasses, tantôt sur du Riz⁽¹⁾. J'étudierai enfin le *Shôyou* et quelques produits voisins, c'est-à-dire quelques aliments ou condiments obtenus, tant au Japon qu'à Java, par fermentation de diverses graines, notamment du Haricot-soja, sous l'action du *Koji* ou du *Ragi*.

NOTA. — Dans ce volume, les chiffres placés entre crochets [] correspondent à ceux de l'Index Bibliographique placé à la fin de l'ouvrage.

(1) Cet arack n'a rien de commun, ainsi que je le montrerai, avec celui qui est obtenu, à Ceylan et ailleurs, par fermentation spontanée, et distillation, de jus sucrés extraits de la fleur de certains Palmiers.

CHAPITRE PREMIER

FERMENTS DE L'ALCOOL ANNAMITE (RU'O'U)

Généralités sur le Ru'o'u. — « Les alcools de riz constituent, pour les populations indigènes de l'Extrême-Orient, une denrée alimentaire de premier ordre. Tous les Chinois, Annamites ou Cambodgiens, en consomment presque journellement, et il n'est pas de cérémonies publiques ou privées, de fêtes religieuses, de mariage ou d'enterrement, qui ne s'accompagnent de libations abondantes de *choum-choum* ou *ru'o'u*. En Cochinchine, les plus pauvres Annamites, les plus misérables coolies chinois absorbent en moyenne 2 litres et demi à 3 litres d'eau-de-vie de Riz par mois. Les gens aisés en boivent environ 10 litres. Les femmes ne s'en privent pas plus que du tabac ou du bétel ! Il semble que c'est un complément indispensable à l'alimentation peu substantielle de ces peuples, et son usage, rarement abusif d'ailleurs, ne paraît pas offrir d'inconvénients pour la santé. »

Ce passage, par lequel débute le travail de Calmette sur la fabrication des alcools de Riz en Extrême-Orient, travail de beaucoup le plus important qui ait été écrit sur cette question, fait comprendre en peu de mots l'importance économique de ces alcools. Ceux-ci constituent, en effet, une denrée dont le débouché est constant dans tout l'Extrême-Orient, et à laquelle des emplois industriels pourraient surtout ouvrir d'autres débouchés.

Comme je l'ai dit plus haut, la plupart des industries extrême-orientales, et notamment celles qui nous occupent, sont originaires de la Chine, dont l'état de civilisation a été naguère beaucoup plus avancé que celui des nations voisines. Nous en avons ici un exemple frappant. Non seulement ce sont les Chinois qui ont introduit dans toute la région correspondant aux anciens Empires d'Annam et du Cambodge cette industrie des alcools de Riz, mais ils sont encore parvenus à y monopoliser en quelque sorte cette industrie, dont presque tous les bénéfices restent entre leurs mains. En effet, les alcools de Riz annamites sont obtenus au moyen d'un levain : le *Mén* préparé, à l'époque où Calmette en entreprit l'étude, suivant des procédés soigneusement tenus secrets, par des industriels chinois presque tous originaires de Canton. Il en résultait que la préparation de ces alcools était en-

tièrement à la merci des marchands de levain, avant que les travaux de Calmette ne fissent connaître la composition de celui-ci.

Les procédés européens de fabrication des alcools sont d'ailleurs impraticables dans ces régions (1).

(1) Il est bon d'entrer, à ce point de vue, dans quelques détails qui contribueront à accentuer, et à bien faire saisir, les différences entre nos fermentations européennes et celles de l'Extrême-Orient.

Dans nos régions, pour obtenir de l'alcool en partant d'une matière amylacée (grains ou tubercules), on commence par transformer cette matière en sucre fermentescible au moyen du malt d'orge, des acides (acide sulfurique), ou des alcalis (chaux ou potasse); puis, dans une seconde opération, bien distincte de la première, ce sucre fermentescible est soumis à l'action d'une levure alcoolique, le dédoublant en alcool et acide carbonique.

En ce qui concerne la saccharification, les acides ou les alcalis ne peuvent être employés en Extrême-Orient pour des raisons économiques. L'acide sulfurique devrait être importé d'Europe ou d'Amérique, et coûterait fort cher. La chaux et la potasse sont également assez rares sur place, leur fabrication y est nulle ou quasi-nulle, et les frais d'importation grèveraient trop lourdement, pour ces alcalis comme pour les acides, le budget d'une distillerie locale. Quant à l'emploi du malt d'orge, il a tout à la fois contre lui des raisons économiques et des impossibilités matérielles. L'orge n'existe pas dans les pays qui nous occupent, si ce n'est dans certaines régions de la Chine et au Japon; son prix y serait donc élevé. Quant à l'importation du malt préparé, elle est rendue difficile par suite de l'altérabilité de celui-ci. De plus, le maltage se pratique mal dans les conditions climatiques réalisées

D'autre part, les procédés indigènes présentent une infériorité de rendement considérable.

Le Riz, dont la teneur en amidon est très élevée, devrait, théoriquement, avoir le plus fort rendement en alcool. Dans les distilleries européennes, ce rendement est assez variable. En Italie, où l'on saccharifie le grain de cette céréale par l'acide sulfurique, 100 kilogrammes de matière première fournissent environ 30 litres d'alcool ramené à 100°. Cet alcool possède une odeur infecte « d'autant plus forte que la sac-

en Extrême-Orient. Il n'y a pas non plus à songer se servir de Riz malté. Cette céréale est trop pauvre en albuminoïdes pour pouvoir subir cette opération avec un intérêt pratique, et l'activité diastasique du Riz malté est très faible. D'après Calmette, il est impossible d'en obtenir plus de 1,4 à 1,8 0/0 de maltose, après trois heures de trempé à 80°.

En ce qui concerne la fermentation des jus sucrés sous l'action d'une levure alcoolique, comme cela se pratique en Europe, nous nous trouvons en face de nouvelles difficultés. Celles-ci ne sont pourtant pas insurmontables, et l'emploi judicieux des levures européennes sélectionnées est à préconiser dans certains des cas qui nous occupent. Rappelons cependant que la fermentation alcoolique, telle qu'elle se pratique en Europe, devient inconstante aux températures élevées qui se maintiennent, au moins pendant une grande partie de l'année, dans l'Asie Sud-Orientale.

D'autre part, la levure est encore plus altérable que le malt, et son importation est, en principe, coûteuse et aléatoire.

Les procédés classiques sont donc inutilisables en Extrême-Orient.

charification s'est faite à une température plus élevée, probablement par suite du développement de ferments nuisibles, du ferment butyrique, par exemple » (Calmette). Les distilleries du Nord (France, Allemagne, Belgique) arrivent à un rendement moyen de 58 litres d'alcool ramené à 100° par 100 kilogrammes d'amidon, le rendement théorique étant de 71^{lit},6. Nous verrons plus tard que les nouveaux procédés, suggérés par l'étude du levain chinois, permettent d'atteindre un rendement de 66 litres un quart d'alcool à 100° par 100 kilogrammes d'amidon, rendement correspondant à 97 $\frac{1}{2}$ % de celui qui est indiqué théoriquement par l'équation de Pasteur.

Quels que soient les procédés employés, il faut toujours, en effet, s'attendre à une perte que l'on doit seulement s'efforcer de réduire au minimum. Ceci tient à plusieurs causes. Malgré la cuisson des grains, amenant l'amidon à l'état d'empois pour favoriser la saccharification, il reste toujours une petite quantité d'amidon non saccharifiable (4 à 4 $\frac{1}{2}$ %), et une partie du sucre obtenu se transforme en produits accessoires (glycérine et acide succinique); enfin, si la température est élevée, une petite partie de l'alcool formé s'évapore, et l'on peut arriver ainsi à une perte représentant 25 à 30 % de la quantité d'amidon sur laquelle on opère.

Avec les Riz spéciaux employés en Cochinchine, et dont la teneur en amidon varie de 81 à 84 % (Calmette), on devrait pouvoir obtenir pratiquement 45 litres d'alcool à 100° par 100 kilogrammes de grains. Or, les distillateurs chinois des environs de Saïgon ne dépassent pas un rendement de 60 litres d'alcool à 36° (soit 18 litres d'alcool à 100°) par 100 kilogrammes de matière première. Au Tonkin, d'après Boidin, on obtient, par le même procédé, de 23 à 26 litres d'alcool ramené à 100°.

Lorsque Calmette entreprit l'étude de la fabrication des alcools de Riz en Extrême-Orient, les procédés indigènes, malgré ce faible rendement, paraissaient les seuls applicables sur place, à l'exclusion des procédés européens. Aussi entreprit-il de les perfectionner plutôt que de chercher à leur substituer ces derniers procédés.

Voyons exactement en quoi consiste la méthode chinoise.

Choix du Riz. — C'est un Riz spécial : le *Né'p*, ou Riz gluant, qui sert à la préparation du Ru'o'u (1). L'identification de ce *Né'p* n'est pas aussi facile qu'on pourrait le supposer. Les différents auteurs qui ont traité des Riz indo-

(1) En Cochinchine, ce sont, paraît-il, les arrondissements de Soctrang et de Baclieu qui fournissent les Riz les plus estimés pour la distillation.

chinois ne sont pas absolument d'accord à ce point de vue, et quelques-uns d'entre eux paraissent avoir commis des confusions dans l'identification des espèces ou variétés. En principe, ce sont surtout les variétés de l'*Oryza viscosa* (ou *glutinosa*) qui reçoivent le nom général de *Né'ps*. Mais des variétés d'autres espèces, et notamment de l'*Oryza montana*, reçoivent aussi ce nom de *Né'p* (*Né'p phung*, *Né'p tien*, Heuzé). Considérés par les uns comme le type des Riz durs, les *Né'ps* sont, au contraire, considérés par d'autres comme le type des Riz tendres.

Au point de vue de la composition des *Né'ps*, les quelques recherches faites sont peu concordantes.

Le *Né'p* décortiqué avec lequel Calmette a exécuté toutes ses expériences de fermentation contenait 83,6 % d'amidon « tandis que les Riz durs que l'on préfère pour l'alimentation n'en renferment que 70 à 78 % ».

D'après des Tournelles et Lézé, le *Né'p* contient 85 à 90 % d'amidon en matières sèches et 75 à 80 % en matières humides, teneur inférieure à celle indiquée par Calmette.

Quoi qu'il en soit, il paraît cependant que les *Né'ps*, ou Riz à grains gluants, soient, d'une manière générale, plus riches en gluten que les Riz à grains secs. La présence de co gluten

expliquerait, et le caractère gluant, *glutineux*, de la graine cuite, sur lequel les Annamites basent leur détermination des Nè'ps, et la préférence dont ceux-ci sont l'objet pour l'industrie alcoolique. En effet, s'ils renferment moins d'amidon, ils doivent avoir un rendement théorique inférieur en alcool ; mais, s'ils renferment plus de gluten, ils sont plus aptes à permettre la végétation des champignons qui provoquent la saccharification de l'amidon et l'alcoolisation du sucre.

Préparation du levain chinois. — Celui-ci est préparé d'après une formule compliquée, et, comme je l'ai dit plus haut, tenue secrète. Calmette réussit à se procurer le texte de cette formule, écrit en caractères chinois. Avec ce texte, il fit acheter, chez des droguistes chinois de Cholon (1), un échantillon de chacune des substances indiquées, puis il réussit encore à observer, chez les fabricants de levain, toute la série des manipulations que subit celui-ci.

Ces manipulations sont les suivantes : on broie un Riz quelconque, généralement bien décortiqué, des brisures même, et on le réduit en une farine grossière. On pile, d'autre part, un mélange de quarante-six espèces végétales dont la liste est reproduite dans le travail de

(1) Près Saïgon.

Calmette ⁽¹⁾ et l'on passe à travers un tamis le produit de ce pilonnage. On obtient ainsi une poudre que l'on mélange, à parties égales, avec la farine de Riz précédemment obtenue. On malaxe alors avec de l'eau, et l'on obtient une pâte que l'on coule en petits pains sur une natte. Quelques fragments de balle de Riz sont fixés à la base de ces pains et, dans l'esprit des Chinois, ces fragments de balle sont simplement destinés à empêcher le levain d'adhérer à la natte, tandis que les travaux de Calmette ont montré qu'ils sont, en réalité, le substratum des micro-organismes de la fermentation. On voit donc que cette balle de Riz, bien que ne figurant pas sur la liste des substances qui doivent former le levain, en constitue l'élément essentiel, puisqu'elle est le véhicule des ferments.

Les nattes recouvertes de levain sont ensuite placées sur des étagères, puis, au bout de quarante-huit heures, portées au soleil jusqu'à dessiccation. On emballe ensuite les pains dans des sacs, et ils sont ainsi livrés aux distillateurs. En 1892, ces sacs, du poids d'un *picul* (60 kilogrammes), se vendaient, d'après le cours, à un prix oscillant autour de six piastres ⁽²⁾.

(1) Voir p. 72, la liste des principales de ces substances. Les autres paraissent inactives.

(2) La valeur de la piastre était alors d'environ quatre francs.

Le levain, livré ainsi au commerce, se présente sous forme de petits gâteaux aplatis, de la taille et de l'aspect d'un massepain, avec une surface granuleuse, grisâtre. Leur base est incrustée de balle de Riz, et leur odeur est comparée par Calmette à celle d'une farine moisie, qu'on aurait saupoudrée de cannelle et d'autres aromates.

Action du levain chinois. — La masse sur laquelle doit agir ce levain est préparée de la manière suivante : le Riz (*Né'p*), décortiqué d'une façon plus ou moins parfaite, est placé dans une chaudière de cuisson avec un peu plus de son poids d'eau chaude. Calmette indique 22 kilogrammes d'eau pour 18 de grain ; pour ce même poids de grain, des Tournelles et Lézé indiquent 35 kilogrammes d'eau. Ces 18 kilogrammes de grains paraissent constituer une quantité invariablement choisie. La cuisson s'effectue lentement, pendant une heure et demie ou deux heures, et, en tout cas, jusqu'à évaporation complète ; le grain est alors gluant, mais encore solide, et s'écrase facilement entre les doigts. Il est ensuite étalé en couches minces sur des nattes où on le laisse refroidir pendant une heure et demie environ. Puis on le saupoudre de 250 grammes du levain ci-dessus décrit, finement pulvérisé. Ce mélange est malaxé, puis versé dans des jarres de terre cuite d'environ

20 litres de capacité, de manière à ne les remplir qu'à moitié; ces jarres sont alors fermées d'une manière non hermétique et abandonnées à elles-mêmes. Sous l'influence du levain, il se produit une saccharification de l'amidon. Elle est achevée en trois jours. Les jarres sont alors incomplètement remplies avec une eau quelconque et laissées découvertes. Une fermentation alcoolique s'effectue aussitôt : les bulles d'acide carbonique se dégagent et, quarante-huit heures après, une croûte de Riz vient se former à l'orifice. La masse semi-pâteuse, semi-liquide, qui reste dans les jarres, est alors prête à être distillée. La durée totale de l'opération est ainsi de cinq jours.

Distillation. — Les Annamites se servent d'alambics très primitifs, généralement formés d'une cuvette de tôle, chauffée à feu nu, le plus souvent à l'aide de bûches de palétuvier, et sur laquelle s'adapte une sorte de tronc de cône en planches, cerclé de fer, et surmonté lui-même d'un chapiteau de terre cuite. Ce chapiteau reçoit sur son sommet un vase rempli d'eau froide, qui détermine une première condensation des vapeurs distillées; cette condensation s'achève dans un condenseur en fer, d'une capacité de 15 à 30 litres, plongé dans une eau bourbeuse, et relié au chapiteau par un simple tube de bambou. Tous les joints de cet appareil primitif sont lutés avec un

mélange de terre glaise et de résidus de Riz déjà distillé.

Quant à la marche de l'opération, elle est dirigée par un ouvrier qui plonge de temps à autre une règle graduée dans le condenseur, et arrête la distillation lorsque l'alcool s'élève jusqu'à un niveau empiriquement tracé sur sa règle. Ce premier alcool est recueilli à part ; il se distille ensuite un alcool faible, de très mauvais goût, qui sera redistillé dans une opération suivante. Les résidus, ou *drèches*, sont utilisés pour la nourriture des bestiaux.

D'après Calmette, 100 kilogrammes de Riz (poids sec avant cuisson) traités par 1^{kg},500 de levain donnent environ 60 litres d'alcool à 36°. D'après une lettre de Croizade (de Haïphong), insérée dans le Mémoire de des Tournelles et Lézé, la distillerie de Khaub-Hoï (près Saïgon) obtenait 12 litres d'alcool à 36° ou 10 litres d'alcool à 37°, pour un poids primitif de 18 kilogrammes de *Né'p*, additionné de 250 grammes de levain et formant, après fermentation, une masse totale de 72 kilogrammes. Le rendement est à peu près le même dans ces deux cas.

A l'époque où Calmette fit son travail sur les alcools indo-chinois, la distillerie principale de Saïgon, qui se trouvait au village de Thu-Tinh, possédait dix chaudières de cuisson et vingt alambics. On y travaillait journellement 1 100

kilogrammes de *Né'p*, produisant à peu près 600 litres d'alcool à 35°.

Les fourneaux font, en général, trois chaufes par vingt-quatre heures.

Produit obtenu. — L'alcool ainsi préparé constitue le *ru'o'u*, vulgairement appelé *choum-choum* dans nos possessions indo-chinoises (1).

Cet alcool, ainsi que l'on peut s'y attendre d'après une fabrication aussi grossière, renferme de nombreuses impuretés. Certaines de ces impuretés proviennent du manque de rectification, d'autres proviennent des *levures* diverses qui se trouvent dans le levain chinois. Celui-ci contient, en effet, outre divers ferments utiles, de véritables ferments de maladie, qui, au lieu de concourir à la saccharification et à la fermentation alcoolique, les entravent et développent, dans la masse, des produits de goût particulier distillés ensuite avec l'alcool. En outre, d'autres ferments de maladie paraissent apportés par l'air. Il est bon de faire remarquer que les ferments normaux du levain chinois suffiraient à développer, dans le produit distillé, une saveur très particulière.

(1) Cette dernière expression, qui est aussi peu annamite que française, paraît dérivée des expressions chinoises *sam-cheou* ou *chaō-tsiou*, qui ont, dans cette langue, la même signification que le mot *ru'o'u* en annamite.

La saveur du ru'o'u est aigrelette, empyreumatique, c'est à celle du *whisky* de qualité inférieure qu'elle peut être le mieux comparée. Son titre avoisine le plus souvent 36°; il varie suivant les distilleries et, d'après Calmette, est toujours compris entre 34 et 42°, déduction faite de la correction de température. Tel qu'il est, ce breuvage est préféré par les Annamites à nos spiritueux d'exportation (1). Les conditions de force alcoolique et de saveur spéciale que je viens de signaler sont exigées par les Annamites; aussi les alcools de Riz rectifiés, préparés par des procédés perfectionnés, ne sauraient-ils, pour ceux-ci, remplacer le ru'o'u.

Quelques indigènes, d'un goût plus raffiné, usent d'un alcool doux, préparé de diverses manières, et qui se rapproche un peu de nos liqueurs. Le rapport de des Tournelles et Lézé en signale, d'après Croizade, la fabrication à Khaù-Hoï. La distillerie de Khaù-Hoï occupait alors un fourneau spécial pour la préparation de cet alcool, obtenu avec du *Né'p* mis à fermenter pendant un mois sous l'action de la levure chinoise. L'alcool, une fois distillé, était additionné de 12 kilogrammes de sucre et

(1) Il est inutile de dire que des exceptions se rencontrent, surtout dans les villes, mais cette observation paraît exacte en ce qui concerne la masse de la population.

de 10 litres de *colorant* pour 100 litres. Dans d'autres cas, des sortes de liqueurs sont préparées par infusion de plantes aromatiques, par exemple de graines de nénuphar, dans du *ru'o'u* ordinaire.

Micro-organismes du levain chinois. — En ensemençant par la méthode des dilutions, sur du moût de bière gélatiné, coulé en boîtes de Pétri, un très petit fragment de levain chinois préalablement trituré dans de l'eau distillée, Calmette obtint, au bout de quarante-huit heures, un développement abondant de colonies bactériennes et de moisissures. L'examen microscopique de ces cultures lui montra plusieurs variétés de *levures* ressemblant parfaitement aux *Saccharomyces* déjà connus et employés comme ferments alcooliques.

Il rencontra encore plusieurs espèces de moisissures dont l'une, très abondante, se multipliait par un mycelium rameux, et couvrait rapidement d'une couche blanche toute la surface du moût gélatiné, presque sans former de rameaux aériens.

Parmi toutes les espèces de microbes et de moisissures qu'il isola sur ce milieu, par la méthode des plaques, celle-ci fut la seule possédant à un très haut degré le pouvoir de saccharifier l'amidon. C'est donc à elle qu'il convient d'attribuer le rôle principal, au moins au point

de vue de la saccharification, dans l'action complexe du levain chinois sur le Riz.

Calmette étudia tout à la fois le développement et les propriétés biologiques de cette moisissure. Sans vouloir se prononcer d'une manière absolue sur sa place dans la classification cryptogamique, il se borna à lui donner le nom signalétique d'*Amylomyces Rouxi*. M. Costantin, à qui des échantillons de cet organisme furent communiqués, le rangea parmi les *Mucors* ⁽¹⁾. Eijkman [1] crut ensuite rencontrer l'*Amylomyces*, qu'il désigne sous le nom de *Mucor Amylomyces Rouxi*, dans le levain employé à Java pour la fabrication de l'Arack. Mais Wehmer [5], qui a longuement étudié tous ces ferments, considère ce *Mucor* comme n'étant pas l'*Amylomyces*. Went et P. Geerligts [1] proposèrent de ranger l'*Amylomyces* dans le sous-genre *Chlamydomucor* (à côté du *Chlamydomucor Oryzæ* qu'il découvrirent à Java), sous le nom de *Chlamydomucor Rouxi* Calmette. Lévy, qui le mentionne sous le nom primitif d'*Amylomyces Rouxi*, le regarde, au contraire, comme n'étant pas susceptible d'être rangé parmi les *Mucors*, et le place dans le sous-ordre des *Pseudascomy-*

(1) Cette détermination n'a pas été publiée. Elle est relatée dans le travail de Sanguinetti, et M. Costantin a bien voulu me la confirmer.

cètes (1). Wehmer [5] qui en a repris assez récemment l'étude, le considère comme un vrai *Mucor*, et le décrit sous le nom de *Mucor Rouxi*. Enfin Chrzasczcz, tout en ne s'accordant pas entièrement avec ce dernier auteur sur les caractères végétatifs du champignon qui nous occupe, le regarde néanmoins, lui aussi, comme un *Mucor*.

Nous connaissons bientôt le détail de toutes ces études, et la raison d'être des divergences qu'elles présentent.

Caractères végétatifs et culture de l'*Amylomyces Rouxi*. — Les caractères morphologiques de ce Champignon varient, comme il fallait s'y attendre, avec la nature des milieux sur lesquels il est cultivé. La plupart d'entre eux ont été mis en évidence par Calmette ; leur étude fut ensuite reprise notamment par Eijkman, Wehmer [5] et Chrzasczcz, qui firent surtout bien connaître l'appareil reproducteur.

Dans un milieu favorable, par exemple sur du moût de bière gélatiné, coulé en boîtes de Pétri, l'*Amylomyces* donne un mycelium rameux, recouvrant bientôt toute la surface d'une couche blanche veloutée.

A la température de 25°, on voit apparaître,

(1) Lévy divise l'ordre des Ascomycètes en trois sous-ordres : *Pseudascomycètes*, *Dematium*, *Ascomycètes proprement dits*.

dès le premier jour, un mycelium aérien de 5 millimètres, qui, dès le lendemain, porte de nombreux sporanges, il forme, autour des points d'ensemencement, des flots de 1 à 3 centimètres ; la partie de ce mycelium qui se développe *dans* le substrat forme surtout des gemmes (chlamydo-spores) ; d'une manière générale, plus le milieu est mauvais et la culture âgée, plus la formation de gemmes s'accroît, et plus l'on voit diminuer celle des sporanges. Celle-ci est assez capricieuse ; elle paraît exiger un milieu de culture solide et une large aération. Sitnikoff et Rommel, qui ont étudié les variations morphologiques de l'*Amylomyces*, et en ont décrit plusieurs variétés, ont observé que la formation des sporanges s'effectue plus facilement lorsqu'on renverse les vases de cultures, le col en bas. Il est probable que, dans ce cas, l'acide carbonique dégagé s'écoule par la tubulure, par suite de sa densité, tandis que l'air pur gagne la partie supérieure du vase renversé.

Sur le Riz cuit à la vapeur, ou les féculs hydratés par la chaleur humide, l'*Amylomyces* étale très rapidement un mycelium aérien et transforme partiellement en sucre la couche d'amidon sous-jacente ; mais le sucre formé est alors aussitôt utilisé pour l'alimentation de la moisissure, et il en est ainsi tant qu'elle s'accroît au contact de l'air. Si, par contre, on l'oblige à

se développer en profondeur, c'est-à-dire en l'absence d'oxygène, elle hydrate l'amidon avec une très grande énergie, en produisant de la dextrine et du sucre fermentescible.

Sur l'agar glucosé, cette moisissure s'étale en nappe blanche, offrant l'aspect d'une toile d'araignée à mailles enchevêtrées dans toutes les directions. La rapidité du développement est telle qu'en quarante-huit heures la surface entière du milieu de culture est envahie. Sur la pomme de terre et la patate douce, cette même moisissure forme un enduit farineux qui, au bout de quelques jours, s'éclaircit, devient transparent et presque imperceptible à l'œil nu. Elle liquéfie la gélatine-peptone et pousse également, mais avec moins d'énergie, dans le bouillon de bœuf peptonisé et alcalinisé. Les bouillons acides sont ici les plus favorables.

Le lait est coagulé en vingt-quatre heures, à l'étuve, sous l'action de l'*Amylomyces*, sans que sa coloration soit changée ; mais le lait coloré en bleu par la teinture de tournesol est fortement rougi. Je reviendrai plus loin sur cette formation d'acide.

Tous les liquides sucrés un peu acides, et contenant du phosphate de potasse, conviennent à cette moisissure. Dans le liquide Raulin et dans le liquide Laurent, elle croît d'abord en profondeur, formant un joli flocon cotonneux jusqu'à

ce que la totalité du sucre ait disparu. Elle s'étale ensuite en un mycelium feutré, blanc, dont le réseau emprisonne une multitude de petits cristaux d'oxalate, reconnus au microscope par Calmette, grâce à leur forme caractéristique (v. p. 38).

Les recherches du même auteur montrent encore les faits suivants : les milieux de prédilection de cette moisissure sont le moût de bière liquide ou gélatinisé, et surtout les substances amylacées cuites à la vapeur. Noyée dans le moût de bière, elle se développe en masses floconneuses, et produit environ 2,4 d'alcool p. ‰, en six jours. Si elle se développe seulement en surface, elle brûle le maltose du moût et le transforme directement en acide oxalique sans produire d'alcool.

« Dans les cultures profondes, en moût gélatinisé, partout où le mycelium échappe au contact de l'air, il s'accroît par bourgeonnement direct, étalant en tous sens ses ramifications tubuleuses, dans l'intérieur desquelles on peut facilement suivre, à un grossissement de 150 diamètres, la progression du protoplasma, mais aucune conidie n'apparaît. ». En noyant la plante dans un liquide sucré, dextriné ou amylacé, Calmette ne la vit pas engendrer de cellules ovales ou sphériques, en forme de levures. Elle se développait exclusivement en un mycelium rameux.

Le développement de l'*Amylomyces* a été étudié par le même auteur, qui, pour cela, l'ensemencait en gouttes suspendues dans du moût de bière, ou emprisonnait un rameau mycélien dans de l'agar glucosé, en chambre humide de Ranvier.

« Au contact de l'air, sur les bords de la gouttelette suspendue, le tube mycélien s'allonge peu, et se divise bientôt en cloisons transversales au milieu desquelles le protoplasma, très réfringent et granuleux, s'amasse pour former des conidies. Au début, ces conidies ont une forme cubique, puis elles s'arrondissent, mais ne s'isolent pas du rameau qui les a fait naître, et qui se prolonge au-dessus d'elles pour former, un peu plus loin, une ou plusieurs autres conidies semblables ».

Dans ses expériences, Calmette n'observa pas la formation de zygospores à l'extrémité des filaments aériens du mycelium, comme chez d'autres Mucorinées. Il n'observa pas non plus la formation de capitules comme chez l'*Aspergillus*, et, quel que fût le milieu de culture, il n'observa aucune sporulation à l'extrémité des filaments mycéliens, mais seulement des conidies se formant dans la continuité de ces filaments.

Lévy, dont j'ai déjà mentionné l'opinion sur la place de l'*Amylomyces* dans la classification cryptogamique, résume ainsi le développement de cet organisme : supposons qu'on ait une

spore ou une conidie ; cette spore végète et bourgeonne en divers points. Les bourgeons en forment de nouveaux et constituent des séries de chapelets autour de la cellule primitive. Ceci a lieu surtout lorsque la plante est à l'abri de l'air. Ces chapelets sont formés de conidies qui se séparent et vont ensuite germer pour leur propre compte. Mais si la plante se trouve dans l'air, il se produit souvent des bourgeons allongés en tubes (vrais rameaux), à un certain moment. Le rameau se cloisonne en un point, c'est à la fois l'asque et la spore.

De ce dernier fait, Lévy conclut que l'*Amylomyces* n'est pas un véritable Ascomycète, car si c'en était un, il se formerait, dans cette cellule isolée, un bourgeonnement intérieur engendrant la spore ; mais elle se détache et végète pour son compte. Il y a donc là, d'après cet auteur, une sorte de *scissiparité* dans laquelle les deux fractions formées sont très inégales entre elles.

Voici donc, ajoute Lévy, une plante qui n'est pas un Ascomycète vrai, mais ce n'est pas non plus un Oomycète, puisqu'elle ne donne pas d'œuf, ni un Basidiomycète, puisqu'elle ne donne pas de baside. Ce serait donc à tort qu'on la classerait parmi les Mucors qui sont de vrais Ascomycètes, et cette plante rentrerait dans un sous-ordre spécial des Ascomycètes : celui des Pseudasco-mycètes.

Cependant, tous les auteurs sont d'accord pour considérer l'*Amylomyces* comme un *Mucor*.

Dès 1894, Eijkman [1] crut le rencontrer dans le Riz fermenté qui sert, à Java, pour la fabrication de l'Arack ; Wehmer [5] pense qu'il s'agissait, dans ce cas, d'autres champignons comme le *Rhizopus Oryzae* Went, le *Mucor javanicus* Went et Pr. Geerligis, et d'autres espèces voisines. Dans tous les cas, Eijkman, qui eut à sa disposition du levain de Saïgon, y retrouva un champignon qui doit bien être l'*Amylomyces* ; il le décrit sous le nom de *Mucor Amylomyces Rouxi*, et y découvrit notamment des spores d'une faible coloration brune, assez difficiles à observer, qui n'existaient pas sur les Champignons étudiés par Calmette. Les recherches de Wehmer [5 et 7] ont précisé la plupart des caractères spéciaux à l'*Amylomyces* ; outre les caractères végétatifs qui lui ont servi à établir la diagnose de cette espèce, il précisa la coloration de ses colonies et la manière dont elle se comporte aux diverses températures. Pour cet auteur comme pour le précédent, et comme pour Chrzasczcz (v. ci-dessous), l'*Amylomyces* est un vrai *Mucor*.

D'après Wehmer, les myceliums qui végètent dans des solutions sucrées sont toujours grisâtres, plus rarement un peu jaunâtres ; mais il en est tout autrement sur un milieu solide ;

c'est ainsi que, sur le Riz, le mycelium prend une couleur orange; il s'ensuit que les grains de Riz paraissent devenir jaunes, et cette coloration serait caractéristique de la présence du Champignon, au point de devenir un signe différentiel pour les autres espèces. La cause de cette coloration paraît être la présence de petites gouttelettes très fines, jaunes, apparaissant dans les cellules du mycelium, et probablement formées d'huile. Le *Chlamydomucor Oryzæ* Went et Prinsen Geerlîgs, le *Rhizopus Oryzæ* id., le *Mucor javanicus* id., le *M. pyriformis*, le *Rhizopus nigricans*, et deux autres espèces voisines, non déterminées, ne présentèrent jamais à Wehmer cette coloration caractéristique. Il convient d'ajouter que, chez l'*Amylomyces*, elle se développe seulement à la température de la chambre, et disparaît à 40°C., le mycelium reprenant alors une couleur grisâtre.

L'influence de la température sur cette espèce fournit de très intéressantes remarques. Son optimum de température est placé par Lévy entre 23 et 38° C., Calmette indique les températures comprises entre 35 et 38° C. comme les plus favorables à la croissance de la plante et à la manifestation de sa propriété principale : la saccharification de l'amidon; le développement du mycelium serait, au contraire, ralenti au-dessous de 23°; il est tué en 30 minutes à

75°, et en 15 minutes à 80°. A 72°, l'activité diastasique est déjà complètement détruite.

Cette sensibilité à la chaleur est plus accentuée que celle de la plupart des moisissures. Wehmer en a fait une étude spéciale. D'après lui, entre 15 et 20° C., l'*Amylomyces* croit, mais très lentement; à cette température, le développement complet demanderait autant de semaines qu'il demande de jours à 40° C. Cependant, sur le moût de bière, qui réalise un milieu particulièrement favorable, le développement est déjà très vif au bout de quelques jours, à la température de la chambre. Il n'en est pas de même sur le Riz, qui fournit un développement plus lent; des solutions de dextrose additionnées de sels minéraux sont dans le même cas, de telle sorte que, sur ces derniers milieux, aux mêmes conditions de température, la plus grande partie du sucre n'est pas encore décomposée au bout de plusieurs mois. Mais si l'on vient à élever la température, des changements considérables se manifestent: le mycelium qui, précédemment, restait au fond de la culture, vient se développer énergiquement à la surface. Dès qu'on chauffe légèrement une culture sur moût, le mycelium monte rapidement, et des bulles de gaz se dégagent.

Toujours d'après le même auteur, dans des solutions sucrées la température optima est à

peu près de 40° C.; sur le Riz, elle serait d'environ 35°. Ayant observé la formation de sporanges, il ne constata pas que cette formation soit favorisée par l'élévation de la température, ni par la culture sur le Riz, qui est cependant, comme nous allons le voir bientôt, le milieu naturel de cette espèce.

Les cultures sur extrait de malt ou sur moût dégagent des bulles de gaz dès 15°; ce phénomène devient assez vif à 40°. D'après Wehmer, ce dégagement ne paraît pas être en rapport évident avec la présence de sucres dans les cultures, l'examen direct du rôle de ceux-ci lui ayant donné des résultats négatifs. Cependant il a observé, dans tous ces cas, une formation d'alcool. Chrzasczcz dit avoir observé constamment ce dégagement de gaz, même dans des cas où Wehmer ne l'avait pas aperçu; mais la quantité de gaz mise en liberté serait souvent fort petite. Sitnikoff et Rommel ont également observé un dégagement de bulles gazeuses avec le maltose, le dextrosé et le lévulose.

En ce qui concerne l'acidification des cultures (j'en ai cité plus haut un exemple facile à constater), les auteurs ne sont pas d'accord sur la nature de l'acide produit. Pour Calmette, ce serait de l'acide oxalique, et, pour Eijkman, de l'acide lactique. Wehmer ne peut se prononcer sur ce sujet, mais il paraît incliner en faveur de

l'acide oxalique plutôt que de l'acide lactique, en raison du rôle nuisible que cette acidité peut avoir dans certains cas sur les cultures. C'est ainsi que dans les cultures sur dextrose, où il paraît se former une assez grande quantité d'acide, celui-ci entrave non seulement le développement, mais encore tue le mycelium et les gemmes au bout de quelques mois. Chrzaszcz a recherché directement s'il s'agissait d'acide formique, oxalique ou lactique. Il dit avoir constaté la présence d'une très petite quantité d'acide lactique, ce qui confirmerait l'opinion d'Eijkman.

L'*Amylomyces* supporte assez facilement les antiseptiques. Dans le moût de bière il résiste à : 1^{gr},100 d'acide phénique p. ‰; 0^{gr},05 de nitrate d'argent; 0^{gr},10 de sulfate de cuivre; 0^{gr},10 de sulfate de fer; 0^{gr},10 de sulfate de zinc. Une goutte d'essence de moutarde introduite dans un ballon contenant 100^{gr} de moût n'empêche pas le développement de la plante, tandis que l'essence d'ail l'arrête à la même dose, ainsi que le bichlorure de mercure à 0^{gr},005 ‰. La glycérine, jusqu'à la dose de 5 ‰ favorise la croissance de l'*Amylomyces*.

Je résumerai enfin les caractères principaux, actuellement connus, de ce Champignon, en donnant sa diagnose d'après Wehmer [5] (1) :

(1) Je ne puis reproduire ici la discussion qui s'est élevée entre Chrzaszcz et Wehmer au sujet d'un phé-

Sporanges très petits, ramifiés. Il n'y en a généralement que deux, qui sont égaux. Ces sporanges sont jaunâtres, ronds. Leur paroi est incolore, transparente. La columelle est ronde, un peu aplatie, transparente. Les spores sont presque toutes égales, allongées, incolores, d'un aspect brillant, avec un contenu inégalement réparti, et partiellement contracté. Les gemmes (chlamydo-spores) sont très nombreuses, irrégulières, jaunâtres ou incolores, avec une paroi forte, incolore. Les zygo-spores manquent. Ce champignon croît lentement à 15° C. sur des milieux contenant de l'amidon, des sucres, ou de l'albumine ; il croît plus vite à 30-40° C. (optimum). Il saccharifie l'amidon, liquéfie la gélatine à 15°, colore en jaune orange le Riz cuit à la vapeur, développe dans le moût de bière des bulles de gaz, mais n'en développe pas dans le dextrose, le lévulose, le galactose, le lactose,

nomène pathologique que ce dernier a parfois observé dans la formation des sporanges, et qui constituerait une sorte d'avortement de ceux-ci. La nature pathologique de ces phénomènes est niée par Chrzaszcz, qui croit y voir une simple formation de gemmes. D'après les arguments de Wehmer [7], Chrzaszcz paraît avoir observé, dans les cas qu'il rapporte, une réelle formation de gemmes, mais cette formation n'aurait rien de commun avec le phénomène observé et figuré par le premier de ces auteurs.

le mallose, le sucre de canne (1). Dans tous ceux-ci, il se développe très faiblement à 15°, plus vite à 40°. Il forme un acide dont la nature est douteuse.

Origine de l'*Amylomyces*. — Il était naturel de se demander quelle est, des quarante six substances qui entrent dans la composition du levain chinois, celle qui y introduit les germes de l'*Amylomyces*.

Calmette songea d'abord à rechercher ceux-ci dans les grains de Riz qui constituent la base de ce levain. En introduisant des grains *non décortiqués* dans du moût de bière stérilisé, il observa, au bout de quelques jours, un développement de moisissures. Tantôt ces moisissures étaient constituées par l'*Amylomyces* lui-même, tantôt par ce même champignon associé à des Mucors, à des levures, et à diverses bactéries. En lavant quelques grains de Riz dans de l'eau stérilisée, et en ensemençant cette eau dans des boîtes de Pétri, sur du moût gélatinisé, puis en maintenant ces cultures à une température de 20 à 22° C., il obtint en trois jours des colonies pures d'*Amylomyces*. La même opération, répétée avec des grains décortiqués, fournit presque constamment des résultats négatifs, tandis qu'en la

(1) Nous venons de voir que l'opinion de Chrzaszcz, ainsi que de Sitnikoff et Rommel, est contraire en ceci à celle de Wehmer.

réitérant avec des paddys bruts ⁽¹⁾ et de la balle de paddy, les résultats étaient constamment positifs.

Les germes de l'*Amylomyces* proviennent donc des enveloppes du grain, et ils sont introduits dans le levain chinois par la balle de Riz sur laquelle les pains de levain sont mis à sécher.

Quant aux substances aromatiques de celui-ci, elles ne jouent aucun rôle dans la nutrition de l'*Amylomyces*, et ne constituent même pas des antiseptiques capables d'empêcher le développement des autres ferments organisés (ferments de maladie, par exemple). Le peu d'essences volatiles qu'elles renferment peut seulement contribuer à donner une saveur spéciale à l'alcool, et cette contribution doit être très faible, car le levain n'est employé qu'en de très minimes proportions par rapport au volume de la masse à distiller.

Action de l'*Amylomyces* sur les Hydrates de Carbone. — Cette action a été étudiée et bien décrite par divers auteurs. Ce fut d'abord Calmette qui en fit connaître les points principaux et en tira les conclusions qu'elle comporte au point de vue industriel. Deux de ses élèves : A. Boidin et Sanguinetti, ont précisé le détail de cette action et sa valeur pratique.

(1) Riz brut non décortiqué, tel qu'il sort du battage.

Expériences de Calmette. — L'action de l'*Amylomyces* est très variable, suivant qu'il végète à l'air libre ou en profondeur. Ensemencé dans un ballon à fond plat, contenant une mince couche de moût de bière, et dont le col n'est bouché que par un tampon de ouate, il se développe en un mycelium aérien feutré, offrant l'aspect d'une touffe de ouate très blanche. Au bout de six jours, tout le glucose du moût a disparu, utilisé pour la nutrition de la plante, et il ne s'est formé qu'une très petite quantité d'alcool (1 à 1,5 %).

Sur du Riz cuit à la vapeur, placé en couche mince au fond d'un ballon, cette moisissure transforme la matière amylacée en dextrine et sucre fermentescible ; si le ballon est suffisamment aéré, la plante brûle directement à son profit la presque totalité de ces sucres. Mais en la forçant à se développer en profondeur, à l'abri de l'air, par exemple en agitant le ballon pour enfoncer le mycelium dans les couches profondes du Riz au fur et à mesure que ce mycelium s'accroît, et pour empêcher le développement de ramifications aériennes, on voit se former une quantité de glucose qui, en quatre jours, atteint 64 % de l'amidon primitivement présent. Le Riz cru peut, à la rigueur, servir à la nutrition de l'*Amylomyces*, mais sa transformation en glucose est extrêmement lente, et serait impra-

ticable dans l'industrie. La meilleure condition de saccharification est celle des grains préparés à la manière annamite, c'est-à-dire cuits avec très peu d'eau, de manière à former une masse dans laquelle chaque grain reste parfaitement distinct, et ne s'accole pas à ses voisins de manière à former une pâte dont l'intérieur serait complètement à l'abri de l'air.

Cette action saccharifiante de l'*Amylomyces* s'effectue par l'intermédiaire des tubes mycéliens qui, pénétrant dans l'intérieur des grains, y déversent une diastase dont les propriétés sont identiques à celles de l'amylase de l'orge germé.

Dans du moût de bière, la végétation en profondeur de l'*Amylomyces* provoque une augmentation de la quantité d'alcool, par suite de la fermentation du sucre qui se produit dans ces conditions. Cette quantité peut s'élever à 3,5 % au bout de sept jours. Néanmoins, le pouvoir ferment de l'*Amylomyces* ne se manifeste plus au delà d'une certaine limite de privation d'oxygène. Il faut, pour que ce champignon produise la fermentation dont il est susceptible, qu'il se trouve dans une atmosphère simplement confinée. Comme le fait remarquer Calmette, cette condition est inconsciemment réalisée par les Chinois, qui, pendant trois jours, placent un couvercle sur les jarres de fermentation, après avoir eu soin de ne remplir celles-

ci qu'incomplètement avec le Riz cuit mélangé de levain.

La diastase saccharifiante de l'*Amylomyces* a été isolée par le même auteur, d'après la méthode classique de Duclaux (1).

Les ballons préparés par Calmette, d'après cette méthode, avec l'eau de culture de l'*Amylomyces*, donnèrent les résultats suivants :

Après une heure.	08 ^r ,12	de sucre
" six heures	0, 28	"
" douze heures.	0, 33	"
" vingt-quatre heures	0, 35	"

La différence insignifiante entre la quantité de sucre formé après douze heures et après vingt-quatre heures, montre que l'action saccharifiante s'était presque entièrement épuisée pendant les douze premières heures ; et, en admettant, d'après la formule de Sachsse, que 100 parties de sucre correspondent à 91,6 de fécule,

(1) Cette méthode consiste à cultiver la moisissure dans un liquide nutritif (mout de bière, liquide de Raulin), et à remplacer ce milieu par de l'eau stérilisée lorsque la moisissure est arrivée au terme de son développement. La culture, placée dans ces nouvelles conditions, est laissée à l'étuve à 38° pendant environ 60 heures ; puis on siphonne l'eau, et on la répartit, par doses de 30 centimètres cubes, dans une série de ballons contenant chacun 120 grammes d'eau d'amidon titrée à 1 0/0 et stérilisée à 120°. Chacun de ces ballons reçoit, en outre, une goutte d'essence d'ail, qui joue le rôle d'antiseptique vis-à-vis des micro-organismes, sans empêcher l'action de la diastase.

Calmette put conclure que 30 centimètres cubes d'eau chargée de la diastase de l'*Amylomyces* avaient pu saccharifier 0^{sr},29 d'amidon pendant ces douze heures.

Le même auteur put extraire directement la diastase des cultures en voie d'évolution sur le Riz. A cet effet, 100 grammes de Riz gluant (*Né'p* annamite), cuit à la vapeur, furentensemencés avec des filaments mycéliens, et cette culture fut agitée chaque matin pendant trois jours. Après ce temps, elle fut malaxée avec 500 grammes d'eau stérile, puis versée dans un dialyseur flottant sur de l'eau distillée, également stérile, et additionnée d'une goutte d'essence d'ail. Le sucre et la diastase dialysant seuls, on pouvait, en dosant le sucre dans le liquide dialysé, puis en faisant agir celui-ci sur de l'empois et dosant à nouveau le sucre, connaître la puissance diastasique de ce liquide. Cette méthode permit de constater que la diastase provenant de cultures jeunes, en voie d'évolution sur le Riz, est plus active que celle provenant des cultures sur moûts sucrés.

La saccharification de l'amidon par l'*Amylomyces* s'accompagne d'une élévation de température ; cette saccharification est particulièrement active entre 35 et 38° C., tandis qu'elle est ralentie au delà ou en deçà de ces températures. Elle marche très lentement si l'on ajoute aux

cultures du carbonate de chaux. En introduisant 2 grammes de ce sel dans un ballon contenant 100 grammes de Riz, on ne peut obtenir que 34 grammes de sucre réducteur après quatre jours; cette quantité tombe à 27 grammes si l'on ajoute 3 grammes de carbonate au lieu de 2 grammes. Dans ce dernier cas, le mycélium végète péniblement.

En remplaçant par de l'eau dextrinée à 1 % un moût de bière sur lequel s'est développée une culture d'*Amylomyces*, la dextrine de cette solution est d'abord transformée en sucre fermentescible (maltose, ou mélange de maltose et glucose), puis brûlée directement si le mycelium aérien de la moisissure est plus abondant que le mycelium submergé.

Expériences de Sanguineti. — Ces expériences, faites sous la direction de Calmette, précisent les détails de l'action de l'*Amylomyces* sur les hydrates de carbone, et complètent les précédentes. Elles portent non-seulement sur le champignon qui nous occupe, mais encore sur l'*Aspergillus Oryzæ* Abib. (que nous étudierons plus loin en même temps que l'industrie japonaise du Saké), et le *Mucor alternaris*. Leur intérêt comparatif est donc considérable; j'aurai l'occasion de revenir sur les comparaisons ainsi faites, après avoir traité de l'*Aspergillus Oryzæ*.

Sanguinetti étudia l'action de ces trois moisissures sur l'eau de levure, le moût de bière, le moût de distilleries de grains, et enfin sur les vinasses⁽¹⁾ de ces mêmes distilleries. Pour étudier spécialement l'action sur des hydrates de carbone déterminés (amidon, dextrine, saccharose), il eut recours à des cultures sur l'eau de levure additionnée de ces substances. Ce choix lui parut préférable à celui du milieu classique réalisé par le liquide de Raulin, sur lequel l'*Aspergillus Oryzæ* et le *Mucor alternans* se développent bien, tandis que l'*Amylomyces* y végète péniblement.

Des ballons de 1 500 centimètres cubes, renfermant chacun 150 grammes d'amidon et 500 centimètres cubes d'eau de levure, chauffés au bain-marie bouillant pendant une demi-heure, pour commencer la transformation de l'amidon en empois, et portés ensuite pendant le même temps dans l'autoclave à 120°, furent ensemencés, après refroidissement, avec les moisissures ci-dessus désignées. Les analyses furent faites après dix jours d'étuve à 30°; chaque jour, matin et soir, les ballons étaient agités pour prévenir tout développement aérien.

Les mêmes opérations furent faites en remplaçant l'amidon, d'abord par de la dextrine

(1) Résidu d'action de la levure alcoolique sur les moûts.

reconnue exempte de sucre réducteur, puis par du saccharose.

Les résultats de ces expériences, en ce qui concerne l'amidon et la dextrine, ont été résumés dans le tableau de la p. 50.

En ce qui concerne le saccharose, Sanguineti conclut qu'il n'est pas attaqué par l'*Amylomyces*. Dans un cristalliseur à recouvrement, contenant 500 centimètres cubes d'eau sucrée à 1 % (saccharose), et stérilisée, il introduisait une plante entière, bien développée, et débarrassée de toute trace de sucre réducteur par des lavages répétés à l'eau stérile ; laissant cette culture pendant 24 ou 48 heures à la température de 28°, il ne constata aucune action sur le saccharose. L'*Amylomyces* ne sécréterait donc pas de *sucrase*.

Sur l'eau de levure additionnée de saccharose l'*Amylomyces* se développe péniblement, tout comme sur le même milieu non additionné d'aliments hydrocarbonés. Les expériences du même auteur sur les vinasses de distillerie de grains ont une importance pratique considérable.

J'exposerai plus loin les expériences comparatives faites sur ce sujet, et dans lesquelles l'*Amylomyces* s'est montré supérieur à l'*Aspergillus Oryzæ* du Saké japonais, et au *Mucor alternans*. En faisant industriellement ces expériences, c'est-à-dire en opérant sur de

*Action de l'AMYLOMYCES
sur l'amidon et la dextrine*

Détails	Ballon témoin		Ballon ensemencé d' <i>Amylomyces</i>	
	Amidon	Dextrine	Amidon	Dextrine
Poids de la plante après essorage, lavage à l'eau distillée, et dessiccation à haute température . . .	0	0	2,080	1,071
Extrait sec à 100°	19	20	4,50	9,56
Acidité totale, calculée en SO ⁴ H ²	0,127	0,147	0,660	0,392
Alcool en poids titré à l'alcoomètre et au compte- gouttes de Duclaux . . .	0	0	3,96	2,75
Sucre réducteur (en glucose) pour le liquide de Fehling (méthode de Soxhlet) . .	0	1,25	traces	0,42
Sucre réducteur total après saccharification par HCl.	16,67	18,51	3,75	6,50
Perte en alcool (ou diffé- rence entre l'alcool obtenu et celui qu'on devait obte- nir pratiquement d'après les nombres de Pasteur) pour 100 d'amidon . . .	0	0	25,7	30

très grandes masses (300 hectolitres traités pen-
dant six jours), Sanguinetti a obtenu les mêmes

résultats qu'en opérant au Laboratoire. Ces résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Détails	Ballon témoin	Ballon ensemencé d' <i>Amylomyces</i>
Poids de la plante	0	1,600
Extrait sec à 100°.	43,56	22,80
Acidité totale en So^{H^2}	1,360	1,180
Alcool, en poids	0	9,51
Sucre réducteur, en glucose.	4,81	1,54
Sucre réducteur total, après saccharification par HCl	27,27	4,80
Azote total	0,673	0,487

La quantité d'alcool ainsi obtenue peut, après déduction des frais de récupération, laisser au distillateur un bénéfice important, bien que le résidu ait conservé une valeur agricole égale, à très peu de choses près, à celle des vinasses primitives.

J'aurai l'occasion de revenir sur les autres expériences de Sanguineti en traitant de l'*Aspergillus Oryzæ* Ahlb.

Nous voyons donc, dès maintenant, que l'*Amylomyces*, agent de combustion comme les Mucors, lorsqu'on le cultive au large contact de l'air, peut, dans une atmosphère confinée, sécréter de

l'*Amylase* qui transforme les matières amylacées en sucre, puis de la *Zymase* qui transforme celui-ci au fur et à mesure en alcool. Ce sont ici les conidies, qui, comme chez les Mucors, paraissent acquérir les propriétés de ferments alcooliques. Dans le levain chinois, cette fermentation alcoolique, propre à l'*Amylomyces*, est renforcée par celle qu'engendrent les *Levures* ou *Saccharomyces* qui y sont présents, et dont nous parlerons plus loin.

Il importe de retenir que la fermentation alcoolique se produit ici, non-seulement avec le maltose, attaquable par les levures banales, mais aussi avec les dextrines qui, d'ordinaire, résistent à la fermentation.

Autres ferments du levain chinois. — Comme je l'ai dit plus haut, une foule de micro-organismes se trouve, dans le levain chinois, associée à l'*Amylomyces*. Quelques-uns d'entre ces micro-organismes ont un rôle utile, et concourent notamment à la fermentation alcoolique des matières sucrées élaborées par celui-ci. D'autres sont, au contraire, nuisibles : ce sont de véritables *ferments de maladie*. Quelques-uns enfin paraissent indifférents.

D'après Calmette, « dans un fragment de levure chinoise gros comme une tête d'épingle, trituré dans un tube avec un peu d'eau stérilisée, et réparti à dose égale sur 5 plaques de

moût gélatiné, on compte en moyenne, sur chaque plaque : 8 colonies d'*Amylomyces*, 18 à 25 de *Levures*, 2 de Moisissures (*Mucors* ou *Aspergillus*), et 30 environ de Bactéries diverses ».

Ferments alcooliques. — Ce sont des *Levures*, ou *Saccharomyces*, dont les propriétés sont identiques à celles des Champignons du même groupe employés par l'industrie européenne, en Brasserie et en Distillerie, pour la fermentation des jus sucrés.

Calmette décrit deux de ces *Levures*. L'une, qui constitue la variété la plus abondante, ressemble beaucoup au *Saccharomyces Pastorianus*, qu'on rencontre en France dans les fermentations spontanées de jus sucrés acides. Elle est formée d'articles allongés, volumineux, et de globules sphériques de diverses tailles, souvent disposés en chaîne continue.

Une autre variété, encore très commune, se présente avec une forme bourgeonnante très accentuée, ses cellules sont très petites (de 3 à 5 μ), elles se séparent de très bonne heure des cellules-mères, et sont, par conséquent, presque toujours isolées. Cette variété paraît être plus active, comme ferment alcoolique, que les autres levures du levain chinois. « Elle donne une fermentation basse et ne se multiplie pas dans le moût de bière phéniqué à 1 ‰. Dans l'eau

sucrée, elle s'épuise et meurt dès la seconde culture, en formant au fond du ballon un magma glutineux ».

Nous venons de voir que les levures sont très abondantes dans le levain chinois. Calmette attribue à leur présence en grand nombre, et à l'activité de leur développement, une sorte d'étouffement des fermentations secondaires que ne manqueraient pas de provoquer certains organismes nuisibles, et notamment les Bactéries. Elles peuvent, en effet, grâce à leur abondance, s'emparer du sucre fermentescible dès qu'il est produit, et le soustraire ainsi à l'action des autres organismes. Nous verrons plus loin quelles sont les conséquences pratiques que l'on peut tirer de ce fait.

Ferments de maladie. — Outre le ferment lactique, Calmette observa, dans le levain chinois, deux variétés de ferments particulièrement nuisibles.

L'un, qu'il appelle le *Bacille du Riz filant*, s'attaque particulièrement à l'*Amylomyces*, et entrave, par conséquent, la saccharification. C'est un gros bacille cylindrique, poussant vigoureusement sur le Riz cuit, et le transformant en une masse gélatineuse, gluante. Ensemencé simultanément avec l'*Amylomyces*, il ne tarde pas à étouffer celui-ci ; il n'y a pas, dans ce cas, production de sucre.

La seconde de ces variétés nuisibles est une *Mycoleuvre*, « peut-être identique à celle qu'a décrite Duclaux dans sa *Microbiologie* ». Ses cellules sont plus petites que celles des levures alcooliques, elles se multiplient par bourgeonnement, en formant un voile épais et ridé à la surface du liquide nutritif. En cultures pures sur du moût, cette *Mycoleuvre* brûle le sucre à son profit, sans produire d'alcool. Elle développe, en outre, une odeur désagréable, peut-être due à la formation d'acide butyrique, et qui persiste après la distillation lorsque cet organisme a réussi à envahir le moût.

Calmette n'ayant pas rencontré ces ferments nocifs sur les enveloppes des grains de Riz, où l'on trouve l'*Amylomyces*, les considère comme tirant probablement leur origine de l'air ou de l'eau avec laquelle on fabrique le levain. L'usage d'eau filtrée permettrait donc très probablement de les éliminer.

Mucor Cambodja Chr. — Dans ses études sur le levain chinois, Calmette a signalé certaines différences apportées dans la fabrication de ce levain, selon les localités. C'est ainsi que les pains de levure fabriqués au Cambodge, et dans certaines parties de la Chine, sont plus aromatisés, et la farine du Riz y est parfois remplacée par de la farine de Haricots (1) ou de Maïs.

(1) Les Haricots dont il est question ici sont en

Ces pains sont surtout utilisés pour la fabrication du *vin* de Riz, ou pour faire lever la pâte de divers gâteaux indigènes. L'on pouvait donc s'attendre à trouver quelques différences entre les ferments de ce levain et de celui de Saïgon.

Chrzasczcz a, en effet, découvert dans le levain cambodgien un nouveau ferment qu'il considère comme intermédiaire entre le *Rhizopus*, d'une part, et, d'autre part, toutes les autres Mucorinées ; il lui donne le nom de *Mucor Cambodja*.

L'isolement de ce Champignon paraît assez difficile. En culture sur gélatine, les Bactéries liquéfiantes se développent en qualité considérable, de manière à étouffer sa végétation. Mais, en employant comme milieu de culture du Riz cuit à la vapeur, cet isolement devient plus facile.

Caractères végétatifs et culture. — Comme cela se produit toujours en pareil cas, le Mucor cambodgien revêt différents aspects suivant qu'il végète sur tel ou tel milieu. De même que l'*Amylomyces*, il se développe peu sur l'agar, et, bien que thermophile, il croît mieux à basse température sur de la gélatine, qu'à des températures élevées sur gélose. Cependant l'agar ad-

réalité des Doliques : *Dolichos catiang* (Dâu en Annamite).

ditionné de sels nutritifs, ou le moût solidifié par addition d'agar, permettent un développement normal.

Quant ce champignon commence à se développer sur un milieu satisfaisant, que celui-ci soit liquide ou solide, il donne d'abord un mycelium stérile, peu ramifié ; puis un mycelium aérien, blanc, se développe peu à peu ; sa hauteur peut alors dépasser 8^{mm},5 ; elle arrivera, dans la suite, à être d'un ou deux centimètres. On voit enfin apparaître des rhizoïdes et des sporanges. Lorsque ceux-ci arrivent à maturité, le mycelium de blanc qu'il était primitivement, devient d'un jaune sale, en même temps que les extrémités des rhizoïdes brunissent ; cette coloration devient de plus en plus intense. On voit aussi de grosses gouttes d'huile apparaître dans les filaments. Plus les milieux sont favorables, plus l'intensité de la coloration paraît augmenter.

Chrzasczcz n'a pas vu se former de cloisons de séparations dans les filaments mycéliens, si ce n'est à un stade avancé, où de semblables cloisons apparaissent pour délimiter de grandes cellules irrégulières dont la forme peut rappeler celle d'un tonneau, et qui sont remplies d'un protoplasme granuleux. Ces cellules ne sont autre chose que des Chlamydo-spores. Des cloisons apparaîtraient encore parfois dans les rhizoïdes.

Les filaments du mycelium aérien ont un diamètre de 2,2 à 14 μ . Les rhizoïdes ont de 2 μ ,9 à 8 μ ,4 de diamètre à leur extrémité, ils ne sont pas aussi fins que ceux du *Mucor stolonifer*.

Il existe une grande variété dans la croissance, la forme et le nombre, des porte-sporanges ; parfois ils se trouvent apparaître en grand nombre dans une même région, d'autres fois ils naissent à intervalles séparés ; ce dernier cas paraît être le plus rare. En général, il y en a de trois à cinq ou même huit ensemble. Leur tige est d'une longueur variant entre 68 μ et 1 millimètre ; sa coloration est brunâtre, son épaisseur varie entre 7 μ ,2 et 14 μ . Parfois on observe des renflements sphériques que Chrzasczcz compare à ce que Sitnikoff et Rommel ont observé chez les *Amylomyces* β et γ . La ramification des porte-sporanges est très variable ; ceux-ci peuvent avoir l'aspect d'une fourche, avec deux branches égales ou inégales, cette ramification se faisant en un point quelconque de la tige ; il peut même arriver qu'elle se fasse assez haut pour que les deux columelles paraissent naître d'un même point. Il peut enfin arriver que la ramification soit beaucoup plus accentuée, et engendre un nombre quelconque de porte-sporanges.

Les sporanges se laissent distinguer à l'œil nu. Ils sont d'abord gris, puis deviennent bruns,

et se foncent de plus en plus : dans une culture âgée d'environ un mois ils paraissent brun noir. Leur forme est sphérique et leur taille variable ; leur paroi est lisse, et se laisse facilement liquéfier. La columelle a une largeur de $44\mu,2$ à $25\mu,7$, sa hauteur est de $44\mu,2$ à 22μ ; sa forme est également sphérique, mais elle peut se modifier par suite d'un gonflement. Les spores sont bleu noirâtre dans une jeune culture, elles deviennent ensuite brun foncé. Leur longueur varie de $4\mu,2$ à $7\mu,4$, et leur largeur de $3\mu,7$ à $5\mu,2$. Elles ont donc une forme allongée. Leur membrane est épaisse. Elles paraissent parfois munies de prolongements amiboïdes, et même de sortes d'anastomoses, mais Chrzasczcz n'a pu trouver l'explication de ce phénomène, d'ailleurs très irrégulier.

Les gemmes (chlamydospores) apparaissent surtout dans les milieux liquides, notamment dans l'eau de levure additionnée de saccharose. Elles sont incolores ou jaunâtres, pourvues d'une membrane épaisse et lisse ; leur contenu est incolore. Leur forme est variable, cylindrique, ellipsoïde, ovoïde ou sphérique. Leurs dimensions varient entre $67\mu,5$ à $15\mu,8$ et $32\mu,2$ à $5\mu,2$. Elles peuvent germer en deux heures à 35° C.

Chrzasczcz n'a observé ni zygospores ni formation de levure.

Tels sont les caractères que revêt le *Mucor Cambodja* sur des milieux satisfaisants. Il n'en est plus ainsi s'il vient à être cultivé sur des substrats défectueux. Sur l'agar additionné de lactose, par exemple, il se développe très peu. Le mycelium prend une coloration brunâtre, il se forme des rhizoïdes courts et épais ; les sporanges sont petits, à membrane épaisse ; les spores elles-mêmes sont très petites, et leur plasma est très réfringent. La culture se présente ainsi comme si elle n'avait rien de commun avec le *Mucor Cambodja*.

Les caractères normaux se développent au contraire facilement sur la gélatine ou le moût gélatinisé sur lequel il se forme en deux jours, à 25° une culture haute de 10 millimètres, d'une couleur bleu blanchâtre, puis bleu grisâtre et enfin grise. L'amidon de Riz cuit à la vapeur paraît être ici le milieu le plus satisfaisant ; les cultures peuvent y dépasser 20 millimètres. Il importe que celles-ci soient bien aérées. D'une manière générale, les milieux liquides sont moins bons que les milieux solides. Le mycelium y pousse assez fortement, mais sa plus grande partie se développe sous le liquide, et un mycelium aérien ne commence à croître que lorsqu'il s'est formé une couche épaisse de mycelium submergé. Les filaments noyés sont généralement plus épais que les autres, très ramifiés. La formation des chla-

mydospores est surtout abondante dans l'eau de levure additionnée de saccharose.

Chrzasczcz cultiva le Mucor Cambodgien sur dextrose, lévulose, saccharose, maltose, moût sucré, moût houblonné, et bière. Le meilleur liquide paraît être le moût sucré. Il s'y développe un fort mycelium, avec une grande quantité de sporanges. Le même auteur a étudié en détail le pouvoir liquéfiant de ce champignon vis-à-vis de la gélatine. Ce pouvoir est supérieur à celui de l'*Amylomyces*.

Pouvoir saccharifiant. — L'influence saccharifiante du Mucor Cambodgien paraît différer de celle de l'*Amylomyces*, mais Chrzasczcz n'est pas très explicite sur ce point. Cultivés ensemble, ces deux Champignons ont manifesté un pouvoir saccharifiant supérieur à celui qu'ils manifestent séparément. Le tableau suivant résume les recherches faites à ce sujet :

Après 7 jours	Amylomyces Rouxi cultivés séparément	Mucor Cambodja	A. Rouxi et M. Cambodja cultivés ensemble
Saccharification	41,10 0/0	38,35 0/0	52,75 0/0

Dégagement de gaz. — Dans tous les milieux liquides ci-dessus mentionnés, le *Mucor*

Cambodja provoque la mise en liberté de grandes bulles de gaz, assez fortes, parfois, pour soulever la culture. Ce dégagement s'observe entre 15 et 45°, mais il est surtout intense entre 30 et 40°. Il se produit avec tous les sucres énumérés plus haut, mais il paraît plus intense avec le dextrose, tandis qu'avec le maltose, le lactose, le saccharose, et surtout le moût sucré, il est à peine visible. Dans tous les cas de dégagement de gaz, Chrzasczcz a pu constater une formation d'alcool.

Formation d'alcool et d'acide. — Chrzasczcz a étudié cette formation au moyen de deux substrats : *A*) moût de bière houblonné (poids spécifique = 1,047 ; extrait = 11,69 %) laissé pendant 10 jours à la température de 40° après ensemencement ; *B*) solution de dextrose à 10 % + 0,5 % de peptone, 0,25 % de sulfate de magnésie, et 0,25 % de phosphate de potassium. Ce milieu fut laissé pendant 20 jours à la température de 35°, après ensemencement.

Le résultat fut le suivant :

Milieu	Alcool, en poids p. %	Acide dans 100 centimètres cubes de liquide
Moût houblonné .	0,49	11,4 $\left(\frac{1}{10} \text{ NaOH}\right)$
Dextrose	1,06	12,7 $\left(\frac{1}{10} \text{ NaOH}\right)$

La nature de l'acide formé n'a pas été déterminée (voir ci-dessus pour l'*Amylomyces*).

Influence de la température. — La température optima est comprise entre 35 et 40°; mais, de 25 à 40°, les différences observées dans le développement paraissent peu considérables. Vers 25° C., le temps de maturité des sporanges est un peu retardé. A 15-25°, la culture croît lentement, et à une température inférieure à 10°, le développement est complètement entravé. Au delà de 40° la végétation a lieu très vite, mais il ne se forme que très peu de sporanges; le développement du mycelium s'amointrit enfin avec la progression de la température. A 63°, le mycelium et les gemmes sont tués en cinq minutes, mais les spores ne furent pas tuées à 65° pendant le même temps; chauffées à 69° pendant cinq minutes, elles ne se développent plus.

Pour la saccharification de l'Amidon, la température optima serait un peu supérieure à 35°, comme pour l'*Amylomyces*.

Conséquences pratiques. — De toutes ses études sur le levain chinois, Calmette a pu tirer des conclusions pratiques de la plus haute importance. Ces conclusions, mises en application par A. Boidin, ont permis d'instituer une méthode susceptible de renouveler entièrement la face des industries alcooliques employant comme

matière première des substances amylacées : grains ou tubercules.

La première de ces conclusions fut celle-ci : puisque l'on connaît la nature du levain chinois, et, par suite, l'origine de ses qualités et de ses défauts, il est possible de préparer un levain d'où les défauts seront éliminés, et dont les qualités seront, si possible, augmentées.

D'autre part, l'étude des procédés indigènes de fermentation mettant en évidence des causes d'infériorité, il sera facile de s'attacher à éviter celles-ci. C'est ainsi que les Chinois limitent trop étroitement la quantité d'eau qu'ils ajoutent à la masse, lorsque la saccharification est achevée, c'est-à-dire le troisième jour de la fermentation. Cette quantité d'eau, relativement faible, est immédiatement chargée d'alcool ; or les levures ne pouvant plus se développer lorsque le liquide en contient de 12 à 13 ‰, leur action se trouve limitée bien avant que la totalité du sucre ait été transformée. La perte en alcool, réalisée ainsi, paraît considérable (à peu près les deux tiers du rendement que l'on devrait obtenir ; elle ne saurait être compensée par la qualité des *drèches* (ou résidus de la fermentation), dans lesquelles il reste une plus forte proportion de sucre (1).

(1) Ces drèches sont utilisées pour la nourriture des bestiaux, ou même comme engrais.

S'il importe de conserver, dans le levain chinois, l'*Amylomyces* qui constitue son élément principal, il n'en est pas de même de la foule des levures sauvages qui se trouvent dans ce levain, et contribuent à donner aux alcools chinois ou annamites leur saveur particulière. Nous verrons cependant, plus loin, ce qu'il y a à faire pour conserver aux alcools de consommation locale cette saveur indispensable, tout en améliorant le rendement. Mais lorsqu'il s'agit d'obtenir des alcools rectifiés, il y a tout avantage à recourir aux levures européennes domestiquées, dont le rendement est considérable, et qui ne développent pas, dans l'alcool, d'aromes étrangers.

Les recherches faites dans cette voie par Calmette ont montré qu'il convenait de s'adresser à la levure haute de pale-ale, qui, au bout de quinze heures, dans du moût saccharifié, s'est complètement développée et commence à produire de l'alcool ; tandis que deux levures basses, de Tantonville et de Strasbourg, et une levure haute de Bruxelles, employées dans les mêmes conditions, ne développaient leur fermentation qu'au bout de vingt-quatre heures. La levure haute, par suite de la rapidité de son développement, diminue les risques d'infection du moût, et a beaucoup plus de chances d'échapper elle-même à l'action des ferments de maladie ; la perte, par évaporation de l'alcool, est également

diminuée, puisqu'elle se produit pendant moins longtemps.

En associant des semences pures d'*Amylomyces* à cette levure haute de pale-ale, Calmette put obtenir, au bout de dix jours, 340 grammes d'alcool pur, de bon goût, rappelant un peu le genièvre, en partant d'un kilogramme de *Né'p* décortiqué, cuit à la vapeur sous la pression d'une atmosphère, et représentant 830 grammes d'amidon. La même quantité de Riz, traitée par le levain chinois, donnait au maximum 180 grammes d'alcool pur.

Ces faits ont été le point de départ d'une rénovation de l'industrie des alcools de grains. En 1895, A. Boidin commença sous la direction de Calmette (à l'Institut Pasteur de Lille) une étude approfondie des applications de l'*Amylomyces* à la distillerie. Cette étude conduisit à l'élaboration d'un ensemble de procédés réalisant, avec l'*Amylomyces* et les *Levures*, la saccharification et la fermentation des matières amylacées en milieu aseptique ; cet ensemble de procédés, breveté par Collette et Boidin, est actuellement le monopole d'une société financière.

Voici, succinctement, en quoi consistent ces procédés :

Le grain, Maïs, Riz ou autre céréale, est cuit avec deux fois son poids d'eau, sous une pression que l'on élève, en trois heures, à quatre

atmosphères. L'empois résultant de cette cuisson est dirigé dans une cuve de liquéfaction où il rencontre de l'eau contenant une quantité de malt vert correspondant à 1 ou 2 % du poids du grain ; un acide produirait sur la masse le même effet de fluidification que ce lait de malt. Après une heure de malaxage, pendant laquelle la température ne doit pas dépasser 70° C., le Maïs (ou tout autre grain) est liquéfié. On l'envoie alors à l'autoclave, où il est stérilisé par un chauffage à 120° pendant vingt minutes (pression = deux atmosphères); puis le moût est dirigé, à l'état d'ébullition, dans une cuve de fermentation, munie d'un injecteur d'air et de vapeur, qui peut en recevoir plusieurs charges. La première de ces charges est acidulée par l'acide sulfurique, et, tant que dure le chargement de la cuve, son contenu est maintenu à l'ébullition par la vapeur, ce qui achève de le stériliser et de tuer les spores adhérentes aux parois internes de la cuve. On stérilise les ouvertures en y faisant passer, pendant quelques minutes, de la vapeur ou du moût bouillant. Puis on arrête l'injection de vapeur, et l'on pratique une injection d'air stérile qui a pour but de maintenir dans la cuve un excès de pression, de telle sorte qu'il ne puisse y avoir rentrée d'air par les jointures pendant le refroidissement. Celui-ci s'effectue par une aspersion d'eau au moyen

d'un tuyau circulaire percé de trous ; cette aspersion d'eau est continuée pendant 5 heures, après lesquelles la température est tombée à 38 ou 40° C. A ce moment, on ensemece une petite quantité de Mucédinée, par une tubulure latérale ; une culture sur 30 à 40 grammes de Riz ou d'une autre matière amylacée, paraît suffisante pour produire la saccharification de 25 000 kilogrammes de grains préalablement liquéfiés ; mais, en pratique, l'on se sert généralement d'une ou deux cultures sur 100 grammes de Riz par 1000 hectolitres de moût. Après cet ensemeccement, l'on injecte encore de l'air, et l'on met en mouvement l'agitateur. Le mycelium est ainsi noyé immédiatement, et la quantité d'amidon brûlée par la moisissure est réduite au plus strict minimum. Vingt ou vingt quatre heures après, toute la masse est envahie par ce mycelium ; l'on refroidit alors à 33°, et l'on ensemece une levure pure ; 500 centimètres cubes d'une culture pure de levure, correspondant à 3 ou 4 grammes de levure pressée, suffisent pour 1000 hectolitres de moût. Vingt heures plus tard, la fermentation est devenue très active, et il suffit de la laisser se continuer pendant deux jours pour qu'elle soit complète.

Il faut noter que la possibilité d'une stérilisation du moût est très digne de remarque. Cette stérilisation, qui tue la diastase du malt, n'est

pas possible avec les procédés ordinaires où l'on se trouve, au début, en présence d'un mélange infermentescible de maltose et de dextrine, qui doit subir jusqu'à la fin l'action de la diastase.

Avec la nouvelle méthode, l'attaque de l'amidon est absolument complète. Le rendement pratique ne diffère du rendement théorique que par suite de pertes insignifiantes, d'ailleurs inévitables, et infiniment moindres que celles des autres fermentations, même les mieux conduites. L'asepsie absolue rend les infections impossibles. Du côté des résidus, ou *drèches*, on doit encore noter une importante amélioration : les matières pectiques et gommeuses ont subi une modification telle que les drèches sont facilement filtrables ; avec les autres procédés, au contraire, ces matières, ainsi que l'amidon non transformé, empêchent rapidement les filtres, et l'on sait que le travail des résidus comporte ainsi de très grandes difficultés. Il est donc facile, ici, d'obtenir des tourteaux très durs, d'une préparation et d'un transport commodes ; d'après Boïdin, les gâteaux de presse renferment 70 à 72 % d'eau, ils peuvent être desséchés dans l'appareil de Donard et Boulet, et fournir des poudrettes contenant 19 à 21 % d'huile et 6,5 à 7 % d'azote. On obtiendrait ainsi, dans une usine d'Allennes, 22 à 23 kilogrammes de poudrettes par 100 kilogrammes de Maïs.

Dans ses derniers essais, Boidin a été amené à étudier d'autres Mucédinées voisines de l'*Amylomyces*, et originaires également de l'Extrême-Orient. Une première de ces Mucédinées, originaire du Japon, et que Boidin désigne simplement sous le nom signalétique de *Mucor-β*, a manifesté un pouvoir saccharifiant supérieur à celui de l'*Amylomyces*, celui-ci ne pouvant travailler que sur des moûts assez dilués, tandis que le *Mucor-β* peut saccharifier des moûts à 18 et même 20 % de grains. Cependant, certaines différences incomplètement étudiées dans la végétation de ces deux champignons, paraissent rendre plus délicat l'emploi de ce dernier ; le seul moyen de l'utiliser est d'ensemencer des spores : celles-ci peuvent pousser dans un milieu privé d'oxygène libre, par exemple sur un moût stérile couvert d'huile de vaseline. Ce fait, signalé par Boidin, n'a du reste rien qui puisse surprendre.

Le même auteur isola encore une autre Mucédinée : le *Mucor-γ*, trouvé sur un échantillon de Riz du Tonkin. Ce *Mucor*, qui ressemble beaucoup au précédent, donne des atténuations d'un à deux dixièmes de degrés Balling plus fortes que le *Mucor-β*, de sorte qu'il permettrait encore d'augmenter le rendement. En outre, il ne donne qu'une acidité de 0^{es},70 par litre en fin de fermentation, dans des moûts à

18 kilogrammes de grains par hectolitre, tandis que l'*Amylomyces* en donne 1^{er},40 dans des moûts à 12 kilogrammes (4).

Ces procédés sont donc de la plus haute importance pour l'industrie européenne (2).

(1) Je dois rappeler ici que SITNIKOFF et ROMMEL ont étudié avec plus de détails, quoique d'une manière encore incomplète, les variations de l'*Amylomyces*.

(2) J'ai dit plus haut que des alcools purs, ainsi produits, ne sauraient, au point de vue de la consommation locale, remplacer en Extrême-Orient les alcools indigènes dont la saveur est si particulière. Aussi Calmette a-t-il envisagé le cas où un industriel européen voudrait tenter la fabrication d'alcools de ce genre, tout en évitant les pertes dues aux imperfections des procédés chinois. J'ai déjà signalé celles qui sont relatives au matériel de fermentation; elles seraient faciles à éviter au moyen d'appareils à fermentations pures, tels qu'on en trouve dans l'industrie depuis les travaux de Pasteur. Cependant Calmette ne pense pas qu'on ait à modifier beaucoup, pour la fermentation des moûts, les appareils Chinois. « Les nattes refroidissoirs pour le Riz, et les jarres en terre cuite, remplissant l'office de cuves, présentent l'immense avantage de coûter très bon marché sur place. De plus, les ouvriers chinois y sont accoutumés, et il faudrait s'attacher à leur éviter, autant que possible, l'apprentissage de nouveaux instruments. On aura seulement à substituer aux chaudières, pour la cuisson du Riz, des autoclaves permettant d'employer la vapeur sous pression de deux atmosphères. Mais, en ce concerne les opérations de distillerie, le matériel devra être plus perfectionné. Là, tout est à changer, à moins de se résoudre à laisser perdre 30 0/0 des bénéfices que pourrait procurer le travail du Riz.... La fabrication des alcools aromatisés, pour l'usage des indigènes,

Il importe de signaler, en terminant ce qui a trait aux applications de l'*Amylomyces*, les services qu'il peut rendre en boulangerie. Il présente sur la levure ordinaire l'avantage de supporter la dessiccation avec une facilité extrême, et de pouvoir se conserver à l'état sec pendant un

devra être effectuée à l'aide d'appareils à distillation continue, simples, sans rectificateurs de flegmes. De cette manière, le goût particulier que possèdent les alcools ne sera pas modifié, car c'est à la levure, et non à l'alambic qu'ils l'empruntent ».

En ce qui concerne la fabrication du levain, on se bornera à éliminer les ferments de maladie. Voici ce que Calmette conseille à ce sujet : « Un bâtiment spécial, avec des magasins obscurs et parfaitement clos, à doubles parois de briques remplissant l'office de cave, devra être affecté, tout à côté de la distillerie, à la préparation de la levure. On y disposera : un broyeur mécanique pour réduire en poudre les graines et les écorces aromatiques, un moulin à farine pour le Riz, et une machine à malaxer les pâtes, semblable à celles que l'on utilise en Europe pour la fabrication mécanique du pain ou pour celle du chocolat. Le choix des aromates pourra fort bien être limité à une douzaine de substances seulement, ainsi, du reste, que le font les Chinois eux-mêmes la plupart du temps. Un grand nombre de plantes qu'on trouve citées dans le texte de la formule chinoise sont des médicaments indigènes absolument inactifs, ou auxquels la distillation n'enlève aucun principe volatil. Les substances qu'on choisira de préférence sont : Graines de Moutarde, fruits desséchés de *Gleditschia sinensis*, zestes d'oranges, clous de girofle, écorce de cannelle de Chine, fruit desséché du *Tamarindus indica*, fruit du *Piper longum*, fruit de Cardamome, fruit d'Anis étoilé, racine

temps très long sans rien perdre de ses facultés fermentatives. Après plusieurs années d'exposition à des températures de 35 à 38° C., mortelles pour les races de levures cultivées, il paraît garder encore ses propriétés. Ce fait pourrait être mis à profit dans une foule de cas.

d'Angélique, tiges et fleurs d'Origan, bois de Réglisse. Ces douze substances, à poids égaux, seront finement pulvérisées ensemble, et, dans le malaxeur mécanique, on en mélangera une partie à trois parties de farine de Riz, en ajoutant une petite quantité de ferment pur, deux centièmes environ, provenant d'une opération antérieure. On mouillera peu à peu toute la masse d'une quantité d'eau suffisante pour former une pâte homogène offrant la consistance que les boulangers donnent au pain au moment de l'enfournage. L'eau employée devra être privée de toutes espèces de ferments, soit par filtration sous pression à travers des bougies Chamberland-Pasteur, soit par ébullition préalable. La pâte achevée sera divisée en un grand nombre de petits gâteaux plats, qu'on disposera en quinconces sur une couche mince de balle de Riz humectée d'eau pure et étalée sur des nattes. On n'aura plus qu'à porter les nattes, ainsi chargées, dans les magasins-caves, sur des claies superposées où s'opérera le développement du ferment. Au bout de cinq jours, les gâteaux seront exposés au soleil jusqu'à dessiccation complète, et on les enfermera dans des sacs de gunnies pour les conserver à l'abri de l'humidité... Les semences originelles de l'*Amylomyces* pourront être isolées soit de la levure chinoise, soit de grains de Riz entier. Celles-ci une fois obtenues pures, il sera très facile de les multiplier suivant les besoins ». J'ai enfin donné moi-même quelques détails sur les modes possibles de préparation des alcools de consommation locale en Indo-Chine (v. Index bibliog.).

Industries analogues à celles du Ru'ô'u.

— Les peuplades les plus primitives de l'Extrême-Orient se contentent généralement de fabriquer des boissons fermentées, mais non distillées, qui sont des vins de Riz, ou Sakés, fort imparfaits. Mais la fabrication d'alcools voisins du Ru'ô'u cochinchinois est générale au Japon, en Chine, au Tonkin, au Cambodge, etc. Elle est notamment très importante en Mandchourie. En traitant des Aracks javanais, j'aurai à parler d'un arack de Riz très voisin du Ru'ô'u.

D'une manière générale, les alcools de Riz, de Blé ou de Sorgho, sont, en Chine et en Indo-Chine, fabriqués d'une manière identique à celle des alcools de Saïgon. Quant aux alcools de Riz japonais, ils sont obtenus par distillation des masses résiduelles de la fabrication du Saké. Leur histoire se confond donc avec celle de ce dernier produit.

Stanislas Julien et P. Champion ont autrefois décrit un levain chinois, à base de farine de Blé, qui servait à Han-Kéou (province de Hou-pé, Chine) pour la fabrication d'eaux-de-vie de Sorgho ou de Riz. Ce levain était simplement préparé au moyen d'une mouture de Blé, comprenant et le son et la farine, brassée avec une petite quantité d'eau, et abandonnée à elle-même pendant 7 à 8 jours. Une fermentation s'y développait, puis la pâte fermentée était pétrie

et façonnée en pains analogues à des briques. Ces briques, une fois desséchées, pouvaient, à la dose de 2 %, servir de ferment unique pour le Riz et le Sorgho employés en distillerie. La présence du son dans la mouture servant de base à ce ferment, joue probablement ici un rôle analogue à celui que Calmette attribue à la balle de Riz dans le levain ci-dessus décrit.

CHAPITRE II

—

FERMENTS DE LA BIÈRE DE RIZ JAPONAISE (SAKÉ)

Généralités sur le Saké. — La boisson connue au Japon sous le nom de *Saké* est une bière, ou vin de Riz, obtenue par fermentation de cette céréale sous l'action d'un levain particulier, le *Kôji*. Ce breuvage est tout aussi important pour ce pays que le vin l'est pour le nôtre ; c'est dire quelle est l'importance des industries qui s'y rattachent. Il paraît avoir été préparé au Japon depuis la plus haute antiquité. D'après Kozai, il était déjà connu il y a 26 siècles ; un document authentique, provenant du règne de l'empereur Suijin (90 ans avant notre ère), nous apprend qu'il existait à cette époque des inspecteurs spéciaux pour la fabrication du Saké ; des améliorations furent introduites dans la pratique de cette industrie, vers la fin du quatrième siècle, par suite du contact des Japonais avec les Chinois et les Coréens, qui se trouvaient jouir, alors, d'une civilisation plus avancée et d'une culture plus élevée. De nou-

velles modifications y furent apportées à la fin du xvii^e siècle, époque à laquelle on découvrit le moyen de donner à cette boisson plus de stabilité, à l'aide de procédés qui constituent une véritable *pasteurisation*. L'introduction de cette dernière amélioration marque une date décisive dans l'histoire du Saké, car ce produit, jusqu'alors inconservable, n'avait que le caractère d'un produit agricole, consommable sur place, tandis qu'il put devenir, dès lors, un produit de grande industrie.

En 1897-98, la production du Saké atteignait 8 millions 4 d'hectolitres, soit environ 19 litres et demi par tête d'habitant. L'État percevait de ce chef 55 millions de marks d'impôts indirects (Kozai). Enfin, on a pu voir, à l'Exposition universelle de Paris, en 1900, l'industrie du Saké représentée par 94 exposants.

L'importance économique de cette industrie suffirait donc, à défaut de considérations purement scientifiques, pour légitimer le nombre de publications auxquelles elle a donné lieu ; ce produit a été, en effet, beaucoup plus étudié que l'alcool annamite dont je viens de parler. Ne pouvant ici passer en revue toutes ces études, je me bornerai à indiquer succinctement les principales d'entre elles (1).

(1) On en trouvera plusieurs autres à l'Index bibliographique.

Ahlburg étudia, le premier, le champignon particulier qui sert, au Japon, à la préparation du levain, ou *Kôji*, représentant l'élément essentiel de la fabrication du Saké. Le résultat de ses recherches fut publié, en 1878, à l'occasion d'un travail de Korschelt, dans lequel on trouve les premiers détails scientifiques sur l'industrie du saké, et notamment sur le rôle du champignon d'Ahlburg : l'*Eurotium* (*Aspergillus*) *Oryzæ*, dans les phénomènes de fermentation.

Atkinson publia ensuite un important travail, donnant, outre des détails généraux sur l'industrie du saké, des renseignements précis sur l'action diastasique du *Kôji*.

F. Cohn (1883) donna des indications complémentaires assez précises sur le champignon d'Ahlburg et les caractères généraux des processus fermentatifs du saké. Il parvint à fabriquer cette liqueur, et à en observer la fermentation dans son propre laboratoire, avec l'aide d'un élève japonais : Shinkizi, de Tokio.

Büsgen (1885) entreprit une étude botanique détaillée de cet *Aspergillus* (ou *Eurotium*) *Oryzæ*, et indiqua des caractères spécifiques plus précis que ceux que l'on possédait alors.

O. Kellner, Mori, et Nagaoka (1889-90) donnèrent de bons renseignements sur les diastases du *kôji*. Leurs travaux complètent à ce point de vue, ceux d'Atkinson.

Les mémoires de Wehmer (voir l'Index bibliographique) coordonnèrent enfin les données apportées par les auteurs précédents, et firent connaître de nouvelles particularités propres à définir la nature et le rôle exact de l'*Aspergillus Oryzæ*. Il donna le premier tableau diagnostique complet de cette espèce.

Kozai (1900) publia un travail fait surtout dans le but d'améliorer l'industrie du saké, et dans lequel on trouve des aperçus nouveaux sur les perfectionnements à introduire dans cette fabrication. La valeur pratique de ce travail est donc considérable.

Je résumerai plus loin les nombreuses discussions qui s'engagèrent au sujet de la possibilité d'une transformation de l'*Aspergillus Oryzæ* en une véritable *levure*.

Préparation du levain japonais (kôji). — De nombreux renseignements nous sont fournis sur la préparation du saké par les auteurs que je viens de citer, et encore par d'autres. Elle s'effectue, à peu de chose près, d'une façon constante, et a toujours pour base la préparation d'un levain spécial : le *Kôji*, qui n'est pas sans rappeler le *Mên* ou levain chinois des alcools chinois et annamites, dont j'ai parlé ci-dessus.

On l'obtient en semant des spores d'*Aspergillus Oryzæ* sur des grains de riz cuits (1). En peu

(1) On se sert parfois aussi de grains de Blé.

de jours, les spores germent et engendrent un mycelium blanc velouté qui entoure de toutes parts les grains de Riz, et se développe à leurs dépens. La masse de Riz ainsiensemencée constitue le *Kôji*, dont l'odeur, assez agréable, a été comparée par Cohn à celle des pommes ou de l'ananas.

La préparation de ce *Kôji* offre peut être moins de constance que les opérations de brasserie qui auront lieu ensuite.

Les spores de champignon employées pour l'ensemencement du Riz se présentent sous forme d'une poudre jaune, verte, ou brunâtre, d'après son état de fraîcheur, et qui porte le nom de *Tane-kôji* (*). Tous les auteurs sont d'accord pour rapporter ces spores à l'*Eurotium* (ou *Aspergillus*) *Oryzæ* Ahlburg. La poudre de *Tane-kôji*, étudiée par Sanguineli, se composait de ces spores mélangées d'une assez grande quantité de limaille de fer. D'après Büsgen, les proportions usitées sont de 3 centimètres cubes de *Tane-Kôji* pour 72 litres de Riz; d'après Wehmer, on emploierait un volume de spores pour 40 000 volumes de riz, proportion plus faible que celle indiquée par Büsgen. On ajoute le plus souvent à la masseensemencée des cendres

(*) Quelques auteurs donnent aussi ce nom de *Tane-Kôji* aux grains de Rizensemencés de spores et recouverts de mycelium.

de *Camellia japonica*, qui y introduisent des éléments minéraux favorables au développement des moisissures.

En ce qui concerne la préparation du Riz destiné à l'ensemencement par les spores d'*Aspergillus*, nous emprunterons à Calmette les renseignements suivants.

On choisit les meilleures variétés de Riz durs (1), et l'on ne prend que des grains bien décortiqués et intacts. Ces grains sont lavés à quatre reprises, puis placés dans un panier où l'on achève le lavage en les arrosant d'eau pure. On les laisse séjourner dans l'eau pendant douze heures, en ayant soin de renouveler cette eau au bout des six premières heures. Le Riz est alors cuit à la vapeur, et la cuisson est arrêtée avant que les grains ne gonflent. On les répand ensuite en couches minces et régulières sur des nattes. Dès que la température de ces couches s'est abaissée jusqu'à 32° C., on les enveloppe dans des nattes, et l'on porte la masse dans des caves où doit régner une température d'au moins 28°. C'est alors seulement que l'on procède à l'ensemencement au moyen de spores fraîches, ou même de Riz moisi provenant d'une opération antérieure. Au bout de

(1) C'est le Riz non glutineux qui paraît servir de préférence à la fabrication du saké ordinaire; il n'en est pas de même pour le *mûrin* (p. 134).

vingt-quatre heures, les grains sont entièrement recouverts d'un mycelium blanc velouté, et l'on fait en sorte que ce mycelium atteigne chaque grain; pour cela, le Riz est soigneusement remué de temps en temps. La masse est ensuite retirée, et desséchée à l'air sur des claies. Après dessiccation parfaite, elle est susceptible de se conserver assez longtemps; elle constitue alors le *Kôji*.

Ainsi préparé, celui-ci paraît très pauvre en formations reproductrices. Aussi, lorsqu'on veut obtenir du Tane-Kôji ou simplement un Kôji propre à en préparer d'autres, prend-on le soin de laisser séjourner le Riz pendant un peu plus longtemps dans les caves de germination; le mycelium du champignon ne tarde pas alors à engendrer un grand nombre de conidies. D'après Cohn, les organes multiplicateurs apparaissent dès le quatrième jour, et la couleur des spores change alors la couleur blanche de la masse en une couleur jaune brunâtre.

Il semble que, dans certaines régions du Japon, le Kôji soit préparé plus simplement, par infection spontanée du riz cuit à la vapeur et abandonné à lui-même; mais ceci paraît douteux (Büsgen, Korschelt).

Atkinson, qui a très longuement étudié la préparation du Kôji à Tokyo, a donné, lui aussi, des renseignements détaillés sur cette impor-

tante question. D'après cet auteur, les grains de Riz (1) sont d'abord mis à tremper dans l'eau froide pendant une nuit ; le matin suivant, ils sont chauffés dans un courant de vapeur jusqu'à ce que chaque grain soit devenu élastique, opération qui demande de quatre à cinq heures. Après cela, le Riz est jeté sur des nattes où il est brassé jusqu'à refroidissement ; les grains ne peuvent ainsi s'agglutiner, et la masse finit par être absolument sèche. C'est alors qu'on ajoute une cuillerée à sel de spores d'*Aspergillus* pour chaque boisseau de grain ; le tout est brassé jusqu'à ce que le mélange soit complet. Ensuite, les grains ainsi ensemencés sont réunis dans des baquets, et portés dans un *germoir* plus ou moins bien installé suivant l'importance de la fabrique. Ils y sont placés en un tas, recouvert de nattes, et abandonné à lui-même pendant une nuit. Le jour suivant, vers midi, ce tas est de nouveau réparti dans des baquets que l'on sort du *germoir*, et dont le contenu est aspergé d'eau. A ce moment, la température développée dans la masse varie de 23°,89 à 26°,11 C. Lorsque le Kôji est destiné à la fabrication immédiate du saké, on ne pratique pas cette aspersion d'eau, et le produit prend le nom de Kôji crû

(1) Les grains brisés ne donnent qu'un Kôji de qualité inférieure.

(Ki-Kôji). Vers cinq heures de l'après-midi, le Riz est étalé sur de petites claies en bois, placées sur le plancher du germoir, au dessous de claies recouvertes d'un Kôji presque achevé; il y est étalé en couche mince. La température de la masse, prise à 8 heures du soir, atteint 30° C., celle de l'air étant de 27°,22. Le lendemain, à 5 heures du matin, les claies de Kôji achevé sont enlevées, et celles dont nous nous occupons sont mises à leur place; la masse qui les recouvre est réunie en un petit tas sur chaque claie, et laissée au repos pendant environ cinq heures. Les grains commencent, pendant ce temps, à prendre un aspect laineux, par suite du développement mycélien dont ils sont le siège. La température monte alors rapidement: à 8 heures du matin, elle est de 40 à 41°,11 C., et elle augmente légèrement jusqu'à 9 ou 10 heures, bien que la température ambiante reste constante. Les tas sont alors remués pour favoriser un abaissement de température; on les tasse ensuite de nouveau sur les claies, et leur température remonte de manière à atteindre 37°,78 à une heure de l'après-midi. Les tas sont alors étalés derechef, et la masse, dans laquelle le développement mycélien a atteint son maximum, est abandonnée à elle-même jusqu'à 5 heures du matin du jour suivant; elle devient ainsi complètement froide, et forme un ensemble

dans lequel tous les grains sont réunis les uns aux autres par la trame mycélienne. C'est là le Kôji, qui est alors conservé dans des baquets de bois jusqu'au moment de la vente.

Cette fabrication est à peu près abandonnée en été car, à cette époque, la différence de température entre l'air extérieur et celui des germoirs n'est pas assez grande pour provoquer l'établissement de courants d'air réalisant une aération naturelle de ceux-ci ; or cette aération est nécessaire au développement intense du champignon.

Le Riz ainsi traité subit une perte de poids assez considérable. Atkinson cite des pesées faites par M. Jihei Kamayama ; celui-ci trouva que 100 parties (en poids) de Riz blanchi pesaient, après leur conversion en Kôji, 101,3 ; la quantité d'eau contenue dans le Kôji explique cette augmentation apparente. Le Riz primitif contenait 14,2 % d'eau, tandis que le Kôji en contient 29,5 % (1) ; 85,8 de riz séché donnent 76,35 de kôji sec, soit 89 % ; il y a donc une perte de 11 % en poids. Celle-ci porte surtout sur l'amidon.

(1) ATKINSON attribue un peu plus loin, au Kôji, une teneur en eau de 25,82 %.

Voici la composition du Kôji séché à 100°, d'après Atkinson :

Parties solubles dans l'eau 37,76 %	{	Dextrose.	25,02 %
		Dextrine (par différence).	3,88
		Cendre soluble	0,52
		Albuminoïdes solubles	8,34
Parties insolubles dans l'eau 62,24 %	{	Albuminoïdes insolubles	1,50
		Cendre insoluble.	0,09
		Corps gras.	0,45
		Cellulose	4,20
		Amidon (par différence)	56,00
Total.		100,00 %	

Le total des albuminoïdes (8,34 + 1,50 = 9,84 %) est donc assez élevé dans le Kôji. Ce qu'il faut surtout retenir, c'est qu'une très forte proportion de ces albuminoïdes est ici à l'état *soluble* (8,34 % du Kôji total); tandis que dans le Riz cette proportion a été trouvée, par le même auteur, égale à 1,38 %, dans des conditions équivalentes, c'est-à-dire sur des grains nettoyés (1), le total des albuminoïdes y étant de 6,47 %.

Opérations de brasserie. — Celles-ci sont au nombre de deux : la première, appelée *moto*, a pour but d'obtenir au moyen d'un mélange de Kôji, de Riz cuit, et d'eau, une masse douée de propriétés fermentescibles énergiques, et dont l'amidon soit déjà partiellement transformé en

(1) La teneur en albuminoïdes serait plus élevée avec des grains pourvus de leur enveloppe.

sucre ; la seconde, ou période du *Saké*, qui a donné son nom au produit définitif, est au contraire la phase *fermentative* proprement dite ; elle permet l'achèvement de la saccharification et la transformation du sucre en alcool.

C'est encore Atkinson qui paraît avoir donné les renseignements les plus détaillés sur ces opérations. Celles-ci sont sujettes à quelques modifications. Atkinson s'est basé sur les méthodes en usage dans les principales brasseries de Tokio. Dans ces brasseries, les proportions employées au début de la période du *moto* sont les suivantes ⁽¹⁾ :

Riz cuit à la vapeur, 68^l,534 ; Kôji, 21^l,585 ; eau, 72^l,095.

D'après Calmette, pour produire cette première fermentation, on fait le mélange suivant :

Eau, 10^{kg},721 ; Kôji, 3^{kg},006 ; Riz cuit, 7^{kg},515.

Ces matières sont mélangées, puis réparties dans des vases peu profonds, et remuées en tous sens à plusieurs reprises. Il en résulte finalement la formation d'une masse épaisse qui, peu à peu, s'éclaircit et devient sucrée, par suite de la transformation de l'amidon sous l'influence du champignon introduit par le Kôji. Cette sa-

(1) Les analyses d'Atkinson, que je reproduis plus loin, se rapportent à ces proportions. D'après Büsgen, les grains cuits à la vapeur, seraient additionnés d'un volume égal d'eau et d'un quart de Kôji.

veur devient, dans la nuit, amère, puis acide (Calmette).

D'après Atkinson, ces opérations se font toujours en hiver, à une température rarement supérieure à 5° C. Au bout de quelques jours, le contenu de tous les récipients est versé dans une cuve plus vaste, et, si la température ambiante est trop froide, l'on immerge au sein de cette cuve des barils de bois, ou *tamos*, remplis d'eau bouillante. Une fermentation s'établit rapidement; dès son début, on retire les *tamos*. Au bout de plusieurs jours, pendant lesquels la fermentation développe une température d'environ 25°, la masse renferme une forte proportion de sucre; elle est alors soutirée, chauffée, puis répartie dans les vases primitifs; elle renferme alors 10 % d'alcool. Cette fermentation paraît durer une vingtaine de jours en hiver, et moitié moins en été. Il y a d'assez grandes différences dans cette durée, suivant les époques et les localités.

Le tableau de la page suivante reproduit le résultat des analyses d'Atkinson pendant cette première période.

Le pourcentage de l'amidon non dissous se rapporte au poids primitif des matières employées (celui du mélange, à l'origine, avant transformation, étant de 32,17), et il a été calculé en retranchant de 32,17 la quantité d'ami-

don équivalente à l'alcool, au dextrose et à la dextrine qu'on trouve dans le liquide. Ce procédé indirect, et peut-être insuffisamment rigoureux, explique la marche bizarre des nombres d'Atkinson.

Composition du mélange	Avant le chauffage		Après le chauffage			
	3 ^e jour	5 ^e jour	7 ^e jour	10 ^e jour	12 ^e jour	14 ^e jour
	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Alcool.	—	—	5,2	8,61	9,41	9,20
Dextrose	7,35	12,25	5,4	0,99	0,49	0,50
Dextrine	5,12	5,69	7	2,81	2,72	2,57
Glycérine, cendres et albuminoïdes.	traces	0,48	1,14	2,82	2,35	1,93
Acide fixe	0,017	0,019	0,31	0,24	0,31	0,30
Acide volatil . .	—	0,008	0,15	0,11	0,65	0,03
Eau (par différence)	87,513	81,553	80,80	84,42	84,67	85,47
Total.	100	100	100	100	100	100
Amidon non dissous	20,43	15,46	10,68	12,46	11,55	12,05

C'est là une première phase (moto) de la fabrication du Saké. Les manipulations suivantes constituent la seconde période : celle du *saké* proprement dit, dans laquelle on emploie la masse précédente pour mettre en fermentation une nouvelle quantité de Riz cuit à la vapeur, additionnée d'eau, et, le plus souvent aussi, de nouveau Kôji.

D'après Calmette, les proportions de ce nouveau mélange sont les suivantes :

Liquide filtré, 52^{kg},593; Riz cuit, 150^{kg},260; eau, 210^{kg},364.

D'après Atkinson, du Kôji frais est ajouté à la masse, dès le début de cette seconde période, pour pallier à l'épuisement des propriétés diastatiques du premier, et la composition du mélange définitif, ainsi réalisé, équivaldrait, en faisant abstraction des transformations successives subies par le Riz, à :

Composition	Poids en livres anglaises (= 0kg,453)	Poids pour cent
Riz sec (1). . .	1 450	34,7 (cont' 29,156 d'amidon)
Eau	2 724,7	65,3
Total	4 174,7	100,0

(1) Dans la traduction française du travail d'ATKINSON (in *Monsieur scientifique*), ces nombres ont été déplacés et ont subi une interversion.

D'après le même auteur, les phénomènes essentiels de cette seconde phase seraient les suivants : l'addition d'un aliment nouveau, sous forme de sucre, fait que le développement de la levure présente s'effectue avec plus d'intensité; la température du mélange s'élève du reste beaucoup, en même temps que de l'acide

carbonique se dégage et qu'une odeur spéciale se manifeste. Ce sont là des preuves d'un développement énergétique de levures. Celles-ci épuisent le sucre déjà formé, et celui que le Kôji frais a apporté de nouveau dans la masse; de cette façon, la fermentation n'est à aucun moment empêchée par la présence d'une trop forte proportion de sucre, et ne s'arrête que lorsque l'aliment des levures : le sucre, est épuisé, ou lorsque le pourcentage de l'alcool devient assez élevé pour entraver l'action de celles-ci.

Le procédé japonais diffère donc profondément de celui des brasseurs européens.

Le résultat des analyses d'Atkinson, pour cette seconde période, est reproduit dans le tableau ci-dessous :

Composition du mélange	17 ^e jour	19 ^e jour	21 ^e jour	24 ^e jour	28 ^e jour
Alcool	5,80	9,44	11,83	12,41	13,23
Dextrose	2,06	1,16	0,27	0,27	—
Dextrine	3,89	2,74	1,42	0,47	0,41
Glycérine, etc.	0,043	1,09	1,28	0,68	1,99
Acide fixe	0,015	1,03	0,058	0,086	0,107
Acide volatil	—	—	0,029	0,086	0,061
Eau	88,192	85,54	84,413	84,998	84,202
Total	100	100	100	100	100
Amidon non dissous	12,814	7,85	5,534	5,4	4,18
Température	19°C	25°C	26°C	20°C	12°C

On voit donc que la proportion d'alcool augmente constamment pendant cette période, alors qu'il n'y a jamais une proportion considérable de sucre, celui-ci paraissant être transformé, au fur et à mesure de son apparition, par le champignon du Kôji lui-même (ou par les levures qui sont ici présentes comme nous le verrons plus loin); l'*Amylomyces* nous a déjà fourni de semblables exemples.

Lorsque la fermentation est achevée, on filtre le brassin, et l'on rince les tonnes avec de l'eau. Le produit de ce lavage est ajouté à la liqueur brassée, dont la teneur en alcool est ainsi diminuée.

Quant au résidu insoluble, qui contient environ 6 % d'alcool, il est soumis à la distillation, comme je l'ai dit plus haut, et fournit l'alcool japonais dont la fabrication est, dans ses détails, mais non dans son principe, bien différente de celle de l'alcool chinois ou annamite.

La composition du Saké filtré est, d'après Atkinson, la suivante :

Alcool, 11,14 % ; dextrose (?) ; dextrine, glycérine, etc., 1,992 ; acide fixe, 0,130 ; acide volatil, 0,020 ; eau, 86,718 ; poids spécifique = 0,990.

D'après Cohn, certains Sakés renferment jusqu'à 20 % d'alcool. Néanmoins cette composition ne varie pas beaucoup ; elle comporte tou-

jours très peu de dextrose et de dextrine, ce qui accentue sa différence avec nos bières européennes, auxquelles une certaine quantité de dextrine communique cette qualité spéciale que l'on exprime, dans le langage technique, en disant qu'elles ont « de la bouche ».

Le rendement ainsi réalisé n'est pas très bon. La quantité d'alcool produit, dans les opérations observées par Atkinson, n'atteignait que 50 % de celle qui aurait dû théoriquement être obtenue. Les chiffres communiqués au même auteur pour les brasseries d'Itami et de Nishinomiya indiquaient respectivement un rendement de 56,8 et de 55,5 %.

La filtration de la masse fermentée se fait avec certaines précautions. D'après Kozai, le moût est versé dans des sacs très épais, contenant du suc de fruits non encore mûrs de *Diospyros Kaki* (figues caques). Ces sacs sont placés ensuite dans une grande boîte de pression qui peut en contenir de 300 à 800. Une pesée est exercée sur ces sacs au moyen de lourdes pierres, et il en sort une liqueur assez claire, à laquelle une issue est ménagée au fond de la boîte, de telle sorte qu'elle puisse se déverser dans un vase disposé à cet effet.

La pression exercée est d'environ 7 à 8 000 kilogrammes; on la diminue lorsque la masse des sacs commence à s'affaisser, quitte à l'aug-

menter si l'écoulement ne se fait plus assez vite. Cette pression est continuée pendant dix à douze heures.

Le contenu des sacs renferme encore, après ce pressage, 50 % d'eau, de 5 à 6 % d'alcool, qui en sera extrait par distillation, et en une certaine quantité d'amidon non transformé.

Le saké ainsi filtré est alors clarifié. Pour cela, on le verse dans un grand vase à clarifications, bien couvert, et conservé à froid. Au bout de cinq à six jours, pendant lesquels il s'est produit une faible post-fermentation, on commence à décanter le saké; il en est prélevé une dizaine de litres, une ou deux fois par jour, de façon à pratiquer une décantation progressive. Le liquide ainsi prélevé est encore soumis à une nouvelle clarification, identique à la première. Tout se borne donc à laisser déposer, au fond des cuves, les matières étrangères filtrées avec le saké. Le produit impur, resté au fond de ces cuves de clarification, est mélangé avec du moût frais et soumis à un nouveau pressage.

Le liquide clair, prêt à être consommé, est placé, s'il doit être exporté, dans des vases transportables, sinon il est entreposé dans de vastes récipients préalablement bien nettoyés. Il paraît se produire encore, dans ce liquide, une nouvelle post-fermentation qui en améliore la qualité.

Le saké ainsi préparé ne peut se conserver longtemps ; les chaleurs de l'été lui sont particulièrement préjudiciables, en favorisant le développement de germes de maladie qui le rendent assez rapidement imbuvable. C'est pourquoi, depuis environ trois siècles, les Japonais soumettent leur boisson favorite à une véritable *pasteurisation* dont ils ont, empiriquement, découvert tous les avantages. Pour pratiquer cette pasteurisation, on chauffe le saké à 50-55° C., d'après Kozai, ou à 49-60° d'après Atkinson, puis on le brasse, et on le verse dans des cuves fabriquées avec du bois de *Cryptomeria japonica* ; on couvre celles-ci soigneusement, en prenant même la précaution de coller du papier sur toutes les fissures. Le liquide ainsi traité ne peut, néanmoins, se conserver longtemps ; il est facile d'en comprendre la raison. Le saké, une fois chauffé, est versé dans des vases non stérilisés, et sa température n'est pas suffisamment élevée pour détruire les germes qui peuvent se trouver dans ceux-ci. Il y est donc rapidement réinfecté. C'est pourquoi l'habitude est de réitérer la pasteurisation au moins une fois par mois pendant les cinq mois chauds de l'année. Mais la qualité du produit est finalement altérée au cours de ces manipulations. La quantité d'alcool y diminue, le dextrose y disparaît entièrement, et les proportions

d'acides lactique et butyrique y augmentent. Il s'y trouve aussi de l'ammoniaque formée aux dépens des albuminoïdes, et une huile volatile non déterminée, qui contribue, plus encore que l'acide butyrique, à développer l'odeur nauséabonde du saké tourné (Atkinson).

Depuis vingt ans, les Japonais nous ont emprunté l'emploi de l'acide salicylique comme agent conservateur; mais cet emploi constitue, là-bas comme ici, une fraude préjudiciable aux consommateurs.

J'exposerai, à la fin du chapitre du Saké, les procédés rationnels de préparation proposés par Kozai.

Action d'ensemble du Kôji. — Atkinson a minutieusement étudié l'action d'un extrait aqueux de Kôji sur quelques hydrates de carbone. Il a vu que cet extrait cause l'inversion du sucre de canne; cette action est très lente à basse température; elle n'est pas encore très rapide à 40°, mais elle le devient beaucoup plus entre 45 et 50° C., température qui est également très favorable à la transformation de l'amidon.

Sur le maltose, l'extrait de Kôji provoque une action hydratante qui cesse aux températures élevées. Entre 35 et 40° C., une solution de maltose est complètement convertie en glucose. Il se produit également, à 45°, une hydratation graduelle de la dextrine.

Sur une pâte épaisse d'amidon, à la température de 15 à 20° C., l'extrait de Kôji possède une action liquéfiante très marquée, sans toutefois, que la masse devienne transparente. Entre 35 et 55°, la pâte devient assez liquide en une minute et est rendue transparente en cinq à dix minutes. Ces résultats furent obtenus avec une solution contenant, dans 500 centimètres cubes, la matière soluble de 25 grammes de Kôji ; ils varient avec les échantillons, et, si l'on emploie une solution fortement chargée d'extrait, l'action hydratante devient d'une très grande rapidité. Pour saisir, dans la transformation qui a lieu, le stade *maltose*, il est nécessaire d'opérer avec une solution très faible.

Atkinson conclut de ses expériences que la première action du Kôji sur l'amidon est de diviser ses molécules en maltose et dextrine, puis, si l'action est continuée, de transformer le maltose en dextrose, conformément aux observations de Musculus et Mering.

Comme je l'ai dit plus haut, le Kôji peptonise les albuminoïdes du Riz.

De même que l'action de l'extrait de malt, et de toutes les diastases en général, celle de l'extrait de Kôji peut être affaiblie par la présence de certaines substances jouant le rôle d'antiseptiques. Le sel commun produit un résultat de ce genre, fait important en ce qu'il est mis à profit

par les Japonais dans la fabrication du *Soy* ou *Soja* (voir p. 175).

Les expériences de Sanguineti nous renseigneront d'une manière plus précise sur l'action de l'élément principal du Kôji : l'*Aspergillus Orizæ*.

Micro-organismes du Kôji. — De même que le levain chinois précédemment étudié, le Kôji doit ses propriétés diastasiques à la présence de champignons inférieurs qui, ensemencés sur la masse de Riz par le fait du mélange de celle-ci avec le levain, y réalisent à la fois la saccharification de l'amidon et la fermentation alcoolique. Ahlburg est le premier qui ait étudié le Kôji au point de vue mycologique. Il y découvrit un champignon : celui-là même dont les spores sont ensemencées sur le riz pendant la fabrication du Kôji, et le fit rentrer dans le genre *Eurotium*, sous le nom d'*Eurotium Orizæ*. Il le décrivit d'ailleurs très incomplètement. L'étude de ce champignon fut reprise par un grand nombre d'auteurs dont je cite les principaux au cours de ce travail.

Mais ce n'est pas là le seul micro-organisme du levain japonais.

Atkinson, sans dire expressément où elle se trouve, parle d'une sorte de *Saccharomyces* qui contribue à provoquer la fermentation alcoolique du saké. Ce ferment qui, à son maximum de

développement, aurait un diamètre de $0^{\text{mm}},0082$, différerait notamment du *Saccharomyces ellipsoïdeus* par ses dimensions uniformément plus grandes, et de la plupart des autres ferments du vin par la régularité de ses formes ; d'autre part, il se distinguerait du ferment de la bière par ses dimensions plus petites et par la faculté qu'il possède de vivre en présence de 12 à 15 % d'alcool.

Les travaux de Kozai, que je résumerai plus loin, nous ont fait connaître, avec assez de détails, l'ensemble des divers micro-organismes du Kôji, et notamment ses levures.

Je commencerai par décrire l'*Eurotium* (ou *Aspergillus*) *Oryzæ*, qui est au Kôji ce que l'*Amylomyces Rouxi* est au levain annamite.

Caractères végétatifs et culture de l'*Aspergillus* (*Eurotium*) *Oryzæ*. — Les premiers travaux publiés sur ce champignon : ceux d'Ahlburg, Cohn, Büsgen..., ne concordent pas absolument. Ce sont surtout les recherches de Wehmer qui peuvent servir à l'établissement des caractères différentiels de l'*Aspergillus Oryzæ* (1).

(1) Quelques renseignements généraux sont nécessaires avant l'exposition de ceux-ci. Sous le nom générique d'*Aspergillus*, on désigne une série d'Hyphomycètes caractérisés surtout par des porte-conidies d'un aspect assez uniforme, rappelant plus ou moins celui d'un *goupillon*. Ces porte-conidies varient beau-

Le meilleur moyen, pour étudier celui-ci, est de s'adresser au Kôji, formé, comme je l'ai dit, de Riz cuit, sur lesquels s'est développé le mycelium de ce champignon. On voit alors que ses grains sont entourés d'*hyphes* entremêlées, d'un blanc-gris, assez lisses, épaisses, et formant des mailles lâches ; elles sont parsemées de nombreuses *conidies* d'un vert-jaunâtre. La plus grande partie du mycelium forme, entre les grains de Kôji, des flocons filamenteux de diverses grosseurs, paraissant, à l'œil nu, colorés en vert-jaune. Vu au microscope, cet enchevêtrement paraît incolore, mais les conidies s'y montrent

coup entre eux, quant aux dimensions relatives et aux caractères de leurs diverses parties : la coloration de celles-ci, notamment, est très variable. C'est sur des caractères de ce genre que l'on se base surtout pour la détermination pratique des *Aspergillus* ; car, bien que ceux-ci ne représentent qu'une forme particulière, qu'un *stade*, dans l'évolution de champignons Ascomycètes pourvus, dans d'autres conditions, de *périthèces* dont les caractères sont beaucoup plus importants pour la classification, ces *périthèces*, étant très rares, sont difficiles à observer ; il serait donc impossible de se baser sur les caractères de ces derniers pour la détermination usuelle des espèces. C'est pour cette cause que l'on conserve le nom générique d'*Aspergillus* à tout un groupe de champignons chez lesquels la forme *Aspergillus* est la seule forme reproductrice connue, ou facilement observable. Tel est le cas de notre *Aspergillus Oryzæ*, qui rentre peut-être, comme le voulait Ahlburg, dans le genre *Eurotium*, mais auquel on ne connaît encore que la forme *Aspergillus*.

d'une couleur jaunâtre. La coloration macroscopique de l'ensemble paraît due au grand nombre de ces conidies qui, vues en masse, sont vert jaunâtre. Les hyphes ont des parois plus ou moins résistantes, elles ont environ 7μ de diamètre d'après Büsgen, ou de 5 à 9μ d'après Wehmer. Les détails des ramifications et des cloisonnements sont parfois difficiles à observer.

Ainsi examiné sur des grains de Kôji, l'*Aspergillus Oryzæ* présente fréquemment des porteconidies incomplets : les stérigmates étant souvent endommagés, ou ayant même disparu.

Wehmer a déterminé les caractères et les variations de l'*Aspergillus* ; il a vu, en effet, qu'il se produit des variations importantes, surtout dans les petits exemplaires. D'après cet auteur, d'une manière générale le pédoncule du sporange, sa vésicule terminale, et les stérigmates, sont incolores ; les conidies sont au contraire d'un jaune verdâtre (à l'examen microscopique). Les parois du pédoncule sont rigides, épaisses, le plus souvent lisses. Le diamètre de celui-ci s'élargit ordinairement de la base vers le sommet, parfois même dans la proportion du simple au double, de telle sorte que la vésicule n'est pas nettement séparée du côté du pédoncule, bien que son diamètre soit double de celui de ce dernier. Elle porte généralement de tous côtés des stérigmates assez courts, fortement pressés, sacciformes, dont

la longueur reste généralement inférieure à la moitié du diamètre de la vésicule, et qui, à leur extrémité obtuse, portent de grosses conidies. Celles-ci sont généralement isolées, on les voit rarement réunies en chaîne. Il s'ensuit que, dans les préparations microscopiques, le capitule n'offre pas souvent l'aspect classique complet d'un rayonnement radiaire des stérigmates et des conidies.

En ce qui concerne ces dernières, elles offrent une grande variabilité de grosseur, de telle sorte que Wehmer hésite à leur assigner une dimension *moyenne normale*. La moyenne paraît être de 5 à 7 μ . Ces conidies sont le plus souvent rondes et finement papilleuses.

En résumé, sur les grains de Kôji, le pédoncule des sporanges est lisse, non papilleux ; les capitules, assez réguliers, sont abondamment couverts de stérigmates, avec des conidies finement papilleuses. Ces caractères sont, du reste, quelque peu variables, et ne sauraient avoir, à eux seuls, une grande importance diagnostique. La nature du substratum exerce une certaine influence sur la morphologie de ce champignon.

Sur du Riz cuit, ou sur l'empois d'amidon, la végétation est généralement exubérante et rapide. Sur la gélatine sucrée (1) elle est plus lente et plus pauvre.

(1) Zucker Gelatin.

La température influe beaucoup également sur la rapidité de la croissance, l'*Aspergillus Oryzæ* étant nettement thermophile. Ce sont surtout les cultures sur milieux liquides qui mettent en évidence cette influence. Ainsi des cultures sur solutions sucrées, sur moût de bière..., se développent lentement à la température de la chambre, tandis qu'à celle de l'étuve elles croissent rapidement. Cependant Wehmer fait remarquer que la croissance sur le Riz s'effectue mieux, même à une température relativement basse.

Le mycelium jeune a une couleur blanc de neige ; les hyphes aériennes y sont bien développées ; c'est ainsi que du Riz cuit se couvre rapidement d'un revêtement blanc régulier. Mais dans les milieux liquides, il se développe une culture à mailles lâches, plus épaisse dans les parties inférieures, et qui, généralement, ne s'étend pas sur toute la surface.

Caractère de l'appareil multiplicateur. — Les conditions dans lesquelles apparaissent les premiers porte-conidies sont variables. En général, ils apparaissent de très bonne heure lorsque les conditions générales sont défavorables, mais cependant il n'y a pas là une règle absolue. On les trouve, par exemple, du 2^e au 3^e jour sur des solutions de sucre à la température de 30°, milieu dans lequel la culture se développe rapide-

ment. Sur le Riz, les spores peuvent ne se former qu'au bout d'une à deux semaines, bien qu'ici la végétation soit rapidement exubérante. Ce processus n'est donc pas toujours absolument régulier, et, comme le fait remarquer Wehmer, il est sous l'influence d'actions encore inconnues. Quoi qu'il en soit, un grand nombre de porteconidies finit généralement par se développer dans les cultures.

La couleur du revêtement mycélien, primitivement blanche, devient d'un jaune clair par suite de l'accumulation des conidies, puis d'un jaune sombre, et tire finalement sur le brun. C'est là tout au moins le cas le plus fréquent d'après Wehmer. Parfois, le virage au lieu de se faire vers le brun, paraît s'effectuer vers une couleur jaune, plus ou moins mélangée de vert, et qui, finalement, tire vers le gris ou le vert sale. C'est ainsi que la couleur normale du kôji, qui est jaune verdâtre, peut passer accidentellement au vert. Il en est de même sur différents milieux amylacés, tandis que sur plaques de gélatine la couleur varie du jaune clair au jaune sombre. Ce sont des faits de ce genre qui paraissent avoir porté Schröter à assigner une couleur jaune de chrome aux conidies. Les causes de ces variations de couleur sont actuellement inconnues; il en est de même pour d'autres *Aspergillus*.

Les porte-conidies doivent être décrits en détail, car ils sont fort utiles pour la détermination pratique. Ils prennent leur origine aux dépens d'un filament végétatif quelconque. Leur extrémité est plus ou moins renflée, en forme de sphère ou de massue, et ce renflement est couvert de stérigmates radiaires toujours simples. Les conidies issues de ceux-ci s'isolent facilement; cela fait que l'on voit, dans les préparations, un grand nombre de conidies, isolées ou rangées en articles, recouvrir les capitules sans présenter l'aspect radiaire régulier qui est le plus typique chez les *Aspergillus*.

La taille totale des conidiophores est assez variable. Certains atteignent plusieurs millimètres de hauteur; d'autres descendent jusqu'à $\frac{1}{10}$ de millimètre. D'une manière générale, les plus grands exemplaires sont arrondis et couverts de tous côtés par les stérigmates, tandis que les plus petits sont renflés en massues, ou sacciformes, et portent peu de stérigmates, généralement tous groupés à la face supérieure. Leur aspect est donc fort différent et pourrait, en cas d'examen superficiel, les faire rapporter à deux espèces différentes.

Le pédoncule des porte-conidies est de diamètre variable, il est en rapport avec la taille de l'appareil lui-même, qui est fort changeante comme je viens de le dire; ce diamètre est généralement

plus considérable que celui des hyphes végétatives. La paroi de ce pédoncule est le plus souvent épaissie, tantôt plus, tantôt moins, réfringente. Elle est presque toujours lisse, mais parfois aussi de petits granules la rendent raboteuse; elle peut enfin devenir papilleuse sur les porte-conidies les plus forts.

De la base à la pointe, le porte-conidie s'élargit, parfois jusqu'au double de son diamètre primitif. Il peut être coupé de cloisons transversales en nombre variable. Le renflement terminal, chez les plus grands exemplaires, est assez régulièrement sphérique, mais il n'est pas nettement séparé du pédoncule. Chez les autres exemplaires, où se réalise une forme en massue, le passage de la tige au renflement terminal est plus graduel. En général, chez les premiers, le diamètre de la sphère est de deux à trois fois celui du pédoncule. Sa paroi est plus ou moins résistante et couverte d'aspérités bien formées.

La forme et la longueur des stérigmates ne permettent pas de les confondre avec ceux d'autres espèces. Leur base et leur pointe sont généralement un peu rétrécies; la différenciation graduelle des conidies y est facile à suivre. Dans les exemplaires les plus grands, leur longueur est environ le tiers ou la moitié du diamètre de la vésicule, c'est-à-dire à peu près égale à celui du pédoncule. Dans les petits porte-conidies, en

forme de massues, cette longueur est souvent, d'une manière relative, plus considérable. Ils ne paraissent enfin jamais ramifiés, au moins normalement.

La grosseur des conidies varie dans de grandes proportions. Leur membrane est tantôt lisse, tantôt finement papilleuse; le premier de ces deux cas domine, c'est pourquoi Schröter assignait à l'*Aspergillus* des conidies à parois lisses. Une semblable différence a été rencontrée par de Bary chez l'*Aspergillus glaucus*. D'après cet auteur, elle tiendrait aux conditions générales de nutrition, et non à l'âge, car il se formerait, dans certains cas, un produit d'excrétion granuleux. Cette manière de voir diminue donc de beaucoup la valeur diagnostique des papilles; elle peut intéresser également les porte-conidies.

Malgré leurs dimensions variables, les conidies peuvent recevoir des mesures moyennes. C'est ainsi que Wehmer assigne aux plus petites un diamètre de 3 à 4 μ , celles-ci sont en minorité; la majorité mesure plus de 5 μ , et se lie généralement entre 6 et 7 μ ; certaines conidies atteignent même 9 μ . Les observations de Wehmer concordent avec celles de Büsgen, qui assigne aux conidies un diamètre de 5 à 7 μ , tandis que Schröter ne leur attribue que de 3 à 4 μ . L'*Aspergillus Oryzæ* est donc une espèce à grandes spores.

Wehmer a réuni ses observations relatives

à l'appareil multiplicateur dans le résumé suivant :

Porte-conidies : de longueur et de forme variables, presque toujours bien développés et facilement visibles à l'œil nu (jusqu'à 3 millimètres de hauteur). Pédoncule le plus souvent dépourvu de cloisons transversales; son épaisseur est variable : 10 à 30 μ ; ses parois sont, en général, épaissies, lisses; elles sont, plus rarement, finement papilleuse. Vésicules sphériques ou renflées en massue, atteignant un diamètre parfois triple de celui des pédoncules; elles sont incolores comme ceux-ci; leurs parois sont résistantes; chez les exemplaires de grande taille, elles ont de 60 à 80 μ de diamètre, et l'épaisseur des parois atteint 0,3. Ces vésicules sont couvertes de tous côtés, ou seulement en dessus, de stérigmates radiaires ou droits, allongés et simples, dont la longueur ne descend généralement pas au dessous du tiers du diamètre de la vésicule, et dont l'épaisseur, très inférieure à la longueur, se rapproche de celle des conidies (caractère très différent de ce qui a lieu chez l'*Aspergillus glaucus*).

Conidies : sphériques, grandes (de 6 à 7 μ en moyenne); colorées (du jaune au verdâtre); lisses ou finement papilleuses; généralement isolées et non en chaîne dans les préparations, formant au contraire des chaînes sur des matériaux intacts.

Caractères du mycelium ; son développement.

— Comme je l'ai dit plus haut, le mycelium est primitivement blanc, mais la présence des conidies donne à l'ensemble de l'appareil végétatif une couleur jaunâtre, verdâtre, ou même brune. Il se compose de filaments anastomosés, d'une épaisseur de 7 μ d'après Büsgen, de 3 à 9 μ d'après Wehmer, à parois rigides, cloisonnés. Les filaments mycéliens, d'après ce dernier auteur, ont une tendance à donner des renflements en forme de tonneaux ; il a spécialement observé cette tendance dans des cultures sur solutions sucrées, mais il n'y avait là rien de régulier.

Si l'on place une conidie dans une solution nutritive, après un temps variable entre douze et vingt-quatre heures celle-ci émet un petit filament germinatif, clair, qui, si les conditions générales sont favorables, donne, en deux ou trois jours, un mycelium richement ramifié, duquel partent bientôt de nombreuses ébauches de porte-conidies. Ainsi, sur une solution sucrée, à la température de 35° C., on observe, au bout de trois ou quatre jours, le développement d'une couverture finement colonneuse, résistante, avec de jeunes capitules sporifères. La première ébauche des porte-conidies se fait par évagination latérale d'un fil mycélien, formant un sac à lumière large. Ce sac grandit et se renfle bientôt en une dilatation sphérique ou en forme de mas-

sue, et, alors, les stérigmates eux-mêmes s'évaginrent. Ce processus, assez rapide, est suivi d'une différenciation des spores, également rapide. Ce développement s'accélère surtout sur les milieux liquides (solutions sucrées), tandis que le développement de l'appareil végétatif est particulièrement intense sur les milieux solides (Riz). L'apparition de nombreux porte-conidies donne au gazon mycélien, primitivement blanc, une couleur brun jaunâtre, ou jaune verdâtre, ou verdâtre. *Jamais Wehmer n'a réussi, malgré le grand nombre de cultures qu'il a longuement observées, à voir de formations fructifères ayant le caractère de périthèces ou de sclérotés.* La présence de semblables formations eût probablement permis de ranger définitivement ce champignon dans le genre *Eurotium*, auquel Ahlburg l'avait rapporté en jugeant par analogie. La forme *Aspergillus* reste donc ici la seule connue, et c'est une raison pour maintenir le nom d'*Aspergillus Oryzæ*.

Les spores conservent fort longtemps leur faculté de bourgeonnement. Des grains de Kôji, vieux de deux ans, portent encore des spores très germinables. Ceci est assez différent de ce qui se passe chez d'autres *Aspergillus*.

Le développement s'accomplit à la température de la chambre ou à celle de l'étuve; mais la chaleur active beaucoup ce développement,

qui est très lent, mais reste néanmoins possible, aux basses températures. L'optimum paraît voisin de 30° C. Les températures supérieures à 30° ne sont pas toujours avantageuses, car, sur les milieux solides (Riz, empois d'amidon), elles favorisent le développement de bactéries qui peuvent avoir été ensemencées en même temps que l'*Aspergillus*, ou qui peuvent préexister par suite de la difficulté de stérilisation de ces milieux. Les solutions sucrées, additionnées des sels nécessaires, sont plus facilement stérilisables et permettent de mieux suivre le développement à hautes températures. Cependant la végétation reste plus abondante sur les milieux solides riches en matières amylacées. Le moût de bière est assez favorable à l'*Aspergillus Oryzæ*. La décoction de raisins secs, même à la température optima, l'est moins (Wehmer). Büsgen a obtenu de bons développements sur une solution de sucre de raisin à 5 % ; l'addition d'extrait de viande à cette solution rendait le développement encore meilleur, il en était de même avec le Riz. Le développement se montrait moins bon sur des pruneaux cuits. Il est également défavorable sur la pomme. Schieweck a décrit une dégénérescence particulière de ce champignon lorsqu'on le cultive sur pomme de terre à 30° C. ; il se forme, dans ces conditions, des sortes de renflements dépourvus de stérigmates, en d'autres termes,

le développement des porte-conidies subirait un avortement. De semblables phénomènes ont été retrouvés en cultivant l'*Aspergillus* sur des milieux très acides, ou sur du Riz à basse température.

J'ajouterai enfin que cet *Aspergillus* est très résistant et conserve fort longtemps ses propriétés vitales. Un Kôji vieux de 4 ans, étudié par Wehmer, fournissait encore de très belles cultures, à la température de 37° C., en 3-4 jours.

Le développement de certaines bactéries, ou même de certains autres champignons lui est particulièrement nuisible. C'est à cette cause perturbatrice qu'il faut rapporter, au moins dans une certaine mesure, l'échec auquel ont abouti certains essais d'utilisation industrielle de cette Mucédinée. J'aurai, du reste, à revenir sur ce sujet en discutant plus loin les brevets Takamine (p. 121). Delbrück et Wehmer ont étudié cette action ; on observe fréquemment, dans les cultures infectées, de petits bâtonnets très mobiles, fins, munis d'une spore qui apparaît sur leur milieu ou à leur extrémité. L'identité de ces bâtonnets n'est pas encore fixée.

Action de l'*Aspergillus Oryzæ* sur les hydrates de carbone. — Ce sont surtout les propriétés saccharifiantes de l'*Aspergillus Oryzæ* qui ont attiré l'attention sur ce champignon. Cohn paraît avoir fait, avec l'assistance d'un

étudiant japonais de Breslau : Shinkizi, les premières expériences *systématiques* sur ce sujet. Il remarqua que le mycelium transforme l'empois d'amidon en glucose, comme le fait la diastase de l'orge germé. Il établit que ce pouvoir ferment ne vient ni du Riz, ni du mycelium en lui-même, mais qu'il existe dans le mycelium mort ou vivant, et provient d'une diastase présente dans ce mycelium.

Avant lui, Korschelt avait déjà étudié l'action de l'*Aspergillus* et parlé de cette dernière diastase ou *Eurotine*.

Atkinson, dont j'ai déjà exposé les recherches, étudia longuement les propriétés diastasiques du Kôji, envisagé *in toto*.

D'autres auteurs traitèrent également de ces propriétés, mais ce fut surtout Sanguinetti qui précisa l'action de l'*Aspergillus Oryzæ*, étudié en cultures pures, et la compara à celles de champignons assez voisins : l'*Amylomyces* et le *Mucor alternans*.

J'ai exposé (p. 48) le *modus faciendi* de ses expériences. Dans ses essais avec l'eau de levure additionnée d'amidon, il trouva que l'*Aspergillus Oryzæ* donne moins d'alcool que l'*Amylomyces* (2,77 contre 3,96), mais plus que le *Mucor alternans* (1,58). Il laisse moins de sucre réducteur total (2,25 au lieu de 2,99 pour le *Mucor* et 3,75 pour l'*Amylomyces*). La perte en

alcool était de 40 % avec l'*Aspergillus*, 46 avec le *Mucor*, et 25,7 avec l'*Amylomyces*. Dans les essais avec l'eau de levure additionnée de dextrose, c'était au contraire le *Mucor* qui donnait la plus forte quantité d'alcool : 3,72 contre 1,43 pour l'*Aspergillus* et 2,75 pour l'*Amylomyces*, tout en donnant un développement mycélien beaucoup moins abondant que l'*Amylomyces* et l'*Aspergillus Oryzæ* ; la perte en alcool était égale pour le *Mucor* et l'*Amylomyces* (30 %), mais elle atteignait 48 % avec l'*Aspergillus* ; l'*Amylomyces* attaquait moins les dextrines que ne le faisaient les deux autres.

En additionnant 500 centimètres cubes d'eau de levure de 10 % de saccharose, et en ensemençant d'*Aspergillus Oryzæ*, une fermentation commence au bout de 3 jours, et il y a inversion complète du saccharose, dont il ne reste plus trace dans le liquide après fermentation (1). Le tableau de la page suivante indique le résultat de l'analyse de ce liquide, faite par Sanguineti, après 10 jours de fermentation par l'*Aspergillus Oryzæ*.

(1) D'après Lévy, la sucrase de l'*Aspergillus Oryzæ* ne peut convertir le saccharose que jusqu'à 70 %. Cette sucrase est beaucoup moins sensible à l'action des acides que celle de la levure de bière. Celle-ci traverse les filtres de porcelaine, tandis que la première est entièrement arrêtée par eux (Fernbach).

Analyse de Sanguineti

Composition	Ballon témoin	Ballon ensemencé d' <i>Aspergillus Oryzæ</i>
Poids de plante.	0	2,743
Extrait sec à 100°	50,52	24,40
Acidité totale en SO ₄ H ₂ . .	0,112	2,300
Alcool en poids.	0	20,60
Sucreréducteur (en glucose).	0	27,02
		8,95 de glucose 18,06 de lévulose
Saccharose	45,68	Néant
Déviatiou polarimétrique . .	+ 56°4	- 29°2
Perte en alcool	0	6 0/0

Une faible portion seulement de l'alcool formé a été brûlée par la plante, la fermentation ayant duré peu de temps. L'étude des acides volatils, effectuée d'après la méthode de Duclaux, montra à Sanguineti qu'il s'agissait d'un mélange d'acide formique et d'acide acétique. Les sucres réducteurs restant étaient du glucose et du lévulose, avec prédominance de ce dernier, qui présente, par conséquent, une grande résistance à l'action fermentative de l'*Aspergillus Oryzæ*; on sait, du reste, que ce sucre est difficilement transformé tant par les levures que par les microbes.

Les expériences faites par le même auteur sur les mouûts de brasserie et de distillerie de grains ont une valeur pratique assez importante. Les aliments hydrocarbonés qui entrent dans la com-

position de ces moûts sont à peu près les mêmes, d'après Sanguinetti. Ils sont constitués d'un mélange de maltose et de dextrine, avec une très faible proportion d'amidon soluble. Les expériences de Sanguinetti portaient sur un litre de moût; une agitation répétée empêchait la formation de spores aériennes. L'analyse faite après cessation complète de la végétation (2 mois pour *A. Oryzæ*, 1 mois pour les deux autres champignons), donna les résultats indiqués dans le tableau de la p. 117.

C'est l'*Amylomyces* qui engendre ici le plus d'alcool et donne les pertes les plus faibles. Il conserve donc les avantages mis en évidence par les essais sur l'eau de levure amidonnée ou dextrinée (p. 50). L'*Aspergillus Oryzæ* fournit une végétation très riche, mais dont le pouvoir comburant est assez énergique pour détruire au fur et à mesure la plus grande partie de l'alcool formé.

Sanguinetti expérimenta encore l'action de ces trois moisissures sur les vinasses de distilleries de grains ⁽¹⁾, c'est-à-dire sur les moûts déjà traités par la levure alcoolique, et très pauvres

(1) Ces vinasses provenaient d'une distillerie de maïs et de seigle, traités par le malt vert. Leur acidité étant trop forte (de 3 à 4 grammes par litre), il était nécessaire, pour permettre le développement des moisissures, de réduire cette acidité de 0^{sr},5 ou 1 gramme par litre, au moyen d'un lait de chaux.

Composition	Témoin		Aspergillus Oryzæ		Mucor alternans		Amycomyces	
	Mont de brasserie	Mont de distillerie	Mont de brasserie	Mont de distillerie	Mont de brasserie	Mont de distillerie	Mont de brasserie	Mont de distillerie
Poids de plante.	0	0	6,100	3,701	2,188	3,124	1,805	1,405
Extrait sec à 100°	139,6	113,2	31,6	39,4	58,6	27,2	48,9	30,0
Acidité totale en SO ⁴ H ²	0,900	1,520	2,520	2,320	1,450	1,800	1,881	2,520
Alcool, en poids	0	0	12,68	17,43	33,28	31,70	38,04	30,11
Sucre réducteur, en glucose	78,94 (maltose)	51,72 (maltose)	13,88	9,90	25,00	1,43	29,84	12,50
Dextrine	34,93	25,99	2,50	12,78	traces	1,90	1,52	3,50
Perte en alcool	0	0	38,40	11,30	7,55	4,52	5,78	2,86

en substances nutritives. Les résultats de ses analyses sont les suivants :

Composition	Témoin	A. Oryzæ	M. alternans	Amylomyces
Poids de plante.	0	4,465	3,730	1,323
Extrait sec à 100°.	33,46	15,48	16,80	20,80
Acidité totale, en SO+H ₂	1,166	0,200	0,300	0,840
Alcool en poids.	0	traces	2,66	1,58
Sucre réducteur, en glucose	5,33	traces	traces	traces
Sucre réduct' total après saccharification par HCl.	16,55	2,49	2,50	5,00
Azote total	0,620	0,300	0,415	0,487

L'*Amylomyces* permettait donc d'extraire une quantité d'alcool suffisante pour donner des bénéfices appréciables, tout en laissant au liquide, à très peu près, sa valeur agricole. Il donnait moins d'alcool, mais plus d'azote et d'hydrates de carbone non transformés que le *Mucor alternans*. L'*Aspergillus Oryzæ*, au contraire, y brûlait au fur et à mesure l'alcool engendré et faisait disparaître la plus grande partie de l'azote.

Les conclusions de Sanguinetti furent les suivantes :

1^o Les trois Mucédinées expérimentées possèdent un pouvoir saccharifiant très énergique. Celui de l'*Aspergillus Oryzæ* est le plus intense,

Amylomyces vient ensuite, puis le *Mucor alternans* ;

2° L'*Amylomyces*, dans tous les milieux étudiés, est celle des trois moisissures qui, dans le même temps, laisse le plus d'hydrates de carbone non transformés, parce que son pouvoir comburant est beaucoup moindre ;

3° Il a un pouvoir ferment plus considérable que les deux autres, et, grâce à ses propriétés comburantes beaucoup plus faibles, il est seul susceptible d'être utilisé pratiquement dans l'industrie, soit pour la fermentation directe des matières amylicées, soit pour l'utilisation des vinasses de distillerie.

Levures du Kôji. — En outre de ses propriétés saccharifiantes énergiques, le Kôji provoque une fermentation alcoolique. Celle-ci est-elle provoquée par l'*Aspergillus Oryzæ* lui-même, ou provient-elle de levures étrangères à ce champignon ? Cette question, qui a fait couler des flots d'encre, doit, à l'heure actuelle, être tranchée dans le sens suivant : l'*Aspergillus* contribue à transformer en alcool le sucre qu'il produit aux dépens de l'amidon, mais il est, à ce point de vue, non seulement aidé, mais dépassé, par de véritables levures, introduites par l'eau ou par l'air dans le Kôji, où leur présence est manifeste, et qui ne paraissent pas avoir, avec l'*Aspergillus*, les relations de parenté qui leur

ont été attribuées. Ce sujet mérite quelques explications, en raison de son importance scientifique et pratique, et aussi en raison de la place qu'il tient dans la bibliographie du sujet ici traité.

On a souvent avancé que les levures vraies, ou *Saccharomyces*, sont, non point des organismes indépendants, mais de simples stades évolutifs dans l'existence d'autres champignons plus élevés, de l'*Aspergillus Oryzæ* notamment; celui-ci, sur le terrain duquel on s'est longtemps placé pour soutenir cette théorie, aurait pu, dans certaines circonstances, engendrer un *Saccharomyces*; il aurait ainsi assuré, à lui seul, sous ses deux formes, les processus fermentatifs de la fabrication du Saké, en jouant le double rôle de ferment saccharifiant et de ferment alcoolique. Un excellent aperçu historique des débats élevés à ce sujet dans la littérature scientifique est donné par Klöcker et Schiöning [3]. A ces débats, se rattachent notamment les noms de Bail, Berkeley, Hoffmann, Hallier, Béchamp, Trécul, Robin, Korschelt, Brefeld, Tulasne, Ludwig, Moeller, J. J. Juhler, A. Jørgensen, Sorel, qui, à des titres divers, furent les champions de la théorie de la transformation, ou du *pléomorphisme*, tandis que, dans le camp adverse, nous relevons surtout les noms de de Barry, Reess, Pasteur, Chamberland, Hansen,

Cohn, Büsgen, Wehmer, O. Seiter, A. Klöcker et H. Schönning.

Je ne retiendrai ici que ce qui a particulièrement trait à l'*Aspergillus Oryzæ*. Les premiers faits importants, relatifs à celui-ci, furent ceux sur lesquels se basa un Japonais : Takamine, qui, de 1889 à 1894, prit des brevets en Europe et en Amérique pour s'assurer la propriété d'un procédé réalisant la saccharification et l'alcoolisation des matières amylicées, à l'aide du seul *Aspergillus Oryzæ* (1). Il considérait

(1) Les divers brevets Takamine avaient spécialement trait à la préparation de produits pouvant remplacer avantageusement le Kôji, et servir aux divers usages de la Brasserie, de la Distillerie et même de la Boulangerie. Takamine proposait, par exemple, d'ensemencer d'*Aspergillus* d'autres grains que le Riz, et d'introduire dans ces cultures des sels nutritifs ; mais ce n'était pas là une innovation, puisque le Blé est parfois employé au Japon à la fabrication du Kôji, de même qu'au Cambodge ou en Chine diverses graines servent à la préparation du Mén. Au point de vue pratique, les procédés Takamine consistaient essentiellement en ceci : on fait une culture d'*Aspergillus Oryzæ* sur des grains concassés, cuits à la vapeur, et aspergés d'une solution de sels nutritifs ; il s'y forme des spores au bout de 24-48 heures, à la température de 30-40° C., dans une atmosphère humide. Lorsque ces spores ont apparu, on sèche la culture à une température convenable (environ 50° C.), puis on tamise pour séparer les spores, qui sont recueillies à part pour servir ensuite d'agents d'ensemencement ou de ferment alcoolique. Le résidu restant sur le tamis contient le mycelium ; on en fait à froid un extrait aqueux qui

comme un fait accompli la filiation directe de la levure réalisant cette alcoolisation ; elle aurait

peut remplacer le malt (*Taka-Kôji*). L'on peut alors faire agir cet extrait, à la dose de 3-20 0/0, sur des matières amylacées quelconques, cuites à la vapeur, et ramenées à une température voisine de 65-70° C.; la saccharification s'effectue en une heure environ, puis le moût refroidi à 20° est additionné d'un levain (2-10 litres par hectolitre de moût), qui provoque en 3-4 jours, à une température voisine de 25° C. (21-32° C.), une fermentation alcoolique. Ce levain (*taka-moto*) provenait originairement du Japon, et réalisait une culture assez complexe d'*Aspergillus Oryzae*, dans laquelle ce champignon aurait présenté le stade morphologique et les propriétés d'une véritable levure ; en réalité, ce n'était pas là une culture pure, et l'*Aspergillus* s'y trouvait associé à d'autres organismes qui devaient être ceux du Kôji. Ce levain était préparé à l'aide d'un moût de céréales cuites sous pression, et saccharifié en deux phases, comme je l'indique un peu plus loin, par addition de Taka-Kôji et d'un peu de levain précédemment fait.

Ces procédés, d'après les circulaires de la *Takamine Ferment Co*, auraient permis de réaliser une économie que l'on peut évaluer à 8 francs environ par hectolitre d'alcool absolu.

Takamine proposait encore d'isoler du levain ci-dessus, par le moyen suivant, une sorte de levure pressée. Des graines de céréales, ou même du son, subissent une addition de 3-10 0/0 de Taka-Kôji et de 4 à 8 volumes d'eau. On porte la masse à 65° C. pendant 15-30 minutes, on fait bouillir, puis on refroidit à 60°, et l'on ajoute 3-10 0/0 de nouveau Taka-Kôji, qui provoque une seconde saccharification. Puis on sépare le liquide, on le stérilise, et on l'ensemence de spores ; il se produit alors une fermentation à la suite de laquelle le *ferment* se dépose ; on le recueille, on le

été engendrée directement par l'*Aspergillus* et

presse, et il ne reste plus qu'à l'utiliser comme l'on ferait de la levure de la bière.

Divers détails ingénieux avaient été proposés en outre par Takamine, comme par exemple l'augmentation de la surface de culture (tout en épargnant les matières nutritives) par addition à la masse de matériaux inertes (sable, pierre-ponce). Cette idée fut reprise par Collette et Boidin, qui imprègnent des pailles avec un liquide nutritif, les stérilisent, puis les ensemencent d'un mycélium d'*Amylomyces*, en faisant passer à travers ces cultures d'un nouveau genre un fort courant d'air qui favorise le développement de la Mucédinée.

Takamine avait encore proposé l'emploi d'un *Ustilago* comme succédané de l'*Aspergillus Oryzae*. Une innovation plus intéressante peut-être, était celle qui consistait à précipiter à l'état solide les substances actives (*diastasiques*) de l'*Aspergillus*, en traitant leurs solutions par l'alcool, puis lavant et desséchant le précipité. Il conseillait d'ajouter d'abord à ces solutions des infusions de son, de grains crus ou même de drèches, ce qui devait augmenter l'activité diastatique des substances précipitées, conformément à ce qu'Éffront avait démontré dès 1892.

Ces procédés furent employés pendant quelque temps, sous la direction de Takamine, dans une importante usine de Peoria (Illinois). Ils furent assez rapidement abandonnés. D'abord il y eut à lutter contre l'apparition de bactéries, mais, cette cause perturbatrice vaincue, le rendement n'en restait pas moins peu rémunérateur. Sanguinetti attribue surtout cet insuccès : 1° à ce que l'*Aspergillus Oryzae* a de telles propriétés comburantes qu'il brûle rapidement une grande partie du sucre formé ; 2° à ce qu'il peptonise les albumines végétales, de façon à dépouiller les drèches de toute valeur alimentaire.

ne serait qu'un de ses stades évolutifs. D'après les indications de Takamine, on aurait pu (J. J. Juhler) engendrer des cellules de levure en partant de l'*Aspergillus Oryzæ* ; il suffisait, pour cela, de cultiver des conidies de cette moisissure sur un milieu ayant une forte teneur en amidon, ce qui permettait à ces conidies de développer un mycelium et des conidies nouvelles. Lorsque la saccharification et la liquéfaction étaient produites par ce mycelium, les conidies alors formées se trouvaient soustraites à l'action de l'air, changeaient d'aspect, et finissaient par se transformer en *Saccharomyces* typiques. Cette opinion concordait, du reste, avec celle que Korschelt avait avancée, dès 1878, en décrivant l'industrie du Saké et le champignon qui y concourt.

La presse technique discuta assez longuement les procédés Takamine. On avança, au cours de ces discussions que la formation de la levure, pendant la fabrication du Saké, serait due à ce que les conidies d'*Aspergillus*, contenues dans le jus saccharifié, et encore imparfaitement mûres, se transformeraient en cellules de levure susceptibles de donner jusqu'à 20 % d'alcool.

La note préliminaire de J.-J. Juhler, à laquelle je viens de faire allusion, et qui était contresignée par A. Jörgensen, annonçait simplement que cet auteur avait observé une trans-

formation directe d'*Aspergillus* en *Saccharomyces*. De plus grands détails furent ensuite donnés sur cette observation, mais jamais Jubler et Jörgensen ne parvinrent à obtenir l'*Aspergillus* en partant du *Saccharomyces* qu'il aurait, d'après eux, engendré. En même temps, Wehmer [2], Kozai et Yabe, Klöcker et Schiöning, s'efforçaient sans y réussir d'obtenir les résultats décrits par Jubler et Jörgensen.

Une communication de Sorel [1] parut, un instant, devoir faire pencher définitivement la balance du côté du *pléomorphisme*. Cet auteur cultivait des conidies d'*Aspergillus Oryzæ* sur du moût de malt saccharifié à 65°, en présence d'antiseptiques. Suivant les doses de ceux-ci, les conidies paraissaient donner ou bien un mycelium, qui, peu à peu, se cloisonnait et se divisait en cellules de levure ovales, bourgeonnantes, ou bien des traces de mycelium avec beaucoup de ces cellules ovales ; mais, dans aucun cas, les conidies n'engendraient directement la levure. Celle-ci, cultivée successivement sur du moût à 0^{gr},10 d'acide fluorhydrique, puis sur du Riz cuit à la vapeur, à une température de 26°, paraissait engendrer des colonies d'*Aspergillus*. L'on revenait ainsi au point de départ après avoir traversé le stade Levure. Mais ces expériences ayant été répétées par Klöcker et Schiöning, avec les matériaux mêmes qui servaient à

Sorel, et qui leur avaient été obligeamment envoyés par celui-ci, il parut, en dernière analyse, qu'un ou plusieurs éléments de non-asepsie se soient glissés dans ses essais, et que sa levure ne provienne pas de l'*Aspergillus Oryzæ*. D'autres expériences, faites encore par Klöcker et Schiönning, avec des champignons plus ou moins voisins (*Sterigmatocystis*, *Penicillium*, *Dematium*, *Cladosporium*) et avec de vrais *Saccharomyces* ⁽¹⁾ paraissent achever de ruiner, au moins en ce qui concerne ces espèces, la séduisante théorie du *pléomorphisme*. La transformation des champignons supérieurs et, en particulier, des *Mucédinées* en *Saccharomyces*, paraît aussi irréalisable dans les expériences de laboratoire que dans les conditions naturelles actuelles.

Les choses en étant à ce point, Yabe reprit l'étude de l'origine des levures qui s'observent dans le Kôji ⁽²⁾. Il réfuta l'opinion d'Atkinson, d'après laquelle ces levures pourraient provenir de l'air, et établit qu'elles tirent leur origine de la paille de Riz avec laquelle on fabrique les

(1) *S. Cerevisiæ*, *Pastorianus*, *membranæfaciens*, *anomalus*, *Ludwigi*, *apiculatus*, et quatre espèces de levures de vin, ainsi qu'avec la levure que Sorel croyait provenir de l'*Aspergillus Oryzæ*.

(2) C'est Korschelt qui a, le premier, constaté l'existence de levures dans le Kôji et au cours de la fabrication du Saké.

nattes sur lesquelles est déposé le Kôji au cours de sa préparation (1). Ces nattes doivent toujours être faites de Riz de plaine et non pas de Riz de montagne (ou, si l'on préfère, de Riz aquatique et non pas de Riz de terrain sec). Yabe trouva, en effet, sur la paille de Riz de plaine, plusieurs sortes de levures, et notamment une petite espèce semblable au *Saccharomyces exiguus*, et qui paraît être la levure alcoolique du Saké. Elle forme de petites cellules rondes ou légèrement elliptiques, de 5 à 9 μ de diamètre, qui se séparent rapidement les unes des autres. Des cultures sur plaques de gypse permettaient d'observer, dans beaucoup de ces cellules, l'apparition d'une, deux, ou même trois spores, mais le pouvoir germinatif de celles-ci ne pût être complètement élucidé. Un aliment riche en azote était nécessaire à cette levure qui, en aucun cas, n'engendrait un mycelium. En présence de 12 % d'alcool, elle possédait encore un pouvoir ferment considérable, mais, avec 16 %, cette énergie s'affaiblissait considérablement. Les alcools d'atomicité élevée se montraient nuisibles à cette levure, même à faible dose; la fermentation cessait, par exemple, avec 3 % d'alcool isobutylique, 1 % d'alcool amylique et 0,5 %

(1) Nous retrouverons encore un exemple semblable en traitant des ferments de l'Arack.

d'alcool caprylique. Le chlorure de sodium, à la dose de 6 ‰, n'affaiblissait pas considérablement son pouvoir germinatif ; avec 10 ‰ du même sel, ce pouvoir devenait plus faible. Dans un mélange de 10 ‰ de sucre de canne et de 4 ‰ d'acide tartrique, dans lequel les levures sauvages se développent encore (mais non pas les levures de bière domestiquées), la levure du Saké ne se développait plus.

En résumé, l'origine de cette levure, à laquelle Yabe donne le nom de *Saccharomyces Saké*, se trouvait ainsi complètement élucidée.

Kozai reprit avec beaucoup de détails, sous la direction de O. Kellner et Lindner, l'étude mycologique du Saké. Il décrit sa levure comme étant généralement ronde, de 6 à 12 μ de diamètre, à contenu homogène ; des cellules géantes s'observeraient aussi parfois, mais très rarement, dans les vieilles cultures. Dans des cultures en gouttelettes, la production de cellules serait très active ; les jeunes cellules, pourvues d'un protoplasma assez homogène, se sépareraient de bonne heure des cellules primitives. Après sept ou huit jours, il y aurait enfin une formation de spores. D'une manière générale, la sporulation s'effectuerait déjà à 25-27° C. ; à la température optima de 30 à 32° C., elle s'effectuerait au bout de quatorze heures, et à la température maxima (40-41°), après 36 heures, tandis qu'à la tempé-

rature minima (3-4°), il lui faudrait quinze jours. Les spores sont, en général, réfringentes, leur nombre varie d'une à trois et ne dépasse jamais ce nombre.

Vis-à-vis des sucres, la levure du Saké se comporterait, d'après Kozai, comme la plupart des autres levures : elle fait facilement fermenter le saccharose, le maltose, le mannose- δ , le fructose- δ , le glucose et le méthylglucoside. La fermentation est un peu moins facile avec le tréhalose et le galactose- δ ; elle ne s'effectue pas avec le lactose et le rhamnose. Elle divise enfin le mélitriose en mélibiose et fructose, mais ne peut hydrolyser le mélibiose.

Pour expérimenter la puissance de résistance de la levure du Saké aux hautes températures, Kozai la cultiva dans du moût de bière à diverses températures élevées ; elle était tuée en cinq minutes à 60°. Après dessiccation au papier à filtrer, les cellules étaient encore vivantes au bout de vingt mois, et se développaient très bien dans le moût.

Schieweck, et aussi Kozai, étudièrent encore d'autres levures présentes dans le Saké. Ce sont, d'après ce dernier auteur : 1° Deux levures de moisissures (Kahnhefen). L'une d'entre elles possède beaucoup de points de contact avec le *Saccharomyces anomalus* cultivé par Lindner ; ses cellules sont presque toutes elliptiques, à parois

très minces ; elles forment généralement, après 5-6 jours, un nombre considérable de spores. Celles-ci ont la forme d'un chapeau, il y en a deux, ou plus rarement trois, dans une même cellule. Cette levure, cultivée dans du moût de bière, ne paraît provoquer qu'une fermentation négligeable. La seconde de ces deux levures, qui ne paraît pas former de spores, a des cellules rondes ou elliptiques, contenant pour la plupart un ou deux granules réfringents. Elle se comporte comme la première vis-à-vis du moût de bière.

2° Une levure de *Torula*, à cellules rondes, de 3 à 5 μ , remplies d'un protoplasma nuageux. On trouve, presque dans chaque cellule, une grosse goutte de graisse. Elle provoque une très faible fermentation.

3° Une levure rouge, dont les cellules ont à peu près la forme de balles, avec un diamètre de 6 μ . L'apparition de la matière colorante a surtout lieu dans les cultures sur pomme de terre. Kozai n'a pas observé de sporulation. Il considère cette levure comme semblant identique avec l'une de celles que Yabe a isolées de la paille de Riz fraîche.

Emploi de Levures pures. — Les essais exécutés dans ce sens sont encore dus à Kozai.

Il existe, dans le Kôji, à côté d'organismes utiles, toute une série d'autres organismes plus

ou moins nuisibles; entre ceux-ci et les premiers s'établit une lutte dans laquelle l'avantage reste généralement aux organismes utiles, qui trouvent dans le moût de Saké (moto) un milieu particulièrement favorable. L'action des organismes nuisibles ne s'en fait pas moins sentir, et le Saké possède souvent, en effet, une odeur et une saveur désagréables; cette action a surtout lieu de s'exercer pendant la préparation du moto, car, ensuite, le développement abondant de la levure engendre une quantité d'alcool et d'acide carbonique nuisible aux éléments nocifs. L'infection se réalise de nouveau dans les vases de clarification et de conservation; l'oxygène devient alors plus abondant et favorise le développement de ferments de maladies. C'est pour obvier à cet inconvénient que les Japonais pratiquent depuis trois siècles la pasteurisation du Saké.

On conçoit donc que Kozai ait été amené à faire des essais d'emploi de levures pures pour la fabrication de ce produit, ainsi que cela se fait dans d'autres industries semblables. Cet emploi devait réduire le processus compliqué du moto à une méthode simple de culture pure, et permettre d'obtenir des Sakés de qualité constante, beaucoup plus stables.

Kozai isola d'un peu de Kôji une levure de Saké, capable d'effectuer la fermentation, et la

cultiva en vases de Pasteur et de Carlsberg. Le Kôji avait été préparé à l'aide de spores pures d'*Aspergillus Oryzæ*. Il en mélangeait 4 litres avec 11 litres de Riz cuit à la vapeur (et non refroidi) dans un petit vase à fermentations, puis il ajoutait 12^l,53 d'eau chaude et brassait ce moût pendant trois heures, à une température de 60° C. La température était ensuite abaissée à 20°, puis on ajoutait encore un demi-litre de levure et la fermentation s'opérait en chambre froide, où elle commençait au bout de huit heures et se développait peu à peu. Elle atteignait son maximum le 6^e jour; la température s'élevait alors à 24° C. Cette fermentation était achevée le 13^e jour, et le moût ainsi préparé fournissait, après pressage, 19 litres de Saké.

Un autre essai, fait par M.-K. Yagi (d'après Kozai), fut effectué avec des quantités doubles de celles employées ci-dessus, mais avec la même quantité de levure. La fermentation ne se produisit qu'au bout de quinze heures. Elle se développait peu à peu, et atteignait son maximum le 9^e jour; la température s'élevait alors à 22°. Le 15^e jour, le moût fermenté fut pressé et donna 39 litres de Saké.

Le Saké provenant de ces deux essais fut placé dans des ballons de verre et conservé dans un grenier froid; au bout de quatre jours, les cellules de levure se rassemblaient au fond des

ballons, et la clarification était complète. Ces Sakés furent filtrés, chauffés à 60° et conservés en chambre chaude ; au bout d'un mois, il n'y était apparu aucune trace de maladie.

Le tableau suivant indique la composition de ces deux Sakés et, à titre de comparaison, celle de trois marques de Saké bien connues :

Composition	1 ^{er} esai	2 ^e esai	Marque Massamune	Marque Oiran	Marque Hayarimatsu	
Poids spécifique . .	0,994	0,993	0,993	0,992	0,990	
Alcool en poids p. 0/0.	13,40	13,23	12,33	12,61	14,63	
Substances sèches.	36,20	34,90	34,74	40,32	27,58	
En grammes par litre	Acides non volatils (acétique et autres).	0,75	0,80	1,55	1,55	0,60
	Acides volatils (acé- tique)	0,03	0,02			
	Cendres	0,50	0,45	—	—	0,56
	Dextrine	5,5	8,3	2,5	—	3,6
	Sucres, comme glu- cose	5,0	7,06	3,5	—	2,8

Il est facile de voir que les Sakés produits par des levures pures sont généralement beaucoup moins acides que les autres, ce qui tient à la pureté de la fermentation. Ils renferment une plus forte proportion de dextrine et de sucre, ce que Kozai explique par le peu de durée de la post-fermentation qui s'établit pendant la conservation. Ces Sakés avaient un goût très pur,

mais leur bouquet laissait à désirer ; des perfectionnements seraient donc à rechercher et, pour cela, la levure devrait être améliorée.

Industries analogues à celle du Saké. — Je dois mentionner ici, en première ligne, la fabrication au Japon d'un « Saké doux » (*Mûrin* ou *Myrin*) plus recherché que le précédent, et dont la préparation a lieu deux fois par an : au printemps et à l'automne. C'est un Riz gluant : le *Motschigome* (*Mochi-gome* ou *Mozigome*), et non plus le Riz ordinaire, qui sert à cette préparation. On mélange 13 parties de *Motschigome*, cuit à la vapeur et refroidi à la façon ordinaire, avec 10 parties d'alcool à 60°, et quatre parties et demi de Riz fermenté. Le tout est placé dans de grands tonneaux bien fermés, où l'on effectue, une fois par semaine, un brassage complet. Au bout de deux mois, la masse est exprimée, puis le liquide est mis à clarifier dans d'autres grands vases clos, et finalement transvasé dans des cuves faites d'une sorte de *stuc*. Le *Mûrin* ainsi préparé ne subit pas le chauffage auquel on soumet le Saké ordinaire. Il se conserve fort longtemps et devient alors plus épais et plus foncé ; le vieux *Mûrin* (*Komryn*) est tout particulièrement apprécié. Certains fabricants ajoutent à cette liqueur des produits divers, qui en modifient plus ou moins le goût naturel, et permet-

tent de distinguer chaque marque ; la nature de ces produits est soigneusement tenue secrète. En général, le Mûrin est plus alcoolique que les Sakés ordinaires. Parmi les 94 échantillons de Saké figurant à l'Exposition universelle de 1900, il s'en trouvait cinq de Mûrin.

Je dois encore signaler, au Japon même, l'emploi, pour la fabrication du Saké, de deux variétés de Millet : l'*Awa* et le *Kibi* ; la première passe pour fournir une sorte de Saké très alcoolique.

Toutes les populations d'Extrême-Orient, même les moins civilisées, savent préparer, à l'aide du Riz et d'autres graines amyliacées, des boissons fermentées voisines du Saké, mais infiniment moins parfaites.

Les Laotiens préparent ainsi une sorte de vin de Riz, dont Coussot et Ruel parlent en ces termes : « Ce vin s'obtient en versant de l'eau sur du Riz fermenté, préparé et mis de côté à l'usage des fêtes. Pour le boire, on emplit d'eau la jarre qui contient le Riz fermenté, et, après quelques minutes d'attente, on aspire le liquide au moyen d'une tige de bambou creux ; ce vase doit donc toujours être plein, et on le remplit, au fur et à mesure qu'il se vide, au moyen d'une coupe en cuivre, sans pied. C'est un grand honneur que l'on vous fait lorsqu'on vous passe le tuyau ; le refuser serait une grande impolitesse, et on doit même y répondre en absorbant l'équivalent de

la coupe en cuivre qu'on y a vidée à votre intention ».

Des renseignements plus précis nous sont donnés sur ce même sujet par Yersin (notes communiquées au D^r Calmette [1]), qui l'a étudié chez les Moïs de l'Ouest de l'Annam. Ceux-ci préparent le vin de Riz de la façon suivante : on commence par faire cuire le Riz à la manière annamite, c'est-à-dire avec très peu d'eau ; puis, après refroidissement, ce Riz est mélangé avec un ferment, sur la nature duquel aucun détail n'est donné, et avec certaines écorces. On emplit des jarres jusqu'aux deux tiers avec ce mélange, puis on achève de remplir avec du son de paddy (Riz non décortiqué), et l'on ferme la jarre assez hermétiquement. Il se développe une fermentation qui est achevée en 4 ou 5 jours. La jarre est alors débouchée, le son de paddy est enlevé, puis on remplit de branches d'arbres fraîchement coupées, ou d'herbe, l'espace occupé par celui-ci, et l'on remplit d'eau jusqu'au bord. Le liquide est aspiré, sans plus tarder, au moyen d'un long tube de bambou, flexible, enfoncé jusqu'au fond de la jarre. Le liquide aspiré est remplacé, au fur et à mesure, par de l'eau, de telle sorte que la jarre reste pleine jusqu'au moment où le breuvage est jugé trop peu alcoolique. Ce vin de Riz est un liquide trouble, dont le goût rappelle celui du cidre ou du poiré, et qui peut être

excellent ou exécration, suivant que la fermentation a été plus ou moins pure. Ce goût est comparé par Bel à celui de certains vins rouges du Languedoc.

Des industries analogues se rencontrent dans toute l'Asie sud-orientale, depuis le Thibet, où l'on fabrique une sorte de bière d'orge fermenté, jusqu'à Formose, dont les aborigènes préparent une bière de Riz beaucoup moins parfaite que le Saké.

Je rappellerai enfin que Schieweck, dans des expériences de laboratoire, a entrepris la préparation de boissons ressemblant au Saké, à l'aide de divers produits amylacés.

CHAPITRE III .

—

FERMENTS DE L'ALCOOL JAVANAIS (ARACK)

Généralités sur l'Arack. — Diverses boissons alcooliques sont connues sous le nom d'*Aracks* dans la région des Indes et des îles adjacentes. Ces boissons sont notablement différentes les unes des autres, c'est ainsi que l'Arack de Ceylan, dont je vais commencer par dire quelques mots, a une toute autre origine que les Aracks de Java, les mieux étudiés, et qui font le sujet de ce chapitre.

L'Arack de Ceylan, et de quelques autres régions orientales, s'obtient par fermentation et distillation de la sève de certains palmiers (*Coccoliers*). Les arbres destinés à fournir la sève nécessaire sont reliés les uns aux autres par leurs sommets, d'après des procédés ingénieux, de manière à faciliter l'accès des fleurs et à permettre les opérations auxquelles on doit se livrer sur celles-ci. Ces opérations consistent essentiel-

lement en *battages* répétés. Les fleurs, de très grande taille, sont groupées en grappes, ou *régimes*, logés dans une sorte de cornet formé par une feuille modifiée, ou *bractée*, qui reçoit ici, comme dans les cas semblables, le nom spécial de *spathe*. Les indigènes préposés à l'opération du battage frappent ces spathe avec un bâton court et massif, en répétant cette manœuvre à diverses reprises, pendant une semaine environ. Au bout de ce temps, toute la fleur est réduite en une sorte de pulpe qui reste enfermée dans la spathe ; celle-ci ne doit pas avoir été entamée jusqu'ici ; on en sectionne alors l'extrémité, et la pulpe qui y est contenue s'écoule dans un récipient disposé à cet effet ; cette récolte de la pulpe s'effectue en plusieurs fois. Le liquide épais, ainsi recueilli, constitue le *toddy* ; il est très sucré et fermente rapidement. Une première distillation en extrait un alcool nommé *polwakara*, représentant le quart environ du toddy employé ; une seconde distillation, ou rectification, donne un nouvel alcool plus pur, et de degré plus élevé, qui porte le nom de *talwakara* ou *arack*, et représente la moitié du polwakara, c'est-à-dire le huitième du toddy primitif. Un seul arbre peut en fournir 6 gallons (Exposition de 1900. — *Catalogue officiel de la section de Ceylan*).

Dans d'autres régions, ce sont des substances

amylacées qui constituent la matière première d'un Arack, fort différent du précédent ; ailleurs, enfin, ce sont les mélasses des sucreries ; ces divers modes de préparation peuvent, du reste, coexister. Je parlerai surtout ici des Aracks de Batavia et de Tagok Tegal (Java) qui paraissent être les mieux connus.

D'après Eijkman, la fabrication de l'Arack à Batavia, et aussi dans d'autres régions de Java, est effectuée surtout par des Chinois. Nous avons donc, ici encore, une vérification du principe que j'énonçais en commençant cet ouvrage, au sujet de l'origine chinoise d'un grand nombre d'industries dans toutes les régions extrême-orientales. Mais, à Java, l'industrie alcoolique n'est pas restée aussi longtemps qu'en Indo-Chine dans les mains et sous le monopole effectif des Chinois. La fabrication du levain, notamment, s'y est complètement naturalisée chez les indigènes, qui le fabriquent et le vendent d'une manière courante.

Les Aracks de Java sont fabriqués surtout au moyen des mélasses ou du Riz, mais on emploie aussi d'autres matières premières ; le Riz fournit un produit plus fin et plus estimé que les mélasses. Ces diverses matières premières sont traitées, à peu de chose près, de la même façon : on réalise la saccharification et l'alcoolisation au moyen d'un levain unique : le

Ragi ⁽¹⁾, qui, fondamentalement, équivaut au Mên et au Kôji déjà étudiés. Le produit fermenté, une fois distillé, a une saveur variable d'après la nature des matières premières employées; l'Arack de Riz est généralement réputé le plus fin; celui de mélasse, doué d'une saveur toute différente, paraît cependant ne contenir peu de produits empyreumatiques. La force alcoolique de ces Aracks est d'environ 50°.

Je commencerai par exposer la préparation et l'emploi du Ragi, mais je mentionnerai au préalable que, d'après Vordermann, dans certains cas très rares, on ne se sert pas de ce Ragi, et que la fermentation de la mélasse est obtenue en y mêlant simplement des grains de Riz non-décortiqués; nous ne tarderons pas à comprendre la possibilité de ce phénomène, que l'étude précédemment faite de l'origine des ferments du *Mên* éclaircit par avance.

Préparation et emploi du Ragi. — Le Ragi se prépare, comme le Mên avec lequel il a les plus grandes analogies, au moyen de grains de Riz décortiqués, trempés dans l'eau froide, et pulvérisés avec un certain nombre de plantes aromatiques. La masse est ensuite réduite en pâte, puis divisée en gâteaux et abandonnée à elle-même pendant trois jours, dans un endroit

(1) Dans d'autres idiomes de cette région, ce levain est désigné sous les noms de *Chew* ou de *Pia*.

humide et chaud, après avoir été recouverte de paille de Riz. Les moisissures se développent d'elles-mêmes dans ces conditions, et aucun ensemencement comparable à celui du *Tane-Kôji* n'intervient ici. Ces gâteaux de levain sont ensuite séchés au soleil, ou, s'il pleut, exposés à un feu modéré.

La préparation de ce Ragi varie quelque peu, dans ses détails, suivant les endroits; sa qualité varie également, c'est ainsi qu'à Tagok Tegal (Went et Prinsen Geerlig), on fabrique un Ragi ne donnant qu'un Arack de qualité inférieure.

A Buitenzorg, d'après Vordermann, on prend d'abord, pour fabriquer le Ragi, trois entre-nœuds de canne à sucre, choisis de préférence à la partie inférieure de la tige, qui contient la plus grande quantité de sucre, puis des rhizomes d'*Alpinia galanga*; ces matières sont divisées et mélangées à du Riz pulvérisé; puis on ajoute trois bulles d'Ail ⁽¹⁾ et le suc d'un fruit de *Citrus limonadus*. Trois jours après, on dessèche la masse et l'on sépare la partie épaisse, homogène, des débris végétaux provenant de la canne, des rhizomes, etc.; cette pâte est divisée en gâteaux arrondis, puis séchée au soleil. D'après Went et Prinsen Geerlig, dans quelques parties

(1) *Allium sativum*.

de Java, on place, pendant le séchage, les gâteaux provenant de cette division au milieu de fragments de paille de Riz ; on se sert même parfois de paille de Riz hachée, qui assure un contact beaucoup plus parfait, ce dont nous verrons plus loin l'importance.

D'après Eijkman, les matières employées à Batavia pour la fabrication du Ragi sont, outre la farine de Riz : l'*Ail*, l'*Alpinia galanga*, la *Cannelle*, le *Gingembre*, diverses sortes de *Poivres*, la *Noix muscade*, l'*Œillet*, le *Cumin* et l'*Anis* ; on emploierait quelquefois aussi la *Canne à sucre* et le *Réglisse* ; mais les éléments les plus constants seraient l'*Ail* et l'*Alpinia*.

Vordermann seul ne mentionne pas l'emploi de paille de Riz pour le séchage des gâteaux de levain. Comme le font remarquer Went et Prinsen Geerligs, cet emploi peut, dans certains cas, être rendu inutile par ce fait que la farine de Riz, très grossièrement préparée, est susceptible d'introduire, dans le Ragi, les organismes qui se trouvent, comme nous le verrons, sur la paille et les enveloppes du grain, qui leur servent de véhicules habituels. Ici comme dans le Mén annamite, c'est, en effet, la paille sur laquelle le levain est mis à sécher qui sert de substratum primitif aux champignons de la fermentation, et *contamine* les gâteaux de levain. Went et Prinsen Geerligs ont réussi à fabriquer un Ragi actif en em-

ployant une pâte simplement formée de farine de Riz additionnée d'eau sucrée, et répartie dans la paille de Riz après sa division en petites sphères. Ces mêmes auteurs ont pu isoler de la paille de Riz tous les micro-organismes qui s'observent dans le Ragi. Les substances odoriférantes qui entrent dans la composition de celui-ci ne servent donc que comme parfums, ou comme nutriments de ces organismes (1).

Ce levain, ou Ragi, se présente sous forme de petites sphères d'un blanc grisâtre, le plus souvent un peu aplaties, et d'un diamètre de 0^m,03 environ; elles sont parfois même aplaties en massepains, leur diamètre est alors un peu plus considérable.

L'emploi du Ragi est relativement compliqué, et rappelle celui du Kôji.

On commence par cuire très complètement des grains de Riz, en ayant soin de choisir une sorte particulière, dite *Ketan*, qui n'est autre qu'un Riz gluant analogue au *Né'p* indo-chinois et au *Mochigome* japonais. Les grains cuits sont étendus sur des nattes de bambou, en couches généralement assez minces, mais parfois assez épaisses, jusqu'à mélange intime. Dans certaines

(1) Rappelons que, dans le cas du levain annamite, Calmette a vu que ces substances n'agissent que comme parfums, et n'ont aucun rôle utile (alimentaire ou antiseptique) vis-à-vis des micro-organismes.

localités (Tagok Tegal, Buitenzorg), ce mélange est recouvert de feuilles de Bananiers, puis abandonné à lui-même pendant quarante-huit heures. Dans d'autres localités (Batavia), le mélange est presque immédiatement versé dans des vases à fond troué, et dont la partie supérieure est obturée par un couvercle. Quelle que soit la méthode employée, au bout de deux jours le Riz est transformé en une masse pâteuse, d'un blanc sale, dont la saveur est aigre-douce, et qui reçoit le nom *Tapej*. C'est ce *Tapej* qui est employé pour la mise en fermentation des mélasses ou du Riz dont on doit fabriquer l'Arack : on le consomme également comme friandise, mais, à cet effet, on fait du *Tapej* non seulement avec le Riz, mais aussi avec beaucoup d'autres matières amylacées. Dans le cas de fabrication de l'Arack de Riz, les grains sont mis en fermentation d'après une méthode assez semblable à celle que j'ai décrite en traitant de l'alcool annamite, et c'est le *Tapej* qui provoque cette fermentation.

Dans le cas des Aracks de mélasse, on emploie à Batavia, d'après Eijkman, environ 30 kilogrammes de *Tapej*, que l'on verse dans une cuve de 2 à 3 hectolitres, où se trouve une mélasse dont la fermentation est déjà commencée. Le lendemain, le contenu de ce premier récipient est versé dans un autre, plus grand, à demi rempli lui-même d'une mélasse diluée dans deux vo-

lumes d'eau. Une partie de ce mélange est prélevée pour être replacée dans la première cuve, où elle subira l'addition de Tapej que je viens de mentionner. Quant à ce qui reste dans la seconde, on le répartit dans une série de vases où la fermentation achève de se développer, et dans lesquels on ajoute encore de la mélasse diluée. Après huit ou dix jours, le contenu de ces derniers récipients est versé dans des pots de terre où s'effectue une faible post-fermentation, et dans le fond desquels se forme un dépôt. Huit jours après, la liqueur, qui a perdu sa saveur sucrée, est soumise à la distillation. Le mode de fermentation en usage dans les autres localités est généralement identique à celui-ci.

Il est intéressant de connaître la composition des mélasses mises ainsi en fermentation, cela tant au point de vue industriel qu'au point de vue de l'étude de la nutrition des micro-organismes ferments que j'énumère plus loin. Vordermann, Went et Prinsen Geerlig, nous ont donné des détails sur ce sujet. Ces mélasses contiennent 25 à 40 % de saccharose, 8 à 6 % de dextrose, et de 6 à 16 % de lévulose ; elles sont donc encore riches en sucres.

Micro-organismes du Ragi. — Les premiers renseignements donnés à ce sujet sont ceux de Vordermann, qui a également étudié le premier, d'une manière scientifique, la fabrica-

tion de l'Arack. Eijkman donna des détails plus approfondis sur certains de ces micro-organismes, mais ce furent surtout Went et Prinsen Gerlig, et aussi Wehmer [6], qui firent connaître la nature et le rôle de ceux-ci.

Examiné au microscope, le Ragi se montre formé de grains d'amidon entre lesquels se trouvent des *bactéries*, beaucoup de cellules de *levures*, et les fragments de *champignons mycéliens*; ceux-ci se composent de filaments de mycelium et de sphères jaunâtres, très réfringentes. Tous ces organismes existent sur la paille de Riz, d'où ils peuvent être isolés comme ceux du levain chinois, et ce fait est mis à profit d'une manière inconsciente par certains indigènes de Java qui, comme je l'ai dit ci-dessus, d'après Vordermann, obtiennent une fermentation de la mélasse en y plongeant simplement des grains de Riz non décortiqués, dont les enveloppes portent les micro-organismes de la fermentation.

Quoi qu'il en soit, en jugeant par analogie, nous voyons dès à présent qu'il y a ici un agent saccharificateur : le ou les champignons mycéliens, des agents de fermentation alcoolique : les levures, et enfin des agents nocifs : les bactéries.

D'après Eijkman, dont j'ai déjà mentionné l'opinion (p. 28), le champignon du Ragi ne

serait autre que l'*Amylomyces Rouxi*, dont Calmette n'aurait observé dans le levain de Saïgon qu'une variété *asporogone* (1). Mais, d'après Wehmer, il s'agirait ici, en réalité, d'autres espèces décrites ensuite : telles que le *Rhizopus Oryzæ* W. et P. G., le *Mucor javanicus* Wehmer, ou le *Chlamydomucor Oryzæ* W. et P. G. La ressemblance du champignon d'Eijkman avec ce dernier est notamment très grande. Il est donc probable que l'*Amylomyces* n'existe pas dans le levain javanais, mais il y est représenté par des espèces très voisines au double point de vue morphologique et physiologique.

Les travaux de Went, Prinsen Geerligs, et Wehmer nous ont fait connaître dans le Ragi un certain nombre de champignons que je vais décrire, et qui sont les suivants : *Chlamydomucor Oryzæ* W. et P. G., *Rhizopus Oryzæ* W. et P. G., *Mucor javanicus* Wehmer, *Mucor dubius* (n. sp. ?) Wehmer, *Monilia javanica*

(1) Le même auteur attribue le rôle de ferment alcoolique à un micro-organisme en bâtonnet, dont le diamètre serait de 5 à 6 μ , la longueur de 20 à 40 μ , et qui se reproduirait par scissiparité. Cette scissiparité, non suivie de la séparation des éléments nouvellement formés, aboutirait à la formation de doubles bâtons, en V, déjà observés par *Vordermann* qui les comparait à des fléaux à battre. Je reviendrai plus loin (p. 171) sur ces micro-organismes encore indéterminés.

W. et P. G., *Saccharomyces Vordermanni* W. et P. G.

Chlamydomucor Oryzæ. — Ce champignon est très voisin de l'*Amylomyces Rouxi*, aussi Went et Prinsen Geerligs avaient-ils proposé de les placer tous deux dans le genre *Chlamydomucor*, créé par Brefeld pour réunir certaines Mucorinées ne formant que des chlamydo-spores. C'est le champignon qui paraît s'observer le plus normalement dans les pains de Ragi, associé aux levures et aux bactéries.

D'après Went et P. Geerligs, si l'on isole une des sphères jaunâtres, très réfringentes, qui s'observent dans le Ragi comme je l'ai dit ci-dessus, et que l'on place cette sphère dans une solution nutritive, on la voit bientôt germer. Elle développe rapidement un mycelium blanchâtre, dont les filaments ont une épaisseur variant entre 15 et 25 μ . Ce mycelium est unicellulaire, son protoplasme est assez épais, et il y existe une vacuole centrale. A l'extrémité des filaments, cette vacuole se subdivise au point de donner au protoplasme une apparence écumeuse. Des rhizoïdes s'observent aussi sur le mycelium. Il apparaît enfin des chlamydo-spores, réunies ou isolées, et de tailles très différentes; elles sont munies, à l'état mûr, d'une paroi très épaisse, et contiennent du glycogène que l'on peut mettre facilement en évidence avec l'iodure

de potassium ioduré. Ces chlamydo-spores sont très résistantes et paraissent conserver pendant plus d'un an leur faculté germinative (Wehmer [4]).

Jamais Went et Prinsen Geerligs ne purent observer de formations fructificatrices : spores ou conidies proprement dites, malgré l'emploi des milieux de culture les plus variés. Néanmoins, ils obtinrent, sur l'agar, des hyphes aériennes croissant perpendiculairement, et terminées par une bulle dans laquelle se rassemble le protoplasme, et où se forme une vacuole bientôt subdivisée; mais ce développement ne parût pas aller plus loin. Peut-être est-ce là un essai de formation sporangique?

Ces auteurs concluent en pensant que ce champignon est un *Mucor*, ou se trouve tout au moins voisin des *Mucors*, et aurait perdu la faculté d'engendrer des sporanges, à moins que ceux-ci ne puissent se former dans des circonstances particulières encore inconnues (1).

Comme l'ont fait Went et P. Geerligs, je traiterai des propriétés biologiques de ce champignon, en même temps que de celles du suivant.

Rhizopus Oryzæ. — Ce champignon, voisin du précédent, fut isolé d'un Ragi préparé avec

(1) Serait-ce une forme asporogone du *Rhizopus Oryzæ* ?

des farines de Riz additionnées d'eau sucrée. La pâte, après division en gâteaux, était mise à sécher au milieu de fragments de paille de Riz.

Le mycelium de ce *Rhizopus* possède un diamètre de 10 à 25 μ ; il est unicellulaire, sa paroi protoplasmique est très épaisse, et il porte des rhizoïdes. L'axe des filaments mycéliens est occupé par une vacuole remplie de liquide et traversée par des trabécules de protoplasma. Ce mycelium est primitivement blanc, mais il brunit assez rapidement ; ce sont surtout les rhizoïdes et les sporanges qui sont affectés de ce changement de coloration. La ramification, à l'intérieur d'un substratum nutritif, se fait, comme chez beaucoup d'autres Mucorinées, par la naissance de nouveaux filaments près de l'extrémité des filaments préexistants. Les parties aériennes se ramifient en formant des sortes de couronnes.

Si l'on cultive ce champignon de telle sorte que son mycelium puisse se développer librement de tous côtés, on voit qu'une de ses parties est douée d'un géotropisme positif, tandis que l'autre est négativement géotrique. La première de ces parties est stérile, tandis que la seconde engendre des sporanges ; tous les filaments de celle-ci se prêtent, en croissant, un mutuel appui, et peuvent ainsi s'élever de beaucoup au-dessus de leur substratum. C'est ainsi que

l'on a pu observer des sporanges à quatorze centimètres au-dessus d'un liquide nutritif. Les milieux les plus favorables à ce champignon sont, d'après Wehmer [6], d'abord le moût, et ensuite le dextrose, le sucre de canne, et la dextrine. Le lactose lui est, au contraire, défavorable.

Went et Prinsen Geerligts décrivent ainsi la croissance de ce champignon : à la surface du milieu, liquide ou solide, se forment des ramifications qui, une fois émergées de ce milieu, prennent la forme d'un arc ; leur extrémité, s'incurvant de plus en plus, revient finalement au contact du substratum et y émet des rhizoïdes. Sur l'arc ainsi formé apparaissent des filaments dressés, à l'extrémité desquels se formeront des sporanges. Il arrive qu'un portesporange se ramifie dichotomiquement pour engendrer deux ou trois sporanges au lieu d'un seul ; mais cette ramification est ici anormale.

Les sporanges sont brunâtres ; leur columelle est pyriforme, et terminée par une apophyse ; après la mise en liberté des spores, par liquéfaction des parois sporangiques, cette columelle prend la forme d'un chapeau de Basidiomycète. La dimension des sporanges est variable, et paraît dépendre de la quantité des matériaux nutritifs. Les spores sont grisâtres ; leurs dimensions changent peu, mais leur nombre est très

variable. Voici les dimensions moyennes de ces formations chez des champignons convenablement alimentés : longueur des sporanges, 175 μ ; largeur des sporanges, 167 μ ; longueur de la columelle, 120 μ ; largeur de la columelle, 100 μ ; hauteur de l'apophyse, 35 μ ; spores, de 3 à 5 et 8 μ sur 5 à 7 μ .

Les deux auteurs qui découvrirent cette espèce ne réussirent pas à obtenir des zygospores, non plus qu'une formation de *levure*. Si l'on force ce champignon à vivre en profondeur, il se forme des chlamydo-spores, beaucoup plus petites que celles du *Chlamydomucor Oryzæ*, mais leur ressemblant assez.

Je ne puis reproduire ici tous les arguments auxquels Went et Prinsen Geerligts ont recours pour établir la position systématique du *Rhizopus Oryzæ*. Je rappellerai seulement que cette espèce leur paraît très intéressante à envisager d'après la théorie de Brefeld, qui leur permettrait de considérer le *Rhizopus Oryzæ*, comme unissant les Zygomycètes exo-sporangées aux Zygomycètes carposporangées.

Propriétés biologiques de ces deux Champignons. — Went et Prinsen Geerligts ont étudié l'action de ces deux espèces : d'une part, vis-à-vis d'aliments azotés ou carburés, d'une manière générale, d'autre part, vis-à-vis de l'amidon.

Pour la première de ces deux séries d'expériences, ils avaient recours à la répartition, dans deux vases, d'une même solution nutritive, azolée ou carburée ; l'un des vases étaitensemencé avec le *Chlamydomucor*, l'autre, avec le *Rhizopus* ; il était ensuite facile de comparer les résultats.

Les substances suivantes furent employées comme sources d'azote : peptone, asparagine, urée, sulfate d'ammonium, nitrate de potassium. Le développement se montra le plus rapide dans les solutions d'asparagine et d'urée ; il était plus tardif avec la peptone, et plus encore avec le sulfate d'ammonium. L'abondance de la végétation suivait le même rapport que la rapidité du développement. Les nitrates et nitrites ne pouvaient servir comme source d'azote.

Pour l'étude des substances carburées, deux séries de vases étaient remplies d'une solution nutritive renfermant tous les éléments nécessaires, sauf les composés du carbone. Ceux-ci étaient ajoutés ensuite, chacun dans une paire de vases, dont l'un étaitensemencé avec le *Chlamydomucor*, l'autre avec le *Rhizopus*. Parmi les sources de carbone essayées, les peptones et le dextrose furent les plus favorables ; ensuite vinrent l'acide acétique, l'alcool éthylique, le saccharose, l'acide citrique.

La végétation est très faible dans l'acide tartrique et la cellulose ; mais cette faible végétation se produit même en l'absence de toute source de carbone appréciable. L'acide benzoïque paraissait se comporter comme un poison. Ces deux champignons n'intervertissent pas le saccharose ; ils ne paraissent pas former d'alcool dans les solutions sucrées, et coagulent le lait avec formation d'acide. Cependant, d'après Wehmer, le *Rhizopus Oryzæ* engendrerait un peu d'alcool.

Le *Chlamydomucor*, comme le *Rhizopus*, transforment l'amidon du Riz *gluant* en dextrose ; ils ne forment que peu de sucre sur la pomme de terre et le Riz *sec*, tandis qu'ils en forment, au contraire, beaucoup sur le pain (4).

D'une manière générale, plus il y a de sporanges dans les cultures du *Rhizopus*, moins il se forme de sucre. Le tableau ci-après indique

(4) Went et Prinsen Geerligts, s'appuyant à la fois sur le détail de ces faits et sur ce que l'on sait de la composition de l'amidon, supposent que celui-ci est formé de *granulose* et de quantités variables de dextrine, amylo-dextrine, érythro-dextrine, érythrogranulose... Les champignons en question transformeraient la dextrine et l'amylo-dextrine en dextrose ; certains amidons, probablement pauvres en dextrine et amylo-dextrine, ne pourraient donc fournir beaucoup de dextrose ; ainsi s'expliqueraient les différences observées dans le résultat de l'action vis-à-vis des diverses matières amylacées.

les résultats comparatifs obtenus avec ces deux champignons; les essais portant les mêmes chiffres (1 et 1, 2 et 2) ont été faits simultanément, par conséquent, dans des conditions extérieures identiques.

Sucre formé				
Après :	Avec le <i>Chlamydomucor</i>		Avec le <i>Rhizopus</i>	
	1	2	1	2
1 jour	0,7	—	0,2	—
2 "	9,6	3,85	2,8	3,16
3 "	12,5	11,11	8,6	7,43
4 "	12,8	12,50	10,59	10,42
5 "	—	12,50	—	10,00
6 "	—	12,50	—	10,00

Dans d'autres expériences, la quantité d'amidon (de Riz gluant) non transformée fut dosée : elle était de 2,75 % avec le *Chlamydomucor*, et de 2,81 % avec le *Rhizopus*, tandis que le premier de ces champignons donnait 63,45 % de dextrose, et le second 47,9 %.

Le développement des sporanges, chez le *Rhizopus*, rendant très difficile l'obtention des résultats exactement comparables (par suite du fait ci-dessus signalé p. 155), des expériences plus complètes furent faites avec le *Chlamydo-*

mucor seul. La quantité maxima de dextrose, avec divers amidons, fut de : arrow-root, 16 % du poids d'amidon ; pomme de terre, 7,6 % ; blé, 29 % ; maïs, 8 %.

Went et P. Geerligs firent, en outre, les essais suivants : ils mélangèrent : a) 2 grammes d'arrow-root avec 4 grammes d'eau ; b) 2 grammes d'arrow-root avec 4 grammes d'amylodextrine et 8 grammes d'eau ; c) 2 grammes d'amylodextrine avec 4 grammes d'eau.

L'eau employée contenait un peu d'oxyde de potassium phosphaté, du sulfate de magnésium, et $\frac{1}{2}$ % de sulfate d'ammonium. Après stérilisation, chacun de ces mélanges futensemencé de *Chlamydomucor*. La quantité maxima de dextrose formée fut, après 10 jours, en a de 0^{sr},31, en b de 1^{sr},63, en c de 1^{sr},37. La quantité de dextrose formée en b était donc sensiblement égale à la somme de celui qui était formé en a et en c, ce qui paraît venir à l'appui de la théorie de ces auteurs sur la nature de l'action de ce champignon. Dès que la quantité maxima de dextrose se trouve formée, elle commence presque immédiatement à décroître, par suite de la consommation que la plante en fait pour sa propre nutrition.

Je mentionnerai enfin les essais que firent les mêmes auteurs pour isoler le ferment diastasi-que contenu dans le *Chlamydomucor*. A cet

effet, ils préparèrent un extrait glycéricé d'une culture sur Riz gluant; 100 centimètres cubes de cet extrait étaient mélangés à 10 grammes d'amylodextrine, et, pendant une heure, ce mélange fut porté à l'ébullition pour y détruire tous les ferments (A); un échantillon (B) non bouilli fut conservé d'autre part, la glycérine y empêchait le développement de ferments figurés. La quantité de glucose obtenue, dans des conditions extérieures identiques, en A et B, fut de :

(A)	(B)	
6,14	6,90	après 5 jours
6,10	7,24	" 9 "
6,10	7,70	" 14 "

En A, où les ferments sont tous détruits, la quantité de sucre n'augmente pas, tandis qu'en B, elle passe à 6,90 et atteint 7,70; les deux mélanges renfermaient cependant, au début, la même dose de sucre, provenant de la culture elle-même.

Cette tentative d'isolement de la diastase n'a pas été poussée plus loin.

Mucor javanicus. — Wehmer [6] a trouvé cette espèce dans les gâteaux de levain de Singapoor et de Tagok Tegal. Dans les gâteaux de cette dernière provenance, elle était encore capable de se développer au bout de cinq ans. Elle présente une certaine ressemblance avec le *Mucor circinelloïdes*.

Les caractères très importants des porte-sporanges ont été décrits avec les plus grands détails par Wehmer. Pour l'étude de ces porte-sporanges, il convient de faire des cultures sur milieux solides (Riz, gélatine, agar). Sur des milieux liquides ces organes tombent, ou se développent en moins grand nombre et après un temps plus long; on ne voit, sur ces milieux, qu'un voile jaune brunâtre qui devient d'un jaune orange avec un mycelium incolore submergé. En revanche, on obtient sur du Riz, à la température de la chambre, de magnifiques porte-sporanges d'une hauteur de 3-4 centimètres, d'une couleur gris jaunâtre et portant d'assez petits sporanges. Ces porte-sporanges sont très ramifiés, ils sont blancs, sauf à leur extrémité; à l'état jeune, ils sont d'abord simples, puis développent bientôt des branches qui se ramifient elles-mêmes. On se trouve finalement en face d'une disposition sympodiale qui s'accroît tant que les conditions générales sont favorables, mais qui s'arrête ou même n'apparaît pas dans certains milieux, tels que le moût, le sucre de canne ou le dextrose.

La grandeur des sporanges diminue à mesure que la ramification se développe. Leur diamètre peut tomber ainsi de 50 μ à 20 μ ; la faculté que possèdent leurs parois de se liquéfier paraît diminuer en même temps. Ces sporanges sont

ronds, d'un jaune grisâtre plus ou moins foncé, transparents, lisses; leurs tiges sont assez longues, d'un blanc de neige. Le diamètre des columelles diminue comme celui des sporanges, et tombe de 35μ à 10μ ; ces columelles sont généralement grandes, rondes, mais parfois un peu raccourcies, et d'autres fois, au contraire, allongées ou ovoïdes; elles sont incolores, lisses, pourvues d'un petit cône basal.

Les spores présentent les mêmes irrégularités de grandeur et de forme que chez les espèces voisines; leur forme est sphérique ou ellipsoïdale, leurs dimensions, dans des exemplaires moyens, varient de $5 \text{ à } 7 \times 4 \text{ à } 5 \mu$; dans de petits exemplaires, elles mesurent à peu près $3,5 \times 3 \mu$. Elles sont lisses, à parois minces, claires, incolores.

Des gemmes (chlamydospores) se montrent aussi; elles ont presque toujours des parois minces, et sont incolores, très réfringentes et sphériques; leur forme peut être également ovoïde ou irrégulière. Elles sont presque toujours petites, leur diamètre n'étant pas supérieur à celui des filaments mycéliens. Wehmer en distingue deux types, dont l'un se forme par contraction du plasma des hyphes et l'autre par une véritable division de celles-ci. Ce dernier type est sphérique et d'une taille un peu supérieure; il est incolore, peu réfringent, ses parois sont

plus épaisses. Ces gemmes se développent abondamment dans des solutions sucrées; Wehmer n'a pu observer leur germination, il ne leur trouve aucune relation avec les phénomènes de fermentation auxquels le *Mucor javanicus* peut donner lieu. Dans de pareilles conditions, l'*Amylomyces Rouxi* Calm. donne également des gemmes sphériques, mais la plupart sont colorées et très grandes, elles ont jusqu'à 100 μ . Des zygospores n'ont pu jusqu'ici être observées.

Le mycelium végétatif n'offre rien de caractéristique; les hyphes ont un diamètre moyen de 12 à 15 μ , elles contiennent des gouttelettes d'huile, jaunes, qui ne sont pas aussi nettes que celles de l'*Amylomyces*. Les couvertures, dépourvues de sporanges nets, qui se développent sur des solutions sucrées, peuvent avoir une coloration jaune orange, et un aspect général, semblables à ceux de l'*Amylomyces*.

Wehmer a finalement observé une forme de croissance constituée par de petites cellules ovales, se présentant à côté de gemmes sphériques, sans influence fermentative; leurs dimensions étaient de 5 à 6 \times 3 à 4 μ . Cet auteur fait des réserves sur leurs rapports génétiques.

Ce *Mucor* croît facilement, à la température de la chambre, sur divers milieux; les meilleurs sont le Riz cuit à la vapeur, l'extrait de malt, la gélatine, l'empois d'amidon, l'agar, les solutions

de sucre de canne et de sucre de raisin ; le lactose est inférieur. La température optima est comprise entre 35 et 40° C. Sur des milieux liquides, on voit apparaître des couvertures jaunâtres, portant, mais assez rarement, des sporanges d'un blanc grisâtre, comme sur la gélatine ou l'agar. Sur le Riz, ces sporanges sont un peu plus foncés, il en est de même sur l'empois d'amidon de pomme de terre ; la coloration peut atteindre le brun jaunâtre. Les cultures en milieu liquide donnent d'abord un mycelium submergé, puis une couverture ; il en est ainsi avec les solutions de sucre de canne et de dextrose, la végétation est presque nulle avec le lactose ; il est à noter que l'*Amylomyces* ne se développe pas sur ces trois substrats, même à 40°, tandis qu'il se développe sur le moût et l'inuline, et aussi, quoique d'une façon plus faible, sur le maltose.

A la température optima de 37°, les spores donnent des végétations en un ou deux jours ; sur le Riz cuit, des porte-sporanges apparaissent en seize heures, il en est de même au bout d'une journée sur l'extrait de malt ou la solution de sucre de canne. La rapidité de la croissance est, à la température de l'étuve, à peu près égale à celle de l'*Amylomyces*, mais, à la température de la chambre, elle est beaucoup plus grande. Les cultures, même anciennes, ne renferment

pas une quantité considérable de sucre. Ce champignon ne saccharifie donc pas l'amidon.

Son pouvoir liquéfiant, vis-à-vis de la gélatine, est très peu considérable ; il est néanmoins un peu supérieur à celui de l'*Amylomyces*.

Il provoque une fermentation assez énergique dans l'extrait de malt additionné de sucre où, à 37° C., des bulles de gaz se dégagent en grand nombre ; il en est de même, mais avec moins d'énergie, dans les solutions de dextrose ; ce dégagement ne paraît pas se produire avec d'autres sucres (sucre de canne, lactose) bien qu'il s'y forme un peu d'alcool (réaction de l'iodoforme).

Mucor dubius (n. sp. ? Wehmer). — Ce champignon, dont la valeur spécifique est considérée par Wehmer lui-même [6] comme fort douteuse, présente une grande ressemblance morphologique et physiologique avec le *Mucor javanicus* du même auteur ; cependant la membrane des sporanges est souvent granuleuse, les spores sont plus allongées et, aux températures élevées, la croissance est plus lente.

Les gazons sporangifères qui se développent sur les divers milieux de culture ressemblent tout à fait à ceux du *Mucor javanicus* ; ils atteignent une grande hauteur (2-3 centimètres), leur coloration est d'un gris-jaunâtre, avec des tiges soyeuses, incolores et des sporanges d'un

jaune brunâtre. Sur gélatine, les cultures sont presque entièrement dépourvues de sporanges, et sont alors d'un blanc de neige.

Les cultures sur milieux liquides (solutions sucrées) se comportent de la même façon. Les porte-sporanges sont simples au début, jusqu'à la taille de 1 centimètre, mais ils se ramifient ensuite en sympodes.

Les sporanges sont sphériques, d'un diamètre de 50 μ environ; leur couleur est d'un jaune foncé transparent. La columelle est également sphérique, elle est lisse, incolore, son diamètre est de 25 μ . Les spores sont inégales, généralement un peu allongées en ellipsoïde, elles sont claires, leurs parois sont lisses et minces et leurs dimensions sont de 4-6 μ . Les zygospores du *Mucor dubius* sont inconnues, mais les gemmes (chlamydo-spores) se présentent sous deux formes distinctes. Dans les myceliums flottants, elles sont sphériques, incolores, d'environ 6-10 μ de diamètre; leur paroi est relativement épaisse (1-2 μ). Dans d'autres conditions, elles deviennent beaucoup plus grandes, leur diamètre atteint 40 μ et l'épaisseur de leur paroi peut atteindre 6 μ .

Le développement s'effectue bien sur le moût, le dextrose, le sucre de canne, même à la température de la chambre, mais il est plus intense au-dessus de 30°. Le lactose est très peu favo-

nable à ce développement. Comparé, dans ces conditions, au *Mucor javanicus*, le *Mucor dubius* croît moins rapidement, mais les apparences générales restent très voisines.

Il en est de même sur le Riz cuit à la vapeur, l'agar, la gélatine ; à 15° C., il liquéfie très peu cette dernière. Sur le moût et le dextrose, l'on observe une mise en liberté de bulles de gaz avec formation d'alcool, tant en culture aérienne qu'en culture submergée.

Monilia javanica W. et P. G. — C'est la levure la plus abondante dans le Ragi. Si l'on pulvérise celui-ci dans de l'eau stérile et que l'on ensemence ensuite des plaques d'agar avec cette eau, on voit, pour cent colonies de *Monilia javanica*, environ quatre ou cinq colonies d'une autre espèce dont la description suivra celle-ci.

Si l'on place dans un vase contenant une liqueur sucrée quelques cellules de cette levure, on les voit rester à la surface de la liqueur, et y former un voile après un ou deux jours de développement. Peu après, ce voile se soulève en même temps qu'un certain nombre de cellules de levure tombent au fond du vase. Une fermentation s'établit bientôt, de grosses bulles d'acide carbonique se dégagent et viennent soulever le voile qui recouvre le liquide, ce voile est enfin rompu par la pression ainsi réalisée. Cette fermentation s'achève en une dizaine de jours.

Les cellules de la *Monilia javanica* sont normalement arrondies ou pyriformes, elles prennent parfois des apparences irrégulières et peuvent même s'allonger en filaments. Ces cellules restent pendant assez longtemps soudées entre elles.

Les inventeurs de cette espèce ont observé à l'intérieur des *franges* formées dans les colonies sur agar ou dans certaines cultures sur du Riz saccharifié par le *Chlamydomucor Oryzæ*, des sortes de filaments mycéliens anastomosés qui, d'après leur description, sembleraient engendrer des cellules de levure. La valeur de ce fait est difficile à apprécier.

Les caractères de la *Monilia javanica* sont du reste assez indistincts; cette levure ne peut rentrer dans le genre *Saccharomyces*, pris au sens de Hansen. Went et P. Geerligts pensent qu'elle n'est peut-être qu'un stade de développement d'un champignon plus élevé, ce qui semble nous ramener au *pléomorphisme*; ils la rangent provisoirement dans le genre *Monilia*, où se trouvent déjà beaucoup d'autres formes mal connues. Peut-être les cultures étudiées par ces distingués observateurs renfermaient-elles une association de levure véritable et de filaments mycéliens indépendants; des faits de ce genre se sont rencontrés fréquemment dans l'étude des organismes qui nous occupent. S'il en était ainsi, la valeur pratique de l'étude physiologique de la *Monilia*

javanica diminuerait sensiblement, puisque l'on ne saurait y faire la part de la levure et celle de l'organisme qui lui serait associé.

Quoi qu'il en soit, la *Monilia javanica* provoque la fermentation des solutions sucrées, en général; les sucres attaqués sont le dextrose, le lévulose, le maltose, le raffinose et le saccharose; ce dernier est inversé par le champignon. Dans une dissolution de lactose, même en ajoutant de l'amidon, on ne peut observer aucun développement. Il ne se produit pas de fermentation apparente en présence de la dextrine ni de l'amylodextrine, mais il y a cependant formation d'un peu d'alcool. Dans des solutions contenant 5 % d'alcool, il n'y a plus ni croissance, ni fermentation.

L'ensemencement de cette levure dans une solution de saccharose, additionnée de peptone, fournit les résultats contenus dans le tableau de la page suivante. Les doses d'alcool placées entre parenthèses ont été trouvées par calcul et non par observation directe (W. et P. G.).

D'autres essais furent entrepris pour déterminer quelle est la nutrition azotée la plus favorable à cette plante. La peptone, l'asparagine, l'urée et les nitrates purent être employés à cette nutrition; les sels d'ammonium (sulfate et chlorite) donnaient de mauvais résultats.

Went et P. Geerligs ont fait leurs essais à la température ordinaire de Tagok Tegal (Java), qui est ordinairement de 25 à 30° C. pendant la journée, et de 22° pendant la nuit; mais cette température devenait parfois supérieure à 30° au milieu du jour.

Temps	Saccharose	Glucose	Alcool
Au début.	8,53 %	—	—
Après 1 jour	8,25	traces	traces
" 2 "	8,12	0,31	(0,05)
" 3 "	6,92	0,12	(0,75)
" 4 "	4,09	1,47	(1,49)
" 5 "	0,52	2,22	(2,90)
" 6 "	0	1,82	3,42
" 7 "	0	1,35	3,50
" 8 "	0	0,77	(3,88)
" 9 "	0	traces	4,77

Dans une atmosphère d'hydrogène, la croissance et la fermentation sont également faibles, parfois même celle-ci ne s'établit pas.

En outre de l'alcool, cette *Monilia javanica* engendre de l'acide succinique et de la glycérine. Le liquide fermenté exclusivement par cet organisme possède, après distillation, une odeur et une saveur désagréables. C'est ce qui explique la qualité inférieure de quelques aracks dans la fermentation desquels cette levure s'est trouvée par trop abondante.

Saccharomyces Vordermanni. — Cette levure, découverte par Went et P. Geerligns, est beaucoup moins abondante dans le Ragi que la précédente, mais elle parait, par contre, déterminée d'une façon plus précise, et sa valeur pratique est assez considérable.

Si l'on prend quelques cellules de la levure présente dans le Ragi avec *Monilia javanica*, et qu'on les porte dans un vase contenant une liqueur nutritive sucrée, ces cellules tombent au fond du vase et s'y développent en formant des taches blanches nuageuses qui finissent par former une couche plus ou moins uniforme. Il s'établit alors une fermentation devenant bientôt si tumultueuse que toute la liqueur est agitée par le dégagement des bulles d'acide carbonique. Ce processus fermentatif évolue en trois ou quatre jours, après lesquels subsiste une faible post-fermentation ; puis toutes les cellules de levure se rassemblent à nouveau au fond du vase. En abandonnant la culture à elle-même, on constate non pas la formation d'un voile à la surface du liquide, mais l'apparition d'une sorte de *bague* qui se forme à la périphérie de cette surface, tout au contact des parois du vase. Sur plaques d'agar additionné de sels nutritifs, il se développe une couche épaisse de cellules, atteignant jusqu'à 2 millimètres de hauteur ; les bords de cette culture restent nettement limités,

mais sont munis de franges. Cette levure ne présente pas les formes mycéliennes que l'on observe, dans certains cas, au cours du développement de *Monilia javanica*.

Les cellules du *Saccharomyces Vordermanni* sont rondes ou pyriformes ; les plus jeunes restent assez longtemps soudées aux anciennes ; dans de vieilles cultures sur agar, on verrait aussi des cellules allongées, filiformes, entourées de cellules ordinaires.

Sur des fragments de gypse, il se forme bientôt des spores, au nombre de quatre dans chaque cellule, et dont on peut suivre la germination.

Cette levure provoque la fermentation du mallose, du raffinose, du lévulose, du dextrose, et du saccharose (elle intervertit ce dernier). Le lactose et la dextrine, au contraire, ne sont pas fermentés, mais celle-ci favorise néanmoins une rapide croissance ; le lactose et la glycérine ne permettent qu'une croissance assez faible. La fermentation cesse en présence de 9 à 10 % d'alcool. Il se produit ici, comme ailleurs, de la glycérine et de l'acide succinique en même temps que de l'alcool. Cet alcool possède une saveur très fine, contrairement à celui qu'engendre la *Monilia javanica* ; il contient un peu d'aldéhyde, et 0,113 % d'acétate d'éthyle ; il paraît exempt d'acides libres et d'alcools amylique ou méthylique.

Cette levure possède ainsi une importante valeur pratique; des cultures pures de *Saccharomyces Vordermanni* permettraient d'obtenir un Arack très fin, presque exempt de produits empyreumatiques, tandis que l'Arack du commerce en contient toujours plus ou moins. En outre, la fermentation est ici très rapide (3 à 4 jours); elle transforme environ 18 à 19 % du sucre présent.

Corps en fléaux. — Je serai très bref au sujet de ces organismes mal connus, qui réalisent probablement un stade de l'un des champignons que je viens de décrire.

Vordermann les a observés le premier. Eijkman, qui les a retrouvés, leur attribue le rôle de ferments alcooliques des mélasses; c'est à lui que j'emprunte la plupart des détails qui vont suivre.

Ils se présentent sous forme de bâtonnets, se reproduisant par scissiparité. Cette scissiparité s'effectue au milieu du bâtonnet, et les deux cellules nouvelles ainsi engendrées restent unies l'une à l'autre dans une position angulaire; leurs extrémités s'arrondissent; elles présentent à cet état, ainsi que Vordermann l'a fait remarquer, l'aspect d'un fléau à battre. Le diamètre de ces bâtonnets, d'après Eijkman, est de 5 à 6 μ , et leur longueur de 20 à 40 μ ; ils sont munis d'une paroi cellulosique se distinguant nette-

ment par son double contour. D'après le même auteur, ils peuvent être obtenus en cultures pures sur des substrats solides contenant du sucre ou de l'amidon, mais ne se propagent pas sur les milieux nutritifs ordinaires de gélatine et d'agar; les peptones et la glycérine ne peuvent leur servir comme source de carbone; le maltose ne leur convient pas non plus. Sur des plaques de gélatine additionnée de sucre de canne, il se forme des colonies blanchâtres, rondes, à contours nets, et non liquéfiantes. Sur l'agar sucré, le riz, la pomme de terre..., il se développe des cultures épaisses, blanches ou d'un blanc jaunâtre, ne paraissant avoir aucun caractère bien particulier. On n'a pas observé de sporulation.

Les propriétés diastasiques de ces bâtonnets ne paraissent pas considérables. Ils invertissent le sucre de canne et le font fermenter; il se forme en même temps une quantité d'acide assez considérable. En plaçant une culture pure de ces bâtonnets dans une mélasse diluée et stérilisée, il se produit une fermentation, avec formation d'écume, qui dure d'une à deux semaines; le produit de distillation possède toutes les qualités d'un bon arack, et ne contient que très peu de produits empyreumatiques; son odeur caractéristique provient de la mélasse. Le résidu de la distillation est très acide (acide lactique d'après Eijkman).

Ces bâtonnets ne se trouveraient ni dans le levain ni dans le riz fermenté, d'après les observations de Vordermann et d'Eijkman ; ils seraient, au contraire, très abondants dans les mélasses fermentées, mais ne s'y trouveraient pas lorsque celles-ci ont été stérilisées avant leur mise en fermentation par le Tapej ; dans ce dernier cas, ce sont les micro-organismes du Ragi qui provoqueraient l'alcoolisation. Il semble résulter de ces faits que les corps en fléaux se trouveraient naturellement soit dans les mélasses, soit dans l'eau qui sert à les diluer ; mais ce point n'a pu être éclairci.

Ces micro-organismes n'ont pas été observés au cours de la fermentation *spontanée* des mélasses. Dans les fabriques d'Arack, leur existence est assurée par ce fait que l'on mélange toujours une mélasse déjà fermentée à celle dont on veut obtenir la fermentation (voir p. 145). Il faut enfin rejeter l'hypothèse d'après laquelle l'Arack de Batavia devrait sa supériorité à ces bâtonnets ; ils se retrouvent, en effet, d'après Eijkman, dans la fabrication de l'Arack en d'autres lieux de Java (Surabaya, Tegal, Cheribon).

CHAPITRE IV

PRODUITS ALIMENTAIRES OBTENUS PAR FERMENTATION DE SUBSTANCES AMYLACÉES

Je n'aurai pas à m'étendre beaucoup sur ce sujet, qui est intimement lié aux précédents en ce sens que les mêmes ferments interviennent le plus fréquemment dans les deux cas. Je n'aurai à décrire ici qu'un seul ferment nouveau : l'*Aspergillus Wentii* Wehmer.

Comme les précédents, ces produits sont originaires de la Chine, mais on les a surtout étudiés au Japon et à Java, contrées dans lesquelles leur industrie a atteint un haut degré de perfectionnement. D'autres produits assez voisins sont obtenus en partant des mêmes matières premières, mais sans qu'aucune fermentation intervienne dans leur préparation ; je n'aurai donc pas à m'occuper de ces derniers.

J'étudierai successivement le *Shôyou*, *Soy* ou *Soja* japonais (*Tao-yu* chinois) et le *Miso* (*Tao-tjung* chinois), produits qui se préparent

à la fois en Chine, au Japon et à Java, par fermentation ménagée du Pois oléagineux ou Haricot-soja (*Soja hispida* ou *Glycine hispida*, Maxim.), puis le *Brèm* et enfin l'*Ontjom*, produits spéciaux à Java.

Shóyou et Miso. — Le Shóyou est un condiment plutôt qu'un aliment, mais son importance est extrêmement grande, au Japon notamment, où il est ajouté à la plupart des préparations culinaires (1). D'après Rathgen, en 1888-1889, la consommation annuelle de ce produit atteignait au Japon, une moyenne de cinq litres et demi par habitant, sa fabrication occupait 10 634 exploitations en produisant à peu près 2 millions et demi d'hectolitres, et rapportant au gouvernement environ 5 500 000 marks. A l'Exposition de 1900, l'on pouvait compter 63 exposants de Shóyou.

Ce produit est préparé au moyen du Haricot-soja (2), du Blé et du Kóji. C'est celui-ci qui pro-

(1) Chacun sait que celles-ci sont extrêmement simples. La plupart des aliments sont préparés par ébullition ou par exposition à un feu ardent, beaucoup sont également consommés en nature; ils sont additionnés, suivant le cas, de sel, de sucre, de sortes de vinaigres, ou surtout de *Shóyou*, celui-ci constituant un assaisonnement en quelque sorte universel.

(2) Le Haricot ou (Pois) à Soy, est le *Glycine hispida* Maxim. C'est une légumineuse mais non pas un véritable Pois ni un véritable Haricot. Il est connu au Japon sous le nom de Daidzou. Son emploi est assez

voque la fermentation des matières amylacées ; je ne m'étendrai pas sur son action qui a été longuement étudiée dans un chapitre précédent et dont les agents actifs nous sont connus. Les Haricots et le Blé sont soumis, après cuisson, à l'action du Kôji comme s'il s'agissait du Riz destiné à la fabrication du Saké ; mais on ajoute à cette masse une forte proportion de sel de cuisine qui retarde considérablement la fermentation au point de faire durer celle-ci de 8 mois à 5 ans. J'ai, du reste, mentionné (p. 97) l'effet du sel sur le Kôji. Il se produit ici, outre une saccharification partielle de l'amidon, une action différente qui aboutit à la formation de substances azotées, notamment d'une matière cristallisable comparée par Kellner à l'extrait de viande.

Quand la fermentation a pris fin, on sépare

répandu pour que cette plante puisse être considérée comme la principale légumineuse du Japon. Elle vient immédiatement, comme importance, après le Riz et le Blé. Sa culture est des plus faciles et des plus avantageuses, elle exige peu de travail et s'accommode des terrains les plus pauvres. Les nombreuses variétés de ce Daidzou sont souvent employées en cultures alternées avec des céréales ; l'on cultive surtout une variété blanche et une variété jaune. Il sert aussi parfois à faire un engrais très estimé, mais son emploi principal est de servir à la fabrication du *Shóyou* et du *Miso*, et aussi d'un fromage nommé *Tófou*. Le Daidzou renferme relativement peu d'amidon mais beaucoup de graisse et de caséine (légumine).

les matières corticales, incomplètement attaquées, de la masse principale, qui se présente sous forme d'une sauce brune, aromatique. Cette préparation est à peu près celle qui a été décrite par Kellner et Wehmer [1]; avant eux, Cohn avait donné sur cette industrie des détails intéressants et quelque peu différents; les procédés de préparation varient d'ailleurs, d'un lieu à un autre du Japon.

Dans la description de ce dernier auteur, les Haricots soja sont mélangés à de l'orge, puis on ajoute un peu de farine de cette céréale, et l'on ensemence avec des spores d'*Aspergillus Oryzæ*. Le mycelium se développe (à 30°) et agglomère toute la masse, il fructifie au bout de quatre jours. Cette masse est alors mélangée à une solution à 16 % de sel ordinaire où le champignon mourrait, d'après Cohn, tandis que s'en développerait un autre : le *Chalara* (1); il se produirait alors une fermentation spéciale aboutissant à la formation du liquide brunâtre qui constitue le Shôyou.

Le Miso Japonais, ou *Tao-tjung* Chinois, est fabriqué à peu près comme celui-ci. C'est un aliment véritable, tandis que le Shôyou est un simple condiment. En principe, il se prépare à l'aide des Haricots-soja, bouillis, brisés et mé-

(1) Déjà connu comme parasite du Chou.

langés à du Kôji de Riz ou de Blé. La masse est placée dans des tonneaux couverts, et mise au frais, après addition de quantités de sel qui paraissent extrêmement variables. La durée de la fermentation paraît elle-même varier beaucoup; elle dure de quatre jours à six mois d'après Kellner, et aboutit à la formation d'une bouillie rouge brun, salée, renfermant, d'après cet auteur, des traces d'alcool (1 à 2 %) et de 8 à 11 % de sucre.

La consommation de cette denrée est très répandue au Japon, surtout dans les classes pauvres. Kellner l'estime à 30 000 000 de kilogrammes. Un autre produit assez semblable : le *Nato* est, en outre, mis au contact de la paille de Riz; il s'y développe des microcoques et des bacilles qui lui donnent une saveur spéciale.

Les équivalents du *Shôyou* et du *Miso* se retrouvent à Java où ils ont fourni le sujet d'intéressantes études à Wehmer et Prinsen Geerlig.

Quelques variantes s'observent entre les procédés javanais et ceux du Japon. A Java, les Haricots-soja, une fois bouillis, sont mis à refroidir puis exposés au soleil jusqu'à dessiccation partielle, après avoir été couverts de feuilles d'*Ibiscus tilliaceous*. Une Mucédinée particulière (*Aspergillus Wentii* Wehmer), dont je donne plus loin la description, se développe alors sur la masse. Dès qu'elle commence à former des

porfe-conidies, engendrant une coloration caractéristique, cette masse est mélangée à une solution de sel, puis, après quelques jours, l'on fait bouillir le tout. Il se forme ainsi un liquide aromatique, de saveur agréable, qui sert, à Java, aussi bien dans l'alimentation indigène que dans celle des Européens.

Un produit semblable au *Miso* japonais est également fabriqué dans cette même contrée. Il est préparé, à peu de chose près, comme le précédent, mais les Haricots soja sont mélangés de farine de Riz. La fermentation est conduite, en principe, de la même manière; la masse est ici encore recouverte de feuilles d'*Ibiscus*, et finalement additionnée d'eau salée, mais la préparation est beaucoup moins longue et aboutit à la formation d'une bouillie épaisse, de couleur rougeâtre.

Le Champignon qui provoque, à Java, ces fermentations, avait été considéré d'abord (Prinsen Geerligs) comme semblable à l'*Aspergillus Oryzæ*; il en est, en effet, très voisin, mais forme néanmoins une espèce nouvelle décrite par Wehmer : l'*Aspergillus Wenti*.

Aspergillus Wenti. — Ce champignon forme, sur les milieux solides ou liquides, des couvertures d'un blanc de neige composées d'hyphes cloisonnées, très ramifiées et étroitement enlacées, sur lesquelles apparaissent, en

quelques jours, des porte-conidies, également blancs à l'état jeune, mais devenant ensuite jaunâtres, et possédant, à l'état adulte, une couleur brun chocolat plus ou moins foncée. Cette couleur est celle des cultures quelque peu âgées. Ces porte-conidies sont nombreux, d'une taille relativement considérable; leur pédoncule est clair et lisse, ses parois sont fermes; les capitules sont presque aussi gros qu'une tête d'épingle; la vésicule, pourvue de parois également fermes et lisses, est nettement sphérique, bien séparée du pédoncule et recouverte de tous côtés par des stérigmates grêles, non ramifiés, disposés radiairement, et dont la longueur est égale à la moitié du diamètre de la vésicule. Les chaînes de conidies sont longues, serrées les unes contre les autres, et, dans les préparations, elles se séparent partiellement en formant des sortes de rubans de conidies plus ou moins longs. Les conidies mûres sont très régulières; elles sont le plus souvent sphériques, parfois un peu étirées et relativement petites (4 μ ,5 en moyenne); leur surface est finement chagrinée. Certaines sont lisses et ellipsoïdales; elles représentent un stade jeune. Le bourgeonnement des conidies s'effectue de la façon ordinaire.

D'après les renseignements communiqués à Wehmer par Went, il semble se former parfois des périthèces.

Telles sont les données morphologiques actuelles sur ce champignon. Il est probablement originaire des feuilles d'*Ibiscus tiliaceus* dont on recouvre la masse fermentescible après sa cuisson. Ni ses facultés germinatives, ni l'intensité de sa croissance, ne sont influencées d'une manière considérable au bout d'un an de conservation.

Ses propriétés physiologiques sont des plus intéressantes. Quoique vivant à l'état naturel sous un climat tropical, il végète puissamment à 13-18° C. Les milieux habituels : moût de bière, riz cuit, gélatine, empois d'amidon, agar, solutions sucrées, lui sont favorables ; il est bon néanmoins, d'ajouter aux trois derniers de ces milieux des sels nutritifs ou de la peptone. La coloration des porte-conidies reste constante sur ces divers milieux ; l'agent de cette coloration ne peut être extrait par l'alcool.

Ce champignon saccharifie l'amidon ; il liquéfie la gélatine plus rapidement que ne le fait l'*A. Oryzæ*. Le moût de bière gélatinisé à 5 % subit une liquéfaction déjà sensible au bout de 2-3 jours, et totale en un temps double. L'empois d'amidon de riz, additionné de 5 % d'empois de pomme de terre et de sels minéraux, se transforme au bout de quelques jours en un liquide sucré, réduisant la liqueur de Fehling ; cette transformation est plus lente

avec addition de 10 % d'empois de pomme de terre. Les substances cellulosiques sont également transformées en sucre.

L'*Aspergillus Wentii* est un organisme ferment puissant. D'après P. Geerligts (qui le considérait comme étant l'*A. Oryzæ*), il dissout partiellement les membranes et le contenu cellulaire des Haricots-soja cuits, et rend ainsi plus facile le mélange de ce contenu avec la solution saline employée comme je l'ai dit ci-dessus. Son pouvoir saccharifiant ne semble pas atteindre celui du *Rhizopus Oryzæ* ni du *Chlamydomucor Oryzæ*, mais il paraît posséder un pouvoir peptonisant plus énergique que les autres ferments asiatiques. Le Haricot-soja renferme jusqu'à environ 40 % de substance albuminoïde (légumine), transformée par l'*Aspergillus Wentii* en peptone, acide asparagique, leucine et tyrosine, malgré l'épaisseur des parois cellulaires.

Brém. — Ce produit n'est autre chose qu'un *Tapej* (voir p. 145) dont la fermentation, au lieu d'être arrêtée au bout de quarante-huit heures, est continuée vingt-quatre heures de plus. La masse est ensuite exprimée, et la partie liquide est soumise à l'action de la chaleur solaire jusqu'à ce qu'elle soit réduite en une sorte de sirop très épais. Ce sirop est réparti dans de petites cuvettes, formées de feuilles de Bananier, où il se solidifie; il constitue alors le *Brém*.

Dans chaque cuvette plonge un chaume de riz qui s'y trouve en quelque sorte scellé par la solidification du sirop. Ces chaumes sont ensuite réunis ensemble, et c'est ainsi que le Brém est transporté et vendu sur les marchés. Il se présente sous forme d'une masse blanchâtre, de saveur douce et très légèrement aigre en même temps.

Ontjom. — Celui-ci a été étudié par Went [1 et 2]. Il est simplement formé de graines d'*Arachis hypogea* soumises à l'action d'un champignon : *Monilia sitophila* (Mont.) Sacc., qui les saccharifie assez énergiquement ⁽¹⁾. Les graines ainsi fermentées sont vendues sous forme de petits gâteaux dont la couleur orange est due au mycelium et aux conidies du champignon-ferment.

Celui-ci est connu depuis assez longtemps en Europe. Il a été trouvé à Lyon, à l'état naturel, dans le levain du pain. Went l'a retrouvé non seulement dans les lieux où se fabrique l'Ontjom, mais encore sur des feuilles mortes de canne à sucre, à Pekalongan (Java), localité où celui-ci est complètement inconnu. Son aire de distribution géographique est donc extrêmement

(1) Je dois rappeler que le genre *Monilia* comprend un certain nombre de types assez mal connus et dont la position systématique n'est pas définitivement établie.

étendue. Je ne crois pas nécessaire de parler de ce champignon, bien connu en Europe où il a été trouyé pour la première fois.

L'industrie de l'Ontjom, à laquelle il donne lieu à Java, est du reste fort peu importante et méritait seulement d'être mentionnée.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- AHLBURG. — (In KORSCHOLT).
- W. ATKINSON. — [1] Brewing in Japan. *Nature*, 1878.
— [2] The Chemistry of Sake-brewing in Japan. *Memoirs of Science department, Tokio, Daigaku*, 1881.
— [3] On the Diastase of Kôji. *Proceedings of the Roy. Soc. London*, t. XXXII, 1881.
— [4] Sur la Diastase du Kôji. *Moniteur Scientifique*, t. 24, 1882.
- J. M. BEL. — Mission au Laos et en Annam. *Bull. Soc. Géogr. Paris*. 7^e série, t. 19, 1898.
- A. BOIDIN. — Sur les Mucédinées en Distillerie. *Bull. Assoc. des Chimistes de Sucrierie et Distil.*, 1899.
- A. BOIDIN et ROLANTS. — Contribution à l'étude de l'utilisation de l'*Amylomyces Rouxi*. *La Bière*, 1897.
- E. BOULLANGER. — L'emploi des Mucédinées en Distillerie. *Rev. Gén. des Sciences*, 1901.
- BÜSGEN. — *Aspergillus Oryzæ*. *Berichte d. Deutsch. Bot. Gesel.*, 1885.
- CALMETTE. — [1] La fabrication des alcools de Riz en Extrême-Orient. *Saigon*, 1892.
— [2] Contribution à l'étude des ferments de l'amidon. La levure chinoise. *Ann. Inst. Pasteur. Paris*, 1892.
— [3] La fabrication de la bière dans les pays chauds. Bières de cocos et de riz. *La Bière*, 1892.
- P. CHAMPION. — Voy. STANISLAS JULIEN et PAUL CHAMPION.
- T. CHRZASCZCZ. — Die Chinesische Hefe. *Cent. f. Bact.* I. Bd VII, 1901.

- F. COHN. — Ueber Schimmelpilze als Gährungserreger. *Jahr. d. Schlesisch. Ges. f. Vat. Kult.* Bd LXI, 1883.
- A. COUSSOT et H. RUEL. — Douze mois chez les sauvages du Laos. *Paris*, 1898.
- DELBRÜCK. — [1] Steht eine unzureichende Malzwirkung der guten Vergärung entgegen? Lässt sich die Malzversuckerung durch die japanische Pilzversuckerung ersetzen. *Zeitsch. f. Spiritusindustrie*, 1894.
- [2] *id.* 1899.
- E. DUCLAUX. — *Traité de Microbiologie*. t. III. Paris, 1899.
- EFFRONT. — *Les Enzymes et leurs applications*. Paris, 1899.
- C. EIJKMAN. — [1] Mikrobiologisches über die Arackfabrikation in Batavia. *Cent. f. Bact.* Bd XVI, 1894.
- [2] Ueber Enzyme bei Bakterien und Schimmelpilzen. *Id.*, 1901.
- FERNBACH. — L'Amylomyces Rouxi. Son emploi en Distillerie. *Ann. de la Bras. et de la Distil.* 1898.
- GEERLIGS. — Voy. PRINSEN GEERLIGS, et WENT et P. GEERLIGS.
- E. C. HANSEN. — [1] Untersuchungen aus der Praxis der Gährungsindustrie, 1890.
- [2] Anlässlich Juhler's Mittheilung über einen *Saccharomyces* bildenden *Aspergillus*. *Cent. f. Bact.* II. Bd I, 1895.
- HOFFMANN. — Ueber die Bereitung von Schoju, Sake, und Myrin. *Mitth. d. Deutsch. Gesel. f. Natur.-u. Wölk. Ostasiens*, 1874.
- IKUTA. — Sake fabrication. *Chemiker Zeitung*, 1890.
- F. JEAN. — Emploi des Moisissures en Distillerie. *Rev. Chimie industrielle*. t. IX, 1898.
- A. JÖRGENSEN. — [1] Die mikroorganismen der gährungs industrie. 3^e *Auf.* 1892.
- [2] Ueber Pilze, welche Uebergangs formen zwischen Schimmel u. *Saccharomyces*-hefe bilden, und die in der Brauerei auftreten. *Cent. f. Bact.* II. Bd II, 1896.

- A. JÖRGENSEN. — [3] Die Hefenfrage. *Cent. f. Bact.* II. Bd IV, 1898.
- J. J. JUHLER. — [1] Umbildung eines *Aspergillus* in einem Saccharomyceten. Vorläufige Mittheilung. *Cent. f. Bact.* II. Bd I. 1895.
- [2] Ueber die Umbildung des *Aspergillus Oryzæ* in einen Saccharomyceten. *Cent. f. Bact.* II. Bd I. 1895.
- STANISLAS JULIEN et P. CHAMPION. — Industries anciennes et modernes de l'empire chinois, d'après des notices traduites du chinois, Paris, 1869.
- O. KELLNER. — Mittheil. aus Japan. *Imp. Coll. of Agric. and Dendrology, Tokio. Bull.* 6, 1889.
- [2] Ueber die Bereitung von Sake, Shoyu, und Miso. *Chem. Ztg.* 1895.
- O. KELLNER, Y. MORI et N. NAGAOKA. — Beiträge zur Kenntniss d. invertirenden Ferment. *Zeitsch. f. phys. Chemie.* Bd XIV, 1890.
- ALB. KLÖCKER u. H. SCHIÖNNING. — [1] Experimentelle Untersuchungen über die vermeintliche Umbildung des *Aspergillus Oryzæ* in einen Saccharomyceten. Vorläufige Mittheil. *Cent. f. Bact.* II. Bd I. 1895.
- [2] Experimentelle Untersuchungen über die vermeintliche Umbildung verschiedener Schimmelpilze in Saccharomyceten. Zweite Mitth. *Cent. f. Bact.* II. Bd II, 1896.
- [3] Que savons-nous de l'origine des *Saccharomyces*? *Comptes rendus des travaux du Laboratoire de Carlsberg*, vol. IV, 1896.
- [4] Noch einmal Saccharomyceten u. Schimmelpilze. *Cent. f. Bact.* II. Bd IV, 1898.
- O. KORSCHULT. — Ueber Sake, das alkoholische Getränk der Japaner. *Mitteil. d. Deutsch. ges. f. Natur- u. Völkerk. Ostasiens*, Hft 16, 1878. *Dingler's Polytech. Journal.* CCXXX, 1878.
- Y. KOSAI. — Chemische und biologische Untersuchungen über Sake Bereitung. *Cent. f. Bact.* II. Bd VI, 1900.

- Y. KOSAI u. K. YABE. — Ueber die bei der Sakebereitung beteiligten Pilze. Vorläuf. Not. *Cent. f. Bact.* II. Bd I. 1895.
- F. LAFAR. — *Technical Mycology*, Transl. by T. C. SALTER. London, 1898.
- DE LANESHAN. — [1] *L'Indo-Chine française*. Paris, 1889.
— [2] *Les plantes utiles des colonies françaises*. Paris, 1885.
- LÉVY. — *Microbes et Distillerie*, Paris, 1900.
- LIEBSCHER. — Ueber die Benützung des Gährungs pilzes *Eurotium Oryzæ*. *Zeits. f. Spiritusindustrie*, 1891.
- Y. MORI. — Voy. O. KELLNER.
- N. NAGAOKA. — id.
- K. NEGAMI. — Note on a grape wine fermented by Sake yeast. *Imp. Univ. Coll. of Agr.* Tokio, Bull. vol. 3. 1897.
- H. NEUVILLE. — Les dérivés industriels du grain de Riz dans l'Indo-Chine française. *Bull. Soc. Nat. Acclimat.*, 1902.
- J. OKUMURA. — Beiträge zur Chemie der Sake Brauerei. *Imp. Univ. Coll. of Agr.* Tokio. Bull. vol. 3. 1897.
- PETIT. — Quelques procédés nouveaux en distillerie. *Moniteur scientifique*, 1897.
- PRINSEN GEERLIGS. — Eine technische angewandte zuckerbildung aus Reis durch Pilze, *Chem. Ztg.* 1896.
— (Voy. aussi WENT.).
- ROMMEL. — Voy. SITNIKOFF et ROMMEL.
- O. SAARE. — Mittheilungen über Spiritus und Press hefe fabrikation in den vereinigten Staate von Amerika. Das Takamine Verfahren. *Zeits. f. Spiritusindustrie*, 1895.
- SANGUINKI. — Contribution à l'étude de l'*Amylomyces Rouxi* de la Levure Chinoise, et des Moisissures ferments de l'Amidon. *Ann. Inst. Pasteur*. Paris, 1897.
- O. SCHIEWECK. — Ueber Sake, das Nationalgetränk der Japaner und die bei seiner Bereitung wirksamen Pilze. Beilage z. Jahresb. d. evang. Realschule. Bd XVIII. Breslau, 1897.

- SCHÖNNING. — Voy. KLÖCKER et SCHÖNNING.
- SCHROHE. — Ueber einen 18 p. c. e. Alkoholgebende Gährungsereger. *Zeitsch. f. Spiritusindustrie*, 1891.
- SITNIKOFF, u. ROMMEL. — *Wochensch. f. Brauerei*, 1900.
- SOREL. — [1] Étude sur l'*Aspergillus Oryzæ*. *C. Rendus Ac. Sc.*, Paris, t. CXXI, 1895.
- [2] Comptes-rendus du deuxième congrès de Chimie appliquée. Paris, 1896.
- [3] Étude de quelques Champignons utilisables en distillerie. *Rev. de Chimie indust.* vol. 8, 1897.
- J. TAKAMINE. — Divers brevets Européens et Américains, 1891-1894.
- Substances diastasiques extraites des cultures de Moisissures. Substances diastasiques des céréales et leur utilisation. Analyses parues dans les *Annales de la Brasserie et de la Distillerie*, 1898.
- VITITENSKI. — Moisissures saccharifiant l'amidon. *La Bière*, 1898. (*Technitscheski sbornick*).
- DES TOURNELLES, LÉZÉ et PIRET. — Procédés de préparation de l'alcool de Riz en Cochinchine. Paris, 1888.
- A. G. VORDERMANN. — Analecta op Bromatologisch gebied. I. Geneesk : *Tijd. voor Nederl. Indië*. Dl XXXIII. 1893.
- C. WEHMER. — [1] *Aspergillus Oryzæ*, der Pilz der japanischen Sake-Brauerei. *Cent. f. Bact.* II. Bd I. 1895.
- [2] Sake-Brauerei und Pilzversuckerung. *Cent. f. Bact.* II. Bd I. 1895.
- [3] *Aspergillus Wentii* Wehm., eine neue technische Pilzart Javas. *Cent. f. Bact.* II. Bd II. 1896.
- [4] Einige Beobachtungen über den Einfluss des Alters und der Temperatur auf die Entwicklungsfähigkeit von Mycelpilzsporen. *Cent. f. Bact.* II, Bd III. 1897.
- [5] Die « Chinesische Hefe » und der sogenannte *Amylomyces* (= *Mucor Rouxi*). *Cent. f. Bact.* II. Bd VI. 1900.

- C. WEHMER. — [6] Der javanische Ragi und seine Pilze (I). *Cent. f. Bact.* II. Bd VI. 1900. — Id. (II). II. Bd VII. 1901.
- [7] Zum Fehlschlagen der Sporangien bei *Mucor Rouxi*. *Cent. f. Bact.* II. Bd VII. 1901.
- F. A. F. C. WENT. — [1] Over den invloed van de voeding op de Afscheiding van enzyme door *Monilia sitophila* (Mont.) Sacc. *Konink. Akad. v. Wetens. Amsterdam*. Overgedrukt uit : *Verlag van de Gewone Vergadering der Wis. en Natuurkundige Afdeeling van 26 Januari* 1901.
- [2] *Monilia sitophila* (Mont.) Sacc., ein Technischer Pilz Javas. *Cent. f. Bact.* II. Bd VII. 1901.
- F. A. F. C. WENT und PRINSEN GSERLIGS. — [1] Over suiker-en Alcoolvorming door organismen in verhand met de verwerking der naproducten in de Rietsuiker fabriken. Overgedrukt uit het *Archief voor de Java-suikerindustrie*. Jg. 1884. *Mededeelingen van het Proefstation voor suikerriet « West-Java » te Tagok Tegal*, N° 13.
- [2] Beobachtungen über die Hefearten und zuckerbildenden Pilze der Arakfabrikation. *Verhandlung, d. Koninkl. Akad. van Wetensch. te Amsterdam*, 1895.
- K. YABE. — [1] Käse und Sojabohnen. *Nederl. Landb. Weekbl.*, 1896.
- [2] On the origin of Sake yeast. *Imp. Univ. Tokio Coll. of Agr. Bull.* III. 1897.
- [3] Ueber den Ursprung von Sake-Hefe (*Saccharomyces Sake*). *Imp. Univ. Tokio, Coll. of Agr. Bull.* III. 1897.
- Voy. aussi KOSAI et YAKE.
- X... — La fabrication de l'alcool de grains par l'*Amylomyces*. Seclin, 1897.
- X... — Exposition universelle de 1900. L'Agriculture au Japon. Paris, 1900.
- X... — Exposition universelle de 1900. Catalogue officiel du Japon, 1900.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	5
I. FERMENTS DE L'ALCOOL ANNAMITE (<i>Ru'ô'u</i>).	
Généralités sur le <i>Ru'ô'u</i>	13
Choix du Riz	18
Préparation du levain chinois (<i>Mén</i>)	20
Action du levain chinois	22
Distillation	23
Produit obtenu	25
Micro-organismes du levain chinois	27
Caractères végétatifs et culture de l' <i>Amylomyces Rouxi</i> CALMETTE.	29
Origine de l' <i>Amylomyces</i>	41
Action de l' <i>Amylomyces</i> sur les hydrates de carbone	42
Autres ferments du levain chinois	52
<i>Mucor Cambodja</i> , CHR.	55
Conséquences pratiques	63
Industries analogues à celle du <i>Ru'ô'u</i>	74
II. FERMENTS DE LA BIÈRE DE RIZ JAPONAISE (<i>Saké</i>)	
Généralités sur le Saké	76
Préparation du levain japonais (<i>Kôji</i>)	79
Opérations de brasserie	86
Action d'ensemble du <i>Kôji</i>	96
Micro-organismes du <i>Kôji</i>	98
Caractères végétatifs et culture de l' <i>Aspergillus (Eurotium) Oryzæ</i> AHLB	99

192 FERMENTS INDUSTRIELS D'EXTRÊME-ORIENT

	Pages
Son action sur les hydrates de carbone	112
Levures du Kôji	119
Emploi de Levures pures.	130
Industries analogues à celle du Saké	134
III. FERMENTS DE L'ALCOOL JAVANAIS (<i>Arack</i>)	138
Généralités sur les Aracks	138
Préparation et emploi du levain (<i>Ragi</i>)	141
Micro-organismes du Ragi	146
<i>Chlamydomucor Oryzæ</i> W. et P. G.	149
<i>Rhizopus Oryzæ</i> W. et P. G.	150
Propriétés biologiques de ces deux Champi- gnons	153
<i>Mucor javanicus</i> WEHM	158
<i>Mucor dubius</i> (n. sp. ?) WEHM	163
<i>Monilia Javanica</i> W. et P. G.	165
<i>Saccharomyces Vordermanni</i> W. et P. G.	169
Corps en fléaux	171
IV. PRODUITS ALIMENTAIRES OBTENUS PAR FER- MENTATION DE SUBSTANCES AMYLACÉES	174
Shôyou (Soy ou Soja) et Miso	175
<i>Aspergillus Wentii</i> WEHMER	179
Brém	182
Ontjom	183
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	185

SAINT-AMAND (CHER). — IMPRIMERIE BUSSIÈRE.

MASSON & C^{ie}, Éditeurs
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain, Paris (6^e)

P. n^o 273.

EXTRAIT DU CATALOGUE (1)

(Mars 1902)

La Pratique *Dermatologique*

Traité de Dermatologie appliquée

Publié sous la direction de MM

ERNEST BESNIER, L. BROCCQ, L. JACQUET

Par MM. AUDRY, BALZER, BARBE, BAROZZI, BARTHÉLEMY, BENARD, ERNEST BESNIER
BODIN, BROCCQ, DE BRUN, DU CASTEL, J. DARIER
DEHU, DOMINICI, W. DUBREUILH, HUDELO, L. JACQUET, J.-B. LAFFITTE
LENGLET, LEREDDE, MERKLEN, PERRIN
RAYNAUD, RIST, SABOURAUD, MARCEL SÉE, GEORGES THIBIERGE, VEYRIÈRES

4 volumes richement cartonnés toile formant ensemble environ
3.600 pages, très largement illustrés de figures en noir et de planches
en couleurs. En souscription jusqu'à la publication du tome III. 150 fr.
Chaque volume sera vendu séparément.

TOME PREMIER

1 fort vol. gr. in-8^o avec 230 figures en noir et 24 planches en couleurs.
Richement cartonné toile. . . 36 fr.

Anatomie et Physiologie de la Peau. — Pathologie générale de la Peau. — Symptomatologie générale des Dermatoses. — Acanthosis Nigricans. — Acnés. — Actinomyose. — Adénomes. — Alopecies. — Anesthésie locale. — Balanites. — Bouton d'Orient. — Brûlures. — Charbon. — Classifications dermatologiques. — Dermatitis polymorphes douloureuses. — Dermatophytes. — Dermatozoaires. — Dermites infantiles simples. — Ecthyma.

TOME II

1 fort vol. gr. in-8^o avec 168 figures en noir et 21 planches en couleurs.
Richement cartonné toile. . . . 40 fr.

Eczéma. — Electricité. — Eléphantiasis. — Epithélioma. — Eruptions artificielles. — Erythème. — Erythrasma. — Erythrodermes. — Esthiomène. — Favus. — Folliculites. — Furonculose. — Gale. — Gangrène cutanée. — Gercures. — Greffe. — Hématodermites. — Herpès. — Hydroa vacciniforme. — Ichtyose. — Impétigo. — Kératodermie. — Kératose pileaire. — Langue.

TOME III (pour paraître en mai 1902)

Lèpre. Lichen. — Lupus. — Lymphangiome. — Mycosis fongoïde. — Œdème. — Ongles. — Pelade. — Pemphigus. — Phtiriase. — Pityriasis.

(1) La librairie envoie gratuitement et franco de port les catalogues suivants à toutes les personnes qui lui en font la demande. — Catalogue général. — Catalogues de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire : I. Section de l'ingénieur. II. Section du biologiste. — Catalogue des ouvrages d'enseignement.

Traité de Chirurgie

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

Simon DUPLAY

Professeur à la Faculté de médecine
Chirurgien de l'Hôtel-Dieu
Membre de l'Académie de médecine

Paul RECLUS

Professeur agrégé à la Faculté de médecine
Chirurgien des hôpitaux
Membre de l'Académie de médecine

PAR MM.

BERGER, BROCA, PIERRE DELBET, DELENS, DEMOULIN, J.-L. FAURE
FORGUE, GÉRARD MARCHANT, HARTMANN, HEYDENREICH, JALAGUIER
KIRMISSON, LAGRANGE, LEJARS, MICHAUX, NÉLATON, PEYROT
PONCET, QUÉNU, RICARD, RIEFFEL, SEGOND, TUFFIER, WALTHER

Ouvrage complet

DEUXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFOUNDUE

8 vol. gr. in-8° avec nombreuses figures dans le texte. 150 frs

TOME I. — 1 vol. grand in-8° de 912 pages avec 218 figures 18 fr.

RECLUS. — Inflammations, traumatismes, maladies virulentes.
BROCA. — Peau et tissu cellulaire sous-cutané.

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

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

LEJARS. — Nerfs.
MICHAUX. — Artères.
QUÉNU. — Maladies des veines.

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

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

NÉLATON. — Traumatismes, entorses, luxations, plaies articulaires,
QUÉNU. — Arthropathies, arthrites sèches, corps étrangers articulaires.

LAGRANGE. — Arthrites infectieuses et inflammatoires.
GÉRARD MARCHANT. — Crâne.
KIRMISSON. — Rachis.
S. DUPLAY. — Oreilles et annexes.

TOME IV. — 1 vol. grand in-8° de 896 pages avec 354 figures 18 fr.

DELENS. — L'œil et ses annexes.
GÉRARD MARCHANT. — Nez, fosses

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

TOME V. — 1 vol. grand in-8° de 948 pages avec 187 figures 20 fr.

BROCA. — Face et cou. Lèvres, cavité buccale, gencives, palais, langue, larynx, corps thyroïde.
HARTMANN. — Plancher buccal, glandes

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

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

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

HARTMANN. — Estomac.
FAURE et RIEFFEL. — Rectum et anus.
HARTMANN et GOSSET. — Anus contre nature. Fistules stercorales.
QUÉNU. — Mésentère. Rate. Pancréas.
SEGOND. — Foie.

TOME VII. 1 fort vol. gr. in-8° de 1272 pages, 297 fig. dans le texte 25 fr.

WALTHER. — Bassin.
FORGUE. — Urètre et prostate.
RECLUS. — Organes génitaux de l'homme.

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

TOME VIII. 1 fort vol. gr. in-8° de 971 pages, 163 fig. dans le texte 20 fr.

MICHAUX. — Vulve et vagin.
PIERRE DELBET. — Maladies de l'utérus.
SEGOND. — Annexes de l'utérus,

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

Traité d'Anatomie Humaine

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE

P. POIRIER

Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris
Chirurgien des Hôpitaux.

A. CHARPY

Professeur d'anatomie
à la Faculté de Médecine
de Toulouse.

AVEC LA COLLABORATION DE MM.

O. Amoëdo — A. Branca — Cannieu — B. Cunéo — Paul Delbet
P. Fredet — Glantenay — Gosset — P. Jacques — Th. Jonnesco
E. Laquesse — L. Manouvrier — A. Nicolas — Nobécourt — O. Pasteau
M. Picou — A. Prenant — H. Rieffel — Ch. Simon. — A. Soulié

5 volumes grand in-8°. En souscription : 150 fr.

Chaque volume est illustré de nombreuses figures en noir et en couleurs.

ÉTAT DE LA PUBLICATION (MARS 1902)

- TOME PREMIER** (*Deuxième édition, entièrement refondue*). — **Embryologie.** Notions d'embryologie. — **Ostéologie.** Considérations générales, des membres, squelette du tronc, squelette de la tête. — **Arthrologie.** Développement des articulations, structure, articulations des membres, articulations du tronc, articulations de la tête. 1 vol. gr. in-8° avec 807 figures. 20 fr.
- TOME II** (*Deuxième édition, entièrement refondue*). — 1^{er} Fascicule : **Myologie.** Embryologie, histologie, peauciers et aponévroses. 1 vol. gr. in-8° avec 331 figures. 12 fr.
- 2^e Fascicule (*Deuxième édition, entièrement refondue*) : **Angéiologie.** Cœur et Artères. Histologie. 1 vol. gr. in-8° avec 150 figures. 8 fr.
- 3^e Fascicule : **Angéiologie** (*Capillaires, Veines*). 1 vol. gr. in-8° avec 75 figures. 6 fr.
- 4^e Fascicule : **Les Lymphatiques** (sous presse).
- TOME III** (*Deuxième édition, entièrement refondue*). — 1^{er} Fascicule : **Système nerveux.** Méninges, moelle, encéphale, embryologie, histologie. 1 vol. gr. in-8° avec 265 figures. 10 fr.
- 2^e Fascicule (*Deuxième édition, entièrement refondue*) : **Système nerveux.** Encéphale. 1 vol. grand in-8° avec 131 figures. 10 fr.
- 3^e Fascicule : **Système nerveux.** Les nerfs, nerfs craniens, nerfs rachidiens. 1 vol. gr. in-8° avec 203 figures. 12 fr.
- TOME IV.** 1^{er} Fascicule (*Deuxième édition, entièrement refondue*) : **Tube digestif.** Développement, bouche, pharynx, œsophage, estomac, intestins. 1 vol. gr. in-8°, avec 203 figures. 12 fr.
- 2^e Fascicule : **Appareil respiratoire.** Larynx, trachée, poumons, plèvre, thyroïde, thymus. 1 vol. gr. in-8°, avec 121 figures. 6 fr.
- 3^e Fascicule : **Annexes du tube digestif.** Dents, glandes salivaires, foie, voies biliaires; pancréas, rate, **Péritoine.** 1 vol. gr. in-8° avec 361 fig. en noir et en couleurs. 16 fr.
- TOME V.** 1^{er} Fascicule : **Organes génito-urinaires.** Reins, urètre, vessie, urètre, prostate, verge, périnée, appareil génital de l'homme, appareil génital de la femme. 1 vol. gr. in-8° avec 431 figures. 20 fr.
- 2^e Fascicule : **Les Organes des Sens** (sous presse).

CHARCOT — BOUCHARD — BRISSAUD

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

Traité de Médecine

DEUXIÈME ÉDITION

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

BOUCHARD
Professeur à la Faculté de médecine
de Paris,
Membre de l'Institut.

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

10 vol. gr. in-8°, av. fig. dans le texte. *En souscription.* 150 fr.

TOME I^{er}

1 vol. gr. in-8° de 843 pages, avec figures dans le texte. 16 fr.

Les Bactéries, par L. GUIGNARD, membre de l'Institut et de l'Académie de médecine, professeur à l'École de Pharmacie de Paris. — **Pathologie générale infectieuse**, par A. CHARRIN, professeur remplaçant au Collège de France, directeur du laboratoire de médecine expérimentale, médecin des hôpitaux. — **Troubles et maladies de la Nutrition**, par PAUL LE GENDRE, médecin de l'hôpital Tenon. — **Maladies infectieuses communes à l'homme et aux animaux**, par G.-H. ROGER, professeur agrégé, médecin de l'hôpital de la Porte d'Aubervilliers.

TOME II

1 vol. grand in-8° de 894 pages avec figures dans le texte. 16 fr.

Fièvre typhoïde, par A. CHANTEMESSSE, professeur à la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux. — **Maladies infectieuses**, par F. VIDAL, professeur agrégé, médecin des hôpitaux de Paris. — **Typhus exanthématique**, par L.-H. THOINOT, professeur agrégé, médecin des hôpitaux de Paris. — **Fièvres éruptives**, par L. GUINON, médecin des hôpitaux de Paris. — **Erysipèle**, par E. BOIX, chef de laboratoire à la Faculté. — **Diphthérie**, par A. RUAULT. — **Rhumatisme**, par ÖRTINGER, médecin des hôpitaux de Paris. — **Scorbut**, par TOLLEMER, ancien interne des hôpitaux.

TOME III

1 vol. grand in-8° de 702 pages avec figures dans le texte. 16 fr.

Maladies cutanées, par G. THIBERGE, médecin de l'hôpital de la Pitié. — **Maladies vénériennes**, par G. THIBERGE. — **Maladies du sang**, par A. GILBERT, professeur agrégé, médecin des hôpitaux de Paris. — **Intoxications**, par A. RICHARDIÈRE, médecin des hôpitaux de Paris.

TOME IV

1 vol. grand in-8° de 680 pages avec figures dans le texte. 16 fr.

Maladies de la bouche et du pharynx, par A. RUAULT. — **Maladies de l'estomac**, par A. MATHIEU, médecin de l'hôpital Andral. — **Maladies du pancréas**, par A. MATHIEU. — **Maladies de l'intestin**, par COURTOIS-SUFFIT, médecin des hôpitaux. — **Maladies du péritoine**, par COURTOIS-SUFFIT.

TOME V

1 vol. gr. in-8° avec fig. en noir et en coul. dans le texte. 13 fr.

Maladies du foie et des voies biliaires, par A. CHAUFFARD, professeur agrégé, médecin des hôpitaux. — **Maladies du rein et des capsules surrénales**, par A. BRAULT, médecin des hôpitaux. — **Pathologie des organes hématopoiétiques et des glandes vasculaires sanguines**, par G.-H. ROGER, professeur agrégé, médecin de l'hôpital de la Porte d'Aubervilliers.

TOME VI

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

Maladies du nez et du larynx, par A. RUAULT. — **Asthme**, par E. BRISAUD, professeur à la Faculté de médecine de Paris, médecin de l'hôpital Saint-Antoine. — **Coqueluche**, par P. LE GENDRE, médecin des hôpitaux. — **Maladies des bronches**, par A.-B. MARFAN, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux. — **Troubles de la circulation pulmonaire**, par A.-B. MARFAN. — **Maladies aiguës du poumon**, par NETTER, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux.

TOME VII

1 vol. grand in-8° de 550 pages avec figures dans le texte. **14 fr.**

Maladies chroniques du poumon, par A.-B. MARFAN, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux. — **Phtisie pulmonaire**, par A.-B. MARFAN. — **Maladies de la plèvre**, par NETTER, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux. — **Maladies du médiastin**, par A.-B. MARFAN.

TOME VIII

(Pour paraître en mars 1902.)

1 vol. grand in-8° avec figures dans le texte. (*Sous presse.*)

Maladies du cœur. Pouls lent permanent, par ANDRÉ PETIT, médecin des hôpitaux. — **Maladies des vaisseaux sanguins**, par W. CÉTINGER, médecin des hôpitaux.

Traité de Physiologie

J.-P. MORAT
Professeur à l'Université de Lyon.

PAR

Maurice DOYON
Professeur agrégé
à la Faculté de médecine de Lyon

5 vol. gr. in-8° avec fig. en noir et en couleurs. En souscription. **50 fr.**

- I. — **Fonctions de nutrition** : Circulation, par M. DOYON; Calorification, par P. MORAT. 1 vol. gr. in-8° avec 173 figures en noir et en couleurs. **12 fr.**
 II. — **Fonctions de nutrition (suite et fin)** : Respiration, excretion, par J.-P. MORAT; Digestion, Absorption, par M. DOYON. 1 vol. gr. in-8°, avec 167 figures en noir et en couleurs. **12 fr.**

Sous presse : **Système nerveux.**

Traité des Maladies de l'Enfance

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

J. GRANCHER

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

J. COMBY
Médecin des hôpitaux.

A.-B. MARFAN
Agrégé, Médecin des hôpitaux

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

CHAQUE VOLUME EST VENDU SÉPARÉMENT

Traité de Pathologie générale

Publié par **Ch. BOUCHARD**

Membre de l'Institut

Professeur de pathologie générale à la Faculté de Médecine de Paris.

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION : **G.-H. ROGER**

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Médecin des hôpitaux.

COLLABORATEURS :

MM. ARNOZAN, D'ARSONVAL, BENNI, R. BLANCHARD, BOULAY, BOURCY, BRUN, CADIOT, CHABRIÉ, CHANTEMESSE, CHARRIN, CHAUFFARD, COURMONT, DEJERINE, PIERRE DELBET, DEVIC, DUCAMP, MATHIAS DUVAL, FÈRE, FRÉMY, GAUCHER, GILBERT, GILY, GUIGNARD, LOUIS GUINON, J.-F. GUYON, HALLÉ, HÉNOQUE, HUGOUNENQ, LAMBLING, LANDOUZY, LAVERAN, LEBRETON, LE GENDRE, LEJARS, LE NOIR, LERMOYZZ, LETELLE, LUBET-BARBON, MARFAN, MAYOT, MÉNÉTRIER, NETTER, PIERRET, G.-H. ROGER, GABRIEL ROUX, RUFFER, RAYMOND, TRUPIER, VUILLEMIN, FERNAND WIDAL.

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

Prix en souscription jusqu'à la publication du t. VI. 420 fr.

TOME I

1 vol. grand in-8^o de 1018 pages avec figures dans le texte : 48 fr.

Introduction à l'étude de la pathologie générale. — Pathologie comparée de l'homme et des animaux. — Considérations générales sur les maladies des végétaux. — Pathologie générale de l'embryon. Tératogénie. — L'hérédité et la pathologie générale. — Predisposition et immunité. — La fatigue et le surmenage. — Les Agents mécaniques. — Les Agents physiques. Chaleur. Froid. Lumière. Pression atmosphérique. Son. — Les Agents physiques. L'énergie électrique et la matière vivante. — Les Agents chimiques : les caustiques. — Les intoxications.

TOME II

1 vol. grand in-8^o de 940 pages avec figures dans le texte : 48 fr.

L'infection. — Notions générales de morphologie bactériologique. — Notions de chimie bactériologique. — Les microbes pathogènes. — Le sol, l'eau et l'air, agents des maladies infectieuses. — Des maladies épidémiques. — Sur les parasites des tumeurs épithéliales malignes. — Les parasites.

TOME III

1 vol. in-8^o de 1400 pages, avec figures dans le texte, publié en deux fascicules : 28 fr.

Fasc. I. — Notions générales sur la nutrition à l'état normal. — Les troubles préalables de la nutrition. — Les réactions nerveuses. — Les processus pathogéniques de deuxième ordre.

Fasc. II. — Considérations préliminaires sur la physiologie et l'anatomie pathologiques. — De la fièvre. — L'hypothermie. — Mécanisme physiologique des troubles vasculaires. — Les désordres de la circulation dans les maladies. — Thrombose et embolie. — De l'inflammation — Anatomie pathologique générale des lésions inflammatoires. — Les altérations anatomiques non inflammatoires. — Les tumeurs.

TOME IV

1 vol. in-8^o de 719 pages avec figures dans le texte : 46 fr.

Evolution des maladies. — Sémiologie du sang. — Spectroscopie du sang. Sémiologie. — Sémiologie du cœur et des vaisseaux. — Sémiologie du nez et du pharynx nasal. — Sémiologie du larynx. — Sémiologie des voies respiratoires. — Sémiologie générale du tube digestif.

TOME V

1 fort vol. in-8^o de 1180 pages avec nombr. figures dans le texte : 28 fr.

Sémiologie du foie. — Pancréas. — Analyse chimique des urines. — Analyse microscopique des urines (Histo-bactériologique). — Le rein, l'urine et l'organisme. — Sémiologie des organes génitaux. — Sémiologie du système nerveux.

TOME VI

1 vol. grand in-8° avec figures dans le texte (sous presse)

Les troubles de l'intelligence. — Sémiologie de la peau. — Sémiologie de l'appareil visuel. — Sémiologie de l'appareil auditif. — Considérations sur le diagnostic et le pronostic. — Diagnostic et pronostic. — Radiographie. — Hygiène. — Thérapeutique générale.

Traité de Physique Biologique

publié sous la direction de MM.

D'ARSONVAL

Professeur au Collège de France
Membre de l'Institut et de l'Académie
de médecine.

GARIEL

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées
Prof. à la Faculté de médecine de Paris
Membre de l'Académie de médecine.

CHAUVEAU

Profes. au Muséum d'histoire naturelle
Membre de l'Institut
et de l'Académie de médecine.

MAREY

Professeur au Collège de France
Membre de l'Institut
et de l'Académie de médecine.

Secrétaire de la rédaction : **M. WEISS**

Ingénieur des Ponts et Chaussées
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris

3 vol. in-8°. En souscription 60 fr.

TOME PREMIER. 1 fort vol. in-8°, avec 591 figures dans le texte. . 25 fr.

Sous Presse : Tome II

L'ŒUVRE MÉDICO-CHIRURGICAL

Dr CRITZMAN, directeur

Suite de Monographies cliniques

SUR LES QUESTIONS NOUVELLES

en Médecine, en Chirurgie et en Biologie

Chaque monographie est vendue séparément. 1 fr. 25

Il est accepté des abonnements pour une série de 10 Monographies au prix payable d'avance de 10 fr. pour la France et 12 fr. pour l'étranger (port compris).

DERNIÈRES MONOGRAPHIES PUBLIÉES

- N° 25. **L'Asepsie opératoire**, par PIERRE DELBET, chirurgien des hôpitaux, professeur agrégé à la Faculté de médecine, et BIGEARD, chef de clinique.
- N° 26. **Anatomie chirurgicale et médecine opératoire de l'oreille moyenne**, par AUG. BROCA, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, chirurgien des hôpitaux.
- N° 27. **Traitements modernes de l'Hypertrophie de la Prostatae**, par le Dr E. DESNOS, ancien interne des hôpitaux.
- N° 28. **La Gastro-entérostomie**, par MM. ROUX et BOURGET, professeurs de l'Université à Lausanne.
- N° 29. **Les Ponctions rachidiennes accidentelles et les complications des plaies pénétrantes du rachis par armes blanches sans lésions de la moelle**, par le Dr F. MATHIEU, médecin inspecteur de l'armée, ancien directeur et professeur au Val-de-Grâce.

Vient de paraître :

MANUEL PRATIQUE
DU TRAITEMENT DE LA DIPHTÉRIE
SÉROTHÉRAPIE — TUBAGE — TRACHÉOTOMIE

PAR

M. DEGUY
Chef du laboratoire de la Faculté
à l'hôpital des Enfants
(Service de la diphtérie).

Benjamin WEILL
Moniteur de tubage et de trachéotomie
de la Faculté
à l'hôpital des Enfants-Malades.

Introduction par A.-B. MARFAN

Professeur agrégé à la Faculté, Médecin de l'hôpital des Enfants-Malades

1 vol. in-8° broché, avec figures et photographies dans le texte. 6 fr.

Les Maladies Infectieuses

Par **G.-H. ROGER**

Professeur agrégé, Médecin de l'hôpital de la porte d'Aubervilliers,

1 vol. in-8° de 1.520 p. en 2 fascicules avec fig. 28 fr.

Traité d'Hygiène

Par **A. PROUST**

Professeur d'Hygiène à la Faculté de médecine de l'Université de Paris
Membre de l'Académie de médecine, du Comité consultatif d'hygiène publique
de Franco, Inspecteur général des Services sanitaires.

Troisième édition revue et considérablement augmentée

AVEC LA COLLABORATION DE

A. NETTER

et

H. BOURGES

Professeur agrégé à la Faculté
de médecine

Chef du laboratoire d'hygiène
à la Faculté de médecine

Médecin de l'hôpital Trousseau

Chef du laboratoire à l'hôpital Trousseau

Ouvrage couronné par l'Institut et la Faculté de médecine

1 vol. in-8°, avec fig. et cartes pub. en 2 fasc. En souscription.. 18 fr.

Traité de Chirurgie d'urgence

Par **Félix LEJARS**

Professeur agrégé Chirurgien de l'hôpital Tenon.

TROISIÈME ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE

1 vol. gr. in-8° de 1005 pages, avec 751 fig. dont 351 dessinées d'après
nature, par le D^r DALEINE, et 172 photogr. origiu. Relié toile. 25 fr.

- Manuel de Pathologie externe**, par MM. RECLUS, KIR-
MISSON, PEYROT, BOUILLY, professeurs agrégés à la Faculté de
médecine de Paris, chirurgiens des hôpitaux. Édition complète
illustrée de 720 figures. 4 volumes in-8°. 40 fr.
Chaque volume est vendu séparément. 10 fr.
- Leçons sur les maladies du sang** (*Clinique de l'Hôpital
Saint-Antoine*), par Georges HAYEM, professeur à la Faculté de
médecine de Paris, membre de l'Académie de médecine, recueillies
par MM. E. PARMENTIER, médecin des hôpitaux, et R. BEN-
SAUDE, chef du laboratoire d'anatomie pathologique à l'hôpital
Saint-Antoine. 1 vol. in-8°, broché, avec 4 planches en couleurs,
par M. KARMAŃSKI 15 fr.
- Précis d'Histologie**, par Mathias DUVAL, professeur à la
Faculté de médecine de Paris, membre de l'Académie de médecine.
Deuxième édition, revue et augmentée, illustrée de 427 figures dans
le texte. 1 vol. gr. in-8° de 1020 pages 18 fr.
- Traité de Microbiologie**, par E. DUCLAUX, membre de
l'Institut de France, directeur de l'Institut Pasteur, professeur à la
Sorbonne et à l'Institut national agronomique. 1 vol. gr. in-8°.
- I. Microbiologie générale. — II. Diastases, toxines et venins. —
III. Fermentation alcoolique. — IV. Fermentations variées des di-
verses substances ternaires.
- Chaque volume grand in-8°, avec figures dans le texte . . 15 fr.
- La pression artérielle de l'homme à l'état normal
et pathologique**, par le Professeur POTAIN, membre de
l'Institut. 1 volume in-8° avec figures et tracés. 5 fr.
- Traité élémentaire de Clinique thérapeutique**,
par le Dr Gaston LYON, ancien chef de clinique médicale à la
Faculté de médecine de Paris. *Quatrième édition revue et augmentée*.
1 fort volume in-8° de 1.540 pages, cartonné toile 25 fr.
- Les Maladies du cuir chevelu.** — I. Maladies sébor-
rhéiques : **Séborrhée, Acnés, Calvitie**, par le Dr R. SA-
BOURAUD, chef du laboratoire de la Ville de Paris à l'hôpital Saint-
Louis, membre de la Société de Dermatologie. 1 volume in-8°, avec
91 figures dans le texte dont 40 aquarelles en couleurs . . 10 fr.
- Leçons cliniques de Chirurgie infantile**, par Aug.
BROCA, professeur agrégé à la Faculté de médecine, chirurgien de
l'hôpital Tenon (Enfants-Malades). 1 volume in-8° broché, avec
73 figures et 6 planches hors texte 10 fr.

Bibliothèque Diamant

des Sciences médicales et biologiques

Cette collection est publiée dans le format in-16 raisin, avec nombreuses figures dans le texte, cartonnage à l'anglaise, tranches rouges.

Viennent de paraître

Précis de Microbie. *Technique et microbes pathogènes*, par M. le Dr L.-H. THOINOT, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, et E.-J. MASSELIN, médecin-vétérinaire. Ouvrage couronné par la Faculté de médecine. *Quatrième édition entièrement refondue.* 1 volume, avec figures en noir et en couleurs. . . 8 fr.

Éléments de Physiologie, par Maurice ARTHUS, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Lille. 1 vol., avec figures. 8 fr.

Derniers volumes publiés dans la Collection

Manuel de Thérapeutique, par le Dr BERLIOZ, professeur à l'École de médecine de Grenoble, avec préface du Professeur BOUCHARD. *Quatrième édition revue et augmentée.* 1 vol. . 6 fr.

Manuel de Pathologie interne, par G. DIEULAFOY, professeur à la Faculté de médecine de Paris. *Treizième édition entièrement refondue et augmentée.* 4 vol. avec fig. en n. et en coul. 28 fr.

Manuel d'Anatomie microscopique et d'Histologie, par M. P.-E. LAUNOIS, professeur agrégé à la Faculté de médecine. Préface de M. le Professeur Mathias DUVAL. *Deuxième édition entièrement refondue.* 1 volume avec 261 figures 8 fr.

Éléments de Chimie physiologique, par Maurice ARTHUS, professeur à l'Université de Fribourg (Suisse). *Troisième édition revue et corrigée.* 1 volume, avec figures 4 fr.

Précis de Bactériologie clinique, par le Dr R. WURTZ, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris. *Deuxième édition revue et augmentée.* 1 volume, avec tableaux et figures. 6 fr.

Précis d'Anatomie pathologique, par M. L. BARD, professeur à la Faculté de médecine de Lyon. *Deuxième édition revue et augmentée.* 1 volume, avec 125 figures 7 fr. 50

Sous presse

Manuel de Diagnostic médical et d'exploration clinique, par P. SPILLMANN, professeur de clinique médicale à la Faculté de médecine de Nancy, et P. HAUSHALTER, professeur agrégé. *Quatrième édition entièrement refondue.* 1 vol. avec figures.

Bibliothèque

d'Hygiène thérapeutique

DIRIGÉE PAR

Le Professeur PROUST

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

Chaque ouvrage forme un volume in-16, cartonné toile, tranches rouges,
et est vendu séparément : 4 fr.

Chacun des volumes de cette collection n'est consacré qu'à une seule maladie ou à un seul groupe de maladies. Grâce à leur format, ils sont d'un maniement commode. D'un autre côté, en accordant un volume spécial à chacun des grands sujets d'hygiène thérapeutique, il a été facile de donner à leur développement toute l'étendue nécessaire.

L'hygiène thérapeutique s'appuie directement sur la pathogénie ; elle doit en être la conclusion logique et naturelle. La genèse des maladies sera donc étudiée tout d'abord. On se préoccupera moins d'être absolument complet que d'être clair. On ne cherchera pas à tracer un historique savant, à faire preuve de brillante érudition, à encombrer le texte de citations bibliographiques. On s'efforcera de n'exposer que les données importantes de pathogénie et d'hygiène thérapeutique et à les mettre en lumière.

VOLUMES PARUS

- L'Hygiène du Goutteux**, par le professeur PROUST et A. MATHIEU, médecin de l'hôpital Andral.
- L'Hygiène de l'Obèse**, par le professeur PROUST et A. MATHIEU, médecin de l'hôpital Andral.
- L'Hygiène des Asthmatiques**, par E. BRISSAUD, professeur agrégé, médecin de l'hôpital Saint-Antoine.
- L'Hygiène du Syphilitique**, par H. BOURGES, préparateur au laboratoire d'hygiène de la Faculté de médecine.
- Hygiène et thérapeutique thermales**, par G. DELFAU, ancien interne des hôpitaux de Paris.
- Les Cures thermales**, par G. DELFAU, ancien interne des hôpitaux de Paris.
- L'Hygiène du Neurasthénique**, par le professeur PROUST et G. BALLEZ, professeur agrégé, médecin des hôpitaux de Paris. (*Deuxième édition.*)
- L'Hygiène des Albuminuriques**, par le Dr SPRINGER, ancien interne des hôpitaux de Paris, chef de laboratoire de la Faculté de médecine à la Clinique médicale de l'hôpital de la Charité.
- L'Hygiène du Tuberculeux**, par le Dr CHUQUET, ancien interne des hôpitaux de Paris, avec une introduction du Dr DAREMBERG, membre correspondant de l'Académie de médecine.
- Hygiène et thérapeutique des maladies de la Bouche**, par le Dr CRUET, dentiste des hôpitaux de Paris, avec une préface de M. le professeur LANNELONGUE, membre de l'Institut.
- Hygiène des maladies du Cœur**, par le Dr VAQUEZ, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux, avec une préface du professeur POTAIN.
- Hygiène du Diabétique**, par A. PROUST et A. MATHIEU.
- L'Hygiène du Dyspeptique**, par le Dr LINOSSIER, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, membre correspondant de l'Académie de médecine, médecin à Vichy.

Traité

DE

Chimie industrielle

Par **R. WAGNER** et **F. FISCHER**

QUATRIÈME ÉDITION FRANÇAISE ENTIÈREMENT REFOUNDUE

Rédigée d'après la quinzième édition allemande

par le **D^r L. GAUTIER**

2 vol. grand in-8^o avec de nombreuses figures dans le texte

En souscription. **30 fr.**

A l'apparition du Tome II, le prix de l'ouvrage sera porté à **35 francs.**

Dans cette quatrième édition, l'ouvrage a subi un remaniement si complet et si profond qu'on peut le considérer comme un livre nouveau, absolument au niveau des progrès de la science et répondant de la manière la plus complète aux besoins de l'industrie chimique actuelle. Tous les perfectionnements de la chimie technologique y sont exposés avec tous les développements qu'ils comportent et afin de rendre encore plus facile l'intelligence du texte, de nombreuses figures nouvelles ont été introduites.

Ainsi refondue et mise au courant, nous espérons que la nouvelle édition française de la *Chimie industrielle* recevra de la part du public un accueil aussi favorable que celui qui a été fait aux éditions précédentes.

Charles Gerhardt. *Sa vie, son Œuvre, sa Correspondance* (1816-1856). Document d'Histoire de la Chimie, par MM. Édouard Grimaud, de l'Institut et Charles Gerhardt, ingénieur. 1 vol. in-8^o de xi-595 p. avec portrait. **15 fr.**

Le Constructeur, principes, formules, tracés, tables et renseignements pour l'établissement des *projets de machines* à l'usage des ingénieurs, constructeurs, architectes, mécaniciens, etc., par **F. Reuleaux**. *Troisième édition française*, par **A. Debize**, ingénieur des manufactures de l'Etat. 1 volume in-8^o avec 184 figures. **30 fr.**

Traité d'analyse chimique qualitative, par **R. Fréserius**. Traité des opérations chimiques, des réactifs et de leur action sur les corps les plus répandus, essais au chalumeau, analyse des eaux potables, des eaux minérales, du sol, des engrais, etc. Recherches chimico-légales, analyse spectrale. *Dixième édition française* d'après la 16^e édition allemande, par **L. Gautier**. 1 vol. in-8^o avec grav. et un tableau chromolithographique **7 fr.**

Traité d'analyse chimique quantitative, par **R. Fréserius**. Traité du dosage et de la séparation des corps simples et composés les plus usités en pharmacie, dans les arts et en agriculture, analyse par les liqueurs titrées, analyse des eaux minérales, des cendres végétales, des sols, des engrais, des minerais métalliques, des fontes, dosage des sucres, alcalimétrie, chlorométrie, etc. *Septième édition française*, traduite sur la 6^e édition allemande, par **L. Gautier**. 1 vol. in-8^o avec 251 grav. dans le texte . . **16 fr.**

Traité d'Analyse chimique quantitative par Electrolyse, par **J. RIBAN**, professeur Chargé du cours d'Analyse chimique et maître de Conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. 1 volume grand in-8°, avec 96 figures dans le texte **9 fr.**

Manuel pratique de l'Analyse des Alcools et des Spiritueux, par **Charles GIRARD**, directeur du Laboratoire municipal de la Ville de Paris, et **Lucien CUNIASSE**, chimiste-expert de la Ville de Paris. 1 volume in-8° avec figures et tableaux dans le texte. Relié toile **7 fr.**

Chimie Végétale et Agricole (Station de Chimie végétale de Meudon, 1883-1889), par **M. BERTHELOT**, sénateur, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, professeur au Collège de France. 4 volumes in-8° avec figures dans le texte. **36 fr.**

Précis de Chimie analytique, Analyse qualitative, Analyse quantitative par liqueurs titrées, Analyse des gaz, Analyse organique élémentaire, Analyses et Dosages relatifs à la Chimie agricole, Analyse des vins, Essais des principaux minerais, par **J.-A. MUL-LER**, docteur ès sciences, professeur à l'École supérieure des Sciences d'Alger. 1 volume in-12, broché. **3 fr.**

COURS PRÉPARATOIRE AU CERTIFICAT

D'ÉTUDES PHYSIQUES, CHIMIQUES & NATURELLES (P.C.N.)

Cours élémentaire de Zoologie, par **Rémy PERRIER**, maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris, chargé du Cours de Zoologie pour le Certificat d'études P. C. N. *Deuxième édition*, entièrement revue. 1 volume in-8° avec 699 figures dans le texte, relié toile **10 fr.**

Traité des Manipulations de Physique, par **B.-G. DAMIEN**, professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Lille, et **R. PAILLOT**, agrégé, chef des Travaux pratiques de physique à la Faculté des Sciences de Lille. 1 vol. in-8° avec 246 fig. **7 fr.**

Eléments de Chimie organique et de Chimie biologique, par **W. OECHSNER DE CONINCK**, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier. 1 volume in-16. **2 fr.**

Eléments de Chimie des métaux, par **W. OECHSNER DE CONINCK**, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier. 1 volume in-16 **2 fr.**

Eléments de Botanique, par **Ph. VAN TIEGHEM**, membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle. *Troisième édition*, revue et augmentée. 2 volumes in-16 de 1.170 pages avec 580 figures, cartonnés toile **12 fr.**

OUVRAGES DE M. A. DE LAPPARENT

Membre de l'Institut, professeur à l'École libre des Hautes-Études.

TRAITÉ DE GÉOLOGIE

QUATRIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE

3 vol. grand in-8°, avec nomb. fig. cartes et croquis . . . 35 fr.

- Abrégé de géologie. Quatrième édition, entièrement refondue.** 1 vol. in-16 de VIII-299 pages avec 441 gravures et une carte géologique de la France en chromolithographie, cartonné toile 3 fr.
- Notions générales sur l'écorce terrestre.** 1 vol. in-16 de 156 pages avec 33 figures, broché. 1 fr. 20
- La géologie en chemin de fer.** Description géologique du Bassin parisien et des régions adjacentes (Bretagne aux Vosges. — Belgique à Auvergne). 1 vol. in-18 de 608 pages, avec 3 cartes chromolithographiées, cartonné toile. 7 fr. 50
- Cours de minéralogie. Troisième édition, revue et augmentée.** 1 vol. grand in-8° de xx-703 pages avec 619 gravures dans le texte et une planche chromolithographiée. 45 fr.
- Précis de minéralogie. Troisième édition, revue et augmentée.** 1 vol. in-16 de XII-398 pages avec 235 gravures dans le texte et une planche chromolithographiée, cartonné toile. 5 fr.
- Leçons de géographie physique. Deuxième édition, revue et augmentée.** 1 vol. grand in-8° de XVI-718 pages avec 162 figures dans le texte et une planche en couleurs. 12 fr.
- Le siècle du Fer.** 1 vol. in-18 de 360 pages, broché 2 fr. 50

Guides du Touriste, du Naturaliste et de l'Archéologue

publiés sous la direction de M. Marcellin BOULE

Pour paraître en mai 1902 :

LA HAUTE SAVOIE

VOLUMES PUBLIÉS

- Le Cantal**, par M. BOULE, docteur ès sciences, et L. FARGES, archviste-paléographe. 1 vol. avec 85 fig. et 2 cartes en coul.
- La Lozère**, par E. CORD, ingénieur-agronome, G. CORD, docteur en droit, avec la collaboration de M. A. VIRÉ, docteur ès sciences. 1 vol. in-16 avec 87 fig. et cartes en coul.
- Le Puy-de-Dôme et Vichy**, par M. BOULE, docteur ès sciences, Ph. GLANGEAUD, maître de conférences à l'Université de Clermont, G. ROUCHON, archiviste du Puy-de-Dôme, A. VERNIÈRE, ancien président de l'Académie de Clermont. 1 vol. avec 109 figures et 3 cartes en coul.

Chaque volume in-16, relié toile anglaise 4 fr. 50

MISSION SAHARIENNE FOUREAU-LAMY

D'Alger au Congo par le Tchad

Par F. FOUREAU

Lauréat de l'Institut.

1 fort volume in-8°, avec 170 figures reproduites directement d'après les photographies de l'auteur, et une carte en couleurs des régions explorées par la Mission.

Broché : 12 francs. — Richement cartonné : 15 francs.

Traité de Zoologie

Par Edmond PERRIER

Membre de l'Institut et de l'Académie de médecine,
Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle.

- FASCICULE I : **Zoologie générale.** 1 vol. gr. in-8° de 412 p. avec 458 figures dans le texte. 12 fr.
- FASCICULE II : **Protozoaires et Phytozoaires.** 1 vol. gr. in-8° de 452 p., avec 243 figures. 10 fr.
- FASCICULE III : **Arthropodes.** 1 vol. gr. in-8° de 480 pages, avec 278 figures. 8 fr.
- Ces trois fascicules réunis formant la première partie 1 vol. in-8° de 1344 pages, avec 980 figures. 30 fr.
- FASCICULE IV : **Vers et Mollusques.** 1 vol. gr. in-8° de 792 pages, avec 566 figures dans le texte. 16 fr.
- FASCICULE V : **Amphioxus, Tuniciers.** 1 vol. gr. in-8° de 221 pages, avec 97 figures dans le texte. 6 fr.
- FASCICULE VI : **Vertébrés.** (*Sous presse*).

PETITE BIBLIOTHÈQUE DE " LA NATURE "

Recettes et Procédés utiles, recueillis par Gaston TISSANDIER, rédacteur en chef de *la Nature*. *Neuvième édition.*

Recettes et Procédés utiles. *Deuxième série : La Science pratique,* par Gaston TISSANDIER. *Cinquième édition,* avec figures dans le texte.

Nouvelles Recettes utiles et Appareils pratiques. *Troisième série,* par Gaston TISSANDIER. *Quatrième édition,* avec 91 figures dans le texte.

Recettes et Procédés utiles. *Quatrième série,* par Gaston TISSANDIER. *Troisième édition,* avec 38 figures dans le texte.

Recettes et Procédés utiles. *Cinquième série,* par J. LAFFARGUE, secrétaire de la rédaction de *la Nature*. Avec figures dans le texte.

Chacun de ces volumes in-18 est vendu séparément

Broché 2 fr. 25 | Cartonné toile 3 fr.

La Physique sans appareils et la Chimie sans laboratoire, par Gaston TISSANDIER, rédacteur en chef de *la Nature*. *Septième édition des Récréations scientifiques. Ouvrage couronné par l'Académie (Prix Montyon).* Un volume in-8° avec nombreuses figures dans le texte. Broché, 3 fr. Cartonné toile, 4 fr.

LA GÉOGRAPHIE

BULLETIN

DE LA

Société de Géographie

PUBLIÉ TOUS LES MOIS PAR

LE BARON HULOT, Secrétaire général de la Société

ET

M. CHARLES RABOT, Secrétaire de la Rédaction

ABONNEMENT ANNUEL : PARIS : 24 fr. — DÉPARTEMENTS : 26 fr.
ÉTRANGER : 28 fr. — Prix du numéro : 2 fr. 50

Chaque numéro, du format grand in-8°, composé de 80 pages et accompagné de cartes et de gravures nombreuses, comprend des mémoires, une chronique, une bibliographie et le compte rendu des séances de la Société de Géographie. Cette publication n'est pas seulement un recueil de récits de voyages pittoresques, mais d'observations et de renseignements scientifiques.

La chronique, rédigée par des spécialistes pour chaque partie du monde, fait connaître, dans le plus bref délai, toutes les nouvelles reçues des voyageurs en mission par la Société de Géographie, et présente un résumé des renseignements fournis par les publications étrangères : elle constitue, en un mot, un résumé du *mouvement géographique* pour chaque mois.

La Nature

REVUE ILLUSTRÉE

des sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie

DIRECTEUR : Henri de PARVILLE

Abonnement annuel : Paris : 20 fr. — Départements : 25 fr. —
Union postale : 26 fr.

Abonnement de six mois : Paris : 10 fr. — Départements : 12 fr. 50.
— Union postale : 13 fr.

Fondée en 1873 par GASTON TISSANDIER, la *Nature* est aujourd'hui le plus important des journaux de vulgarisation scientifique par le nombre de ses abonnés, par la valeur de sa rédaction et par la sûreté de ses informations. Elle doit ce succès à la façon dont elle présente la science à ses lecteurs en lui ôtant son côté aride tout en lui laissant son côté exact, à ce qu'elle intéresse les savants et les érudits aussi bien que les jeunes gens et les personnes peu familiarisées avec les ouvrages techniques; à ce qu'elle ne laisse, enfin, rien échapper de ce qui se fait ou se dit de neuf dans le domaine des découvertes qui trouvent chaque jour des applications nouvelles et modifient sans cesse les conditions de notre vie.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette. — 1410.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS
55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, A PARIS (6^e).

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

**HISTOIRE
DES MATHÉMATIQUES
DANS L'ANTIQUITÉ ET AU MOYEN AGE,**

Par H.-G. ZEUTHEN,
Professeur à l'Université de Copenhague.

ÉDITION FRANÇAISE, REVUE ET CORRIGÉE PAR L'AUTEUR
Traduite par JEAN MASCART.

Un volume in-8 de xv-296 pages, avec 31 figures; 1902..... 9 fr.

**HISTOIRE
DE
L'OBSERVATOIRE DE PARIS
DE SA FONDATION A 1793,**

Par C. WOLF,
Membre de l'Institut, Astronome honoraire de l'Observatoire.

Un volume gr. in-8 de xii-392 pages, avec 16 planches; 1902. 15 fr.

TIR DES FUSILS DE CHASSE

Par JOURNÉE,
Lieutenant-Colonel au 69^e régiment d'Infanterie.

DEUXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFOUNDUE.

Un beau volume gr. in-8 de vi-387 pages, avec 147 fig.; 1902.. 12 fr.

COURS DE MÉCANIQUE

**A L'USAGE DES CANDIDATS
A L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES,**

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

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

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

LEÇONS SUR L'ÉLECTRICITÉ

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

Par **Eric GÉRARD**,
Directeur de cet Institut.

6^e ÉDITION, DEUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT.

- TOME I : *Théorie de l'Électricité et du Magnétisme. Électrométrie. Théorie et construction des générateurs et des transformateurs électriques*; avec 388 figures; 1900..... 12 fr.
- TOME II : *Canalisation et distribution de l'énergie électrique. Applications de l'Électricité à la téléphonie, à la télégraphie, à la production et à la transmission de la puissance motrice, à la traction, à l'éclairage, à la métallurgie et à la chimie industrielle*; avec 387 figures; 1900..... 12 fr.

TRACTION ÉLECTRIQUE,

Par **Eric GÉRARD**,
(Extrait des *Leçons sur l'Électricité* du même Auteur.)

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

MESURES ÉLECTRIQUES,

Par **Eric GÉRARD**,

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

LES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES DANS LES GAZ,

Par **J.-J. THOMSON**, D. Sc. F. R. S.

OUVRAGE TRADUIT DE L'ANGLAIS, AVEC DES NOTES; PAR **LOUIS BARBILLION**,
ET UNE PRÉFACE DE **CH.-ED. GUILLAUME**.

Volume in-8 de xiv-172 pages, avec 41 figures; 1900..... 5 fr.

TRAITÉ DE MAGNÉTISME TERRESTRE,

Par **E. MASCART**,
Membre de l'Institut.

Volume grand in-8 de vi-441 pages, avec 94 figures; 1900..... 15 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

COURS DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

TRAITÉ D'ANALYSE

Par Émile PICARD,

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

TOME I : Intégrales simples et multiples. — L'équation de Laplace et ses applications. Développement en séries. — Applications géométriques du Calcul infinitésimal. 2^e édition, revue et corrigée; 1901..... 16 fr.

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

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

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

LEÇONS

SUR LA THÉORIE DES FONCTIONS

Par Émile BOREL,

Maître de Conférences à l'École Normale supérieure.

TOME I : *Exposé de la théorie des ensembles et applications*; 1898... 3 fr. 50 c.

TOME II : *Leçons sur les fonctions entières*; 1900..... 3 fr. 50 c.

TOME III : *Leçons sur les séries divergentes*; 1901..... 4 fr. 50 c.

TOME IV : *Leçons sur les séries à termes positifs*; 1902..... 3 fr. 50 c.

COURS D'ANALYSE MATHÉMATIQUE

Par E. GOURSAT,

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

TOME I : *Dérivées et différentielles. Intégrales définies. Développements en séries. Applications géométriques.* Grand in-8. Un fascicule (368 pages) est paru. Prix du volume complet pour les souscripteurs..... 17 fr.

LE SYSTÈME MÉTRIQUE

DES POIDS ET MESURES

SON ÉTABLISSEMENT ET SA PROPAGATION GRADUELLE

Par G. BIGOURDAN,

Astronome titulaire à l'Observatoire de Paris.

Petit in-8 en caractères elzéviens, titre en 2 couleurs, 17 figures et 10 planches ou portraits; 1901..... 10 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE

NOUVELLES TABLES DE LOGARITHMES A CINQ DÉCIMALES

POUR LES LIGNES TRIGONOMÉTRIQUES
DANS LES DEUX SYSTÈMES DE LA DIVISION **CENTÉSIMALE**
ET DE LA DIVISION **SEXAGÉSIMALE** DU QUADRANT
ET POUR LES NOMBRES 1 A 12000.

*Édition spéciale à l'usage des Candidats aux Écoles Polytechnique
et de Saint-Cyr.*

UN VOLUME GRAND IN-8; 1901. CARTONNÉ..... 3 FR.

LEÇONS SUR LA THÉORIE DES GAZ

Par **L. BOLTZMANN**,

Professeur à l'Université de Leipzig.

TRADUITES PAR A. GALLOTTI, ancien Élève de l'École Normale;
AVEC UNE *Introduction* ET DES *Notes*

PAR M. BRILLOUIN, Professeur au Collège de France.

1^{re} PARTIE. GRAND IN-8 DE XIX-204 PAGES AVEC FIGURES; 1902. 8 fr.

LA CONVENTION DU MÈTRE

ET LE BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Par **Ch.-Ed. GUILLAUME**,

Directeur adjoint du Bureau International des Poids et Mesures.

UN VOLUME IN-4, AVEC NOMBREUSES FIGURES; 1901... 7 FR. 50 C.

LEÇONS SUR LES MOTEURS A GAZ ET A PÉTROLE,

FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BORDEAUX,

Par **L. MARCHIS**,

Professeur adjoint de Physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

UN VOLUME IN-16 DE L-173 PAGES AVEC 19 FIGURES; 1901. 2 FR. 75 C.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

TRAVAUX
DU
CONGRÈS DE PHYSIQUE

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

Rassemblés et publiés par

Ch.-Éd. GUILLAUME et L. POINCARÉ,
Secrétaires généraux du Congrès.

QUATRE VOLUMES GRAND IN-8, AVEC FIGURES.

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

On vend séparément :

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

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

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

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

LEÇONS ÉLÉMENTAIRES

D'ACOUSTIQUE ET D'OPTIQUE

A L'USAGE DES CANDIDATS AU CERTIFICAT D'ÉTUDES PHYSIQUES,
CHIMIQUES ET NATURELLES (P. C. N.),

Par **Ch. FABRY,**

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Un volume in-8, avec 205 figures; 1898..... 7 fr. 50 c.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

DE

MÉTÉOROLOGIE

Par **Alfred ANGOT,**

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

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

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

LEÇONS SUR LA THÉORIE DES FORMES

ET LA GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE SUPÉRIEURE,

à l'usage des Étudiants des Facultés des Sciences,

Par **H. ANDOYER**,

Maître de Conférences à l'École Normale supérieure.

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

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

COURS D'ÉLECTRICITÉ

Par **H. PELLAT**,

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

3 volumes grand in-8, se vendant séparément :

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

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

ESSAI SUR LES FONDEMENTS DE LA GÉOMÉTRIE

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

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

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

GUIDE PRATIQUE

POUR LES

CALCULS DE RÉSISTANCE

DES

CHAUDIÈRES A VAPEUR ET L'ESSAI DES MATÉRIAUX EMPLOYÉS,

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

TRADUIT SUR LA 7^e ÉDITION ALLEMANDE,

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

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

Avec la collaboration de **H. WALTHER MEUNIER**, Ingénieur E. C. P.,
Ingénieur en chef de l'Association alsacienne des Propriétaires d'appareils à vapeur.
Un volume in-12 raisin, avec 10 figures; 1901..... 2 fr. 75 c.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

COURS DE PHYSIQUE MATHÉMATIQUE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES.

THÉORIE ANALYTIQUE DE LA CHALEUR

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

Par J. BOUSSINESQ,

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

Deux volumes grand in-8 se vendant séparément :

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

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

LES CARBURES D'HYDROGÈNE (1851-1901)

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

Par M. BERTHELOT,

Sénateur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

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

TOME I : *L'Acétylène : synthèse totale des carbures d'hydrogène.* Volume de x-414 pages. — TOME II : *Les Carbures pyrogénés. — Séries diverses.* Volume de iv-558 pages. — TOME III : *Combinaison des carbures d'hydrogène avec l'hydrogène, l'oxygène, les éléments de l'eau.* Vol. de iv-459 pages.

GUSTAVE ROBIN,

Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Paris.

ŒUVRES SCIENTIFIQUES

réunies et publiées sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique,

Par Louis RAFFY,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris.

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

MATHÉMATIQUES : *Nouvelle théorie des fonctions exclusivement fondée sur l'idée de nombre.* Un volume grand in-8..... (Sous presse.)

PHYSIQUE : Un volume grand in-8, en deux fascicules :

Physique mathématique. Grand in-8; 1899..... 5 fr.

Thermodynamique générale. Grand in-8; 1901..... 9 fr.

CHIMIE : *Leçons de Chimie physique, professées à la Faculté des Sciences de Paris.* Un volume in-8..... (En préparation.)

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

COURS DE PHYSIQUE

DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Par J. JAMIN et E. BOUTY.

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

TOME I. — 9 fr.

- 1^{er} fascicule. — *Instruments de mesure. Hydrostatique*; avec 150 figures et 1 planche..... 5 fr.
2^e fascicule. — *Physique moléculaire*; avec 93 figures..... 4 fr.

TOME II. — CHALEUR. — 15 fr.

- 1^{er} fascicule. — *Thermométrie, Dilatations*; avec 98 figures. 5 fr.
2^e fascicule. — *Calorimétrie*; avec 48 fig. et 2 planches..... 5 fr.
3^e fascicule. — *Thermodynamique. Propagation de la chaleur*; avec 47 figures..... 5 fr.

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

- 1^{er} fascicule. — *Acoustique*; avec 123 figures..... 4 fr.
2^e fascicule. — *Optique géométrique*; 139 fig. et 3 planches. 4 fr.
3^e fascicule. — *Etude des radiations lumineuses, chimiques et calorifiques; Optique physique*; avec 249 fig. et 5 planches, dont 2 planches de spectres en couleur..... 14 fr.

TOME IV (1^{re} Partie). — ÉLECTRICITÉ STATIQUE ET DYNAMIQUE. — 13 fr.

- 1^{er} fascicule. — *Gravitation universelle. Électricité statique*; avec 155 figures et 1 planche..... 7 fr.
2^e fascicule. — *La pile. Phénomènes électrothermiques et électrochimiques*; avec 161 figures et 1 planche..... 6 fr.

TOME IV (2^e Partie). — MAGNÉTISME; APPLICATIONS. — 13 fr.

- 3^e fascicule. — *Les aimants. Magnétisme. Électromagnétisme. Induction*; avec 240 figures..... 8 fr.
4^e fascicule. — *Météorologie électrique; applications de l'électricité. Théories générales*; avec 84 figures et 1 planche..... 5 fr.

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

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

- 1^{er} SUPPLÉMENT. — *Chaleur. Acoustique. Optique*, par E. BOUTY, Professeur à la Faculté des Sciences. In-8, avec 41 fig.; 1896. 3 fr. 50 c.
2^e SUPPLÉMENT. — *Électricité. Ondes hertziennes. Rayons X*; par E. BOUTY. In-8, avec 48 figures et 2 planches; 1899. 3 fr. 50 c.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

ENCYCLOPÉDIE DES TRAVAUX PUBLICS

ET ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE.

TRAITÉ DES MACHINES A VAPEUR

RÉDIGÉ CONFORMÉMENT AU PROGRAMME DU COURS DE L'ÉCOLE CENTRALE

PAR

ALHEILIG,

Ingénieur de la Marine.

Gamille ROCHE,

Ancien Ingénieur de la Marine.

DEUX BEAUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT (E. I.) :

TOME I : avec 412 figures ; 1895 20 fr.

TOME II : avec 284 figures ; 1895 18 fr.

CHEMINS DE FER

MATÉRIEL ROULANT. RÉSISTANCE DES TRAINS. TRACTION.

PAR

E. DEHARME,

Ing^r principal à la Compagnie du Midi.

A. PULIN,

Ing^r Insp^r p¹ aux chemins de fer du Nord.

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

CHEMINS DE FER.

ÉTUDE DE LA LOCOMOTIVE. — LA CHAUDIÈRE.

PAR

E. DEHARME,

Ing^r principal à la Compagnie du Midi.

A. PULIN,

Ing^r Insp^r p¹ aux chemins de fer du Nord.

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

TRAITÉ PRATIQUE

DES

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL

ET DES

TRAMWAYS

Par **Pierre GUÉDON,**

Ingénieur, Chef de traction à la C^{ie} générale des Omnibus de Paris.

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

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

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

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

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

COURS DE CHEMINS DE FER

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES,

Par **C. BRICKA**,

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

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

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

COUVERTURE DES ÉDIFICES

ARDOISES, TUILES, MÉTAUX, MATIÈRES DIVERSES,

Par **J. DENFER**,

Architecte, Professeur à l'École Centrale.

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

CHARPENTERIE MÉTALLIQUE

MENUISERIE EN FER ET SERRURERIE,

Par **J. DENFER**,

Architecte, Professeur à l'École Centrale.

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

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

ÉLÉMENTS ET ORGANES DES MACHINES

Par **Al. GOUILLY**,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

GRAND IN-8 DE 406 PAGES, AVEC 710 FIG.; 1894 (E. I.).... 12 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

VERRE ET VERRÈRE

PAR

Léon APPERT et Jules HENRIVAUX, Ingénieurs.

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

BLANCHIMENT ET APPRÊTS TEINTURE ET IMPRESSION

PAR

Ch.-Er. GUIGNET,

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

F. DOMMER,

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

E. GRANDMOUGIN,

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

UN VOLUME GRAND IN-8 DE 674 PAGES, AVEC 368 FIGURES ET ÉCHAN-
TILLONS DE TISSUS IMPRIMÉS; 1895 (E. I.)..... 30 FR.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

ET

ÉLÉMENTS DE LA THÉORIE MATHÉMATIQUE DE L'ÉLASTICITÉ

Par **Aug. FÖPPL,**

Professeur à l'Université technique de Munich.

TRADUIT DE L'ALLEMAND PAR **E. HAHN,**

Ingénieur diplômé de l'École Polytechnique de Zurich.

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

CONSTRUCTION PRATIQUE des NAVIRES de GUERRE

Par **A. CRONEAU,**

Ingénieur de la Marine,

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

DEUX VOLUMES GRAND IN-8 ET ATLAS; 1894 (E. I.) :

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

TOME II : avec 359 fig.; 1894..... 15 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

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

FORMULES, BARÈMES ET TABLEAUX

Par Ernest HENRY,

Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

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

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

CHEMINS DE FER.

EXPLOITATION TECHNIQUE

PAR MM.

SCHÖELLER,

Chef adjoint des Services commerciaux
à la Compagnie du Nord.

FLEURQUIN,

Inspecteur des Services commerciaux
à la même Compagnie.

UN VOLUME GRAND IN-8, AVEC FIGURES: 1904 (E. I.)..... 12 FR.

TRAITÉ DES INDUSTRIES CÉRAMIQUES

TERRES CUITES.

PRODUITS RÉFRACTAIRES. FAÏENCES. GRÈS. PORCELAINES.

Par E. BOURRY,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

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

RÉSUMÉ DU COURS

DE

MACHINES A VAPEUR ET LOCOMOTIVES

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES,

Par J. HIRSCH,

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

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

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

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

Par Henri DE LAPPARENT,

Inspecteur général de l'Agriculture.

INFLUENCE DES CÉPAGES, DES CLIMATS, DES SOLS, ETC., SUR LA QUALITÉ DU VIN, VINIFICATION, CUVERIE ET CHAIS, LE VIN APRÈS LE DÉCUVAGE, ÉCONOMIE, LÉGISLATION.

GR. IN-8 DE XII-533 P., AVEC 411 FIG. ET 28 CARTES; 1895 (E.I.) 12 FR.

TRAITÉ DE CHIMIE ORGANIQUE APPLIQUÉE

Par A. JOANNIS,

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux,
Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8; 1896 (E. I.).

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

MANUEL DE DROIT ADMINISTRATIF

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES CHEMINS VICINAUX,

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

DEUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT (E. T. P.).

TOME I; 1889; 20 fr. — TOME II: 1^{re} partie; 1893; 10 fr. 2^e partie; 1898; 10 fr.

MACHINES FRIGORIFIQUES

PRODUCTION ET APPLICATIONS DU FROID ARTIFICIEL,

Par H. LORENZ,

Ingénieur, Professeur à l'Université de Halle.

TRADUIT DE L'ALLEMAND AVEC L'AUTORISATION DE L'AUTEUR, PAR

P. PETIT,

Prof^r à la Faculté des Sciences de Nancy,
Directeur de l'École de Brasserie.

J. JAQUET,

Ingénieur civil.

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

COURS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE

ET DE GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE,

Par Maurice D'OCAGNE,

Ingr et Prof^r à l'École des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'École Polytechnique.

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

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

LES ASSOCIATIONS OUVRIÈRES
ET LES ASSOCIATIONS PATRONALES,

Par P. HUBERT-VALLEROUX,

Avocat à la Cour de Paris, Docteur en Droit.

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

TRAITÉ DES FOURS A GAZ
A CHALEUR RÉGÉNÉRÉE.

DÉTERMINATION DE LEURS DIMENSIONS.

Par Friedrich TOLDT,

Ingénieur, Professeur à l'Académie impériale des Mines de Leoben.

TRADUIT DE L'ALLEMAND SUR LA 2^e ÉDITION REVUE ET DÉVELOPPÉE PAR L'AUTEUR,

Par F. DOMMER,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

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

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

ANALYSE INFINITÉSIMALE
A L'USAGE DES INGÉNIEURS,

Par E. ROUCHÉ et L. LÉVY,

2 VOLUMES GRAND IN-8, AVEC FIGURES (E. T. P.) :

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

TOME II : *Calcul intégral*..... (Sous presse.)

COURS D'ÉCONOMIE POLITIQUE
PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES,

Par C. COLSON,

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Conseiller d'État.

TROIS BEAUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT (E. T. P.) :

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

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

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE

La Bibliothèque photographique se compose de plus de 200 volumes et embrasse l'ensemble de la Photographie considérée au point de vue de la Science, de l'Art et des applications pratiques.

A côté d'Ouvrages d'une certaine étendue, comme le *Traité* de M. Davanne, le *Traité encyclopédique* de M. Fabre, le *Dictionnaire de Chimie photographique* de M. Fournier, la *Photographie médicale* de M. Londe, etc., elle comprend une série de monographies nécessaires à celui qui veut étudier à fond un procédé et apprendre les tours de main indispensables pour le mettre en pratique. Elle s'adresse donc aussi bien à l'amateur qu'au professionnel, au savant qu'au praticien.

A B C DE LA PHOTOGRAPHIE MODERNE,

Par W.-K. BURTON.

5^e édition. Traduction sur la 12^e édition anglaise, par G. HUBERSON.

In-18 jésus, avec figures; 1901..... 3 fr.

LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS,

PAR LA MÉTHODE INTERFÉRENTIELLE DE M. LIPPMANN,

Par A. BERGET.

2^e édition, entièrement refondue. In-18 jésus, avec fig.; 1901... 1 fr. 75 c.

FABRICATION DES PLAQUES AU GÉLATINOBROMURE,

Par BURTON. — Traduction par HUBERSON.

In-18 jésus, avec figures; 1901..... 0 fr. 50 c.

REPRODUCTION DES GRAVURES, DESSINS, PLANS, MANUSCRITS,

Par A. COURRÈGES, Praticien.

In-18 jésus, avec figures; 1900..... 2 fr.

LA PHOTOGRAPHIE. TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE,

Par A. DAVANNE.

2 beaux volumes grand in-8, avec 234 fig. et 4 planches spécimens... 32 fr.
Chaque volume se vend séparément..... 16 fr.

LES AGRANDISSEMENTS PHOTOGRAPHIQUES,

Par A. COURRÈGES, Praticien.

In-18 jésus, avec 12 figures; 1901..... 2 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE DE PHOTOGRAPHIE,

Par C. FARRE, Docteur ès Sciences.

4 beaux vol. grand in-8, avec 724 figures et 2 planches; 1889-1891... **48 fr.**

Chaque volume se vend séparément **14 fr.**

Des suppléments destinés à exposer les progrès accomplis viennent compléter ce Traité et le maintenir au courant des dernières découvertes.

1^{er} Supplément (A). Un beau vol. gr. in-8 de 400 p. avec 176 fig.; 1892. **14 fr.**

2^e Supplément (B). Un beau vol. gr. in-8 de 424 p. avec 221 fig.; 1897. **14 fr.**

Les 6 volumes se vendent ensemble..... **72 fr.**

LA PHOTOGRAPHIE D'ART

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900.

Par C. KLARY.

Grand in-8 de 88 pages, avec nombreuses illustrations et planches; 1901..... **6 fr. 50 c.**

MANUEL DU PHOTOGRAPHE AMATEUR,

Par F. PANAJOU,

Chef du Service photographique à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

3^e ÉDITION COMPLÈTEMENT REFONDUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE.

Petit in-8, avec 63 figures; 1899..... **2 fr. 75 c.**

LA PHOTOGRAPHIE ANIMÉE,

Par E. TRUTAT.

Avec une Préface de M. MAREY.

Un volume grand in-8, avec 146 figures et 1 planche; 1899..... **5 fr.**

ESTHÉTIQUE DE LA PHOTOGRAPHIE,

Un volume de grand luxe in-4 raisin, avec 14 planches et 150 figures. **16 fr.**

**TRAITÉ PRATIQUE
DES AGRANDISSEMENTS PHOTOGRAPHIQUES
A L'USAGE DES AMATEURS,**

Par E. TRUTAT.

2^e édition, revue et augmentée. 2 vol. in-18 Jésus..... **5 fr.**

On vend séparément :

I^{re} PARTIE : *Obtention des petits clichés*, avec 81 figures; 1900.... **2 fr. 75 c.**

II^e PARTIE : *Aggrandissements*, avec 60 figures; 1897..... **2 fr. 75 c.**

**TRAITÉ PRATIQUE
DE PHOTOGRAVURE EN RELIEF ET EN CREUX,**

Par Léon VIDAL.

In-18 Jésus de 445 p. avec 65 figures et 6 planches; 1900 **6 fr. 50 c.**

1873. ~~Paris~~, Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.