

G. Pellerin

*Guide Pratique
de
l'Expert Chimiste
en
Dentées Alimentaires*

GUIDE PRATIQUE

DE

L'Expert-Chimiste en Denrées alimentaires.

Guide Pratique

DE

L'EXPERT-CHIMISTE

En Denrées Alimentaires

PAR

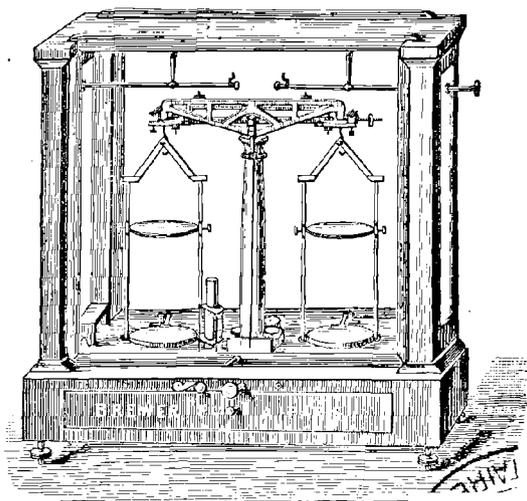
G. PELLERIN

Pharmacien Major de l'Armée

*Chef du Laboratoire de Chimie pure et appliquée à l'Institut de Recherches
Scientifiques et Industrielles de Malzéville*

Préface de M. le Professeur E. JACQUEMIN

*Directeur honoraire de l'Ecole supérieure de Pharmacie de Nancy
Membre associé national de l'Académie de Médecine
Docteur es-sciences physiques*



MALZÉVILLE (M.-&-M.)

**A L'INSTITUT DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES
(FONDATION G. JACQUEMIN)**

1906

Tous droits de traduction et de reproduction réservés.

PRÉFACE

La Chimie a ceci de remarquable que, science relativement nouvelle, elle ne semble pas se rapprocher de son terme ; elle est toujours en évolution, modifiant ses méthodes, élargissant son domaine et imprimant à chacune de ses découvertes ses empreintes particulières : la justesse et la précision. Se présentant à l'Etude sous ses aspects divers, elle offre les avantages de la variété, qui la rend plus attrayante, de l'imprévu qui la rend plus passionnante, de l'exactitude enfin qui en fait la science de l'univers dominant le monde en lui imposant ses lois.

Nous ne sommes plus aux temps où l'on ne voyait dans les doctrines chimiques qu'un amas de contradictions et de bizarreries ; des savants dont les découvertes impérissables sont venues mettre l'ordre dans ce chaos de l'origine, n'ont pas fait autre chose, et c'est là leur gloire, que d'apporter leur pierre à l'édifice commun de cette science qui forme aujourd'hui le tout le plus parfait dont chaque pierre ne se suffit pas à elle-même, mais suffit à soutenir l'édifice tout entier.

Considérons par exemple l'une des branches les plus importantes de l'Analyse Chimique minérale, la *Docimasié* ou *Essai des Minerais* ; on peut distinguer dans son évolution trois périodes successives et bien caractérisées :

La *Période Antique* qui s'étend des temps préhistoriques à la fin du Moyen-Age. Dans cette période, la Docimasie est basée sur les procédés métallurgiques primitifs, elle calque ses dosages sur les moyens d'extraction des métaux : fusion au grand feu avec des fondants bien choisis : c'est l'époque de la *voie sèche*.

La *Période Moderne* ou de transition, qui va de la Renaissance jusqu'à Lavoisier. Elle est caractérisée par le commencement de l'emploi des réactifs liquides énergiques pour l'attaque des minerais et l'affinage des métaux impurs par voie humide, concurremment avec la voie sèche ; elle constitue l'époque de la *voie mixte*.

La *Période Contemporaine* qui comprend les temps écoulés de Lavoisier jusqu'à nos jours ; elle est caractérisée par les essais par voie humide, essais qui n'ont plus rien de commun avec les traitements métallurgiques, mais qui témoignent des nombreux perfectionnements dérivant de l'action mutuelle des sels en dissolution.

A cette dernière période appartient l'ouvrage que l'on me fait l'honneur de présenter au monde savant des chimistes : *Le Guide pratique de l'Expert-Chimiste en Denrées alimentaires*. C'est le livre contemporain par excellence, utile s'il en fut à l'époque où l'hygiène nous met chaque jour en garde contre notre ennemi mortel, la misère physiologique, amenée par une alimentation défectueuse et les pratiques néfastes de certains industriels qui ne rougissent pas de mettre la science au service de la falsification. C'est, qu'en effet, la Chimie est sous ce rapport, — qu'on nous permette cette comparaison — comme un sabre, qui peut à la fois défendre et combattre ses institutions ; mais la Chimie a, elle, pour avantage que, si elle fait des plaies, elle fournit les moyens de les guérir par les méthodes précises qu'elle met à la disposition

de ses chimistes, qui, s'ils ne voient pas toujours leurs efforts couronnés de succès, contribuent puissamment au moins à punir le vice.

Témoins, en effet, d'une évolution assez singulière et malheureusement trop curieuse, nous assistons comme spectateurs intéressés, à une lutte qui se poursuit entre la chimie synthétique et la chimie analytique. Depuis longtemps déjà, guidés par le seul instinct de la falsification, les sophistiquateurs savaient très bien cacher avec quelques drogues les défauts des boissons naturelles par exemple ; mais ce n'est que depuis peu de temps que leurs successeurs ont appris la Chimie et se sont mis à corriger scientifiquement les défauts de ces boissons et cela pour leur plus grand avantage, mais aussi au détriment des consommateurs ; ils n'ont eu pour cela qu'à puiser dans l'arsenal des composés de toutes sortes que la Chimie Moderne a mis au jour. Ce qui est vrai des boissons naturelles, l'est aussi de toutes les denrées alimentaires.

En présence de cette véritable invasion de procédés peu scrupuleux, la tâche des Experts-Chimistes devenait de plus en plus délicate et ardue ; mais eux aussi se sont mis à l'œuvre et ils sont parvenus à dévoiler les tours de mains à la mode chez les falsificateurs et à faire condamner leurs auteurs ébahis.

Aussi importe-t-il de vulgariser cette chimie des falsifications, laquelle plus qu'aucun autre art a besoin de se perfectionner sans cesse, et c'est dans ce but que ce guide pratique de l'expert-chimiste en denrées alimentaires a été écrit.

Ce *Guide Pratique* est vraiment à la hauteur de la science ; sa lecture m'a causé un tel plaisir et inspiré une telle confiance que je n'hésite pas à dire à mes collègues les Pharmaciens et à tous les Chimistes : « C'est un livre qui doit faire partie de votre bibliothèque, car il renferme des documents précieux

sur toutes les denrées alimentaires et ne fournit que des méthodes éprouvées et consacrées par l'usage. »

Je n'aurais pour vous convaincre qu'à vous en présenter l'auteur, Monsieur Pellerin, chef du Laboratoire de Chimie à l'Institut de Recherches de Malzéville ; je me bornerai à vous dire qu'il est issu de cette belle pléiade de savants dont le savoir égale la modestie : les Pharmaciens militaires. Ils n'ont, ceux là, comme récompense de leurs efforts, que la satisfaction du devoir accompli, toujours et partout. Mais leur passé et leurs œuvres répondent d'eux et il me suffirait de citer les noms des Parmentier, des Millon, des Poggiale, des Coulier, des Marty, des Balland — j'en passe et non des moindres — pour évoquer chez tous les chimistes quelques-unes des plus belles figures de la Chimie française.

Pour nous, qui les avons vus à l'œuvre, alors que notre belle Ecole de Strasbourg était encore française, qui avons guidé les premiers pas de ceux qui sont aujourd'hui à la tête de la Pharmacie militaire, nous souhaitons de tout cœur pour leur jeune camarade qui a écrit ce livre, le succès qu'il mérite : Son livre est un travail complet, sérieux, à la hauteur de la science moderne ; en un mot c'est le travail d'un Pharmacien militaire français, c'est le plus bel éloge que j'en puisse faire.

Professeur E. JACQUEMIN.

Avant=Propos

Le livre que nous présentons aux Pharmaciens et aux Chimistes, n'est pas un traité de chimie analytique et moins encore un Manuel, c'est un résumé technique, dans lequel nous avons cherché à exposer aussi clairement et aussi succinctement que possible les méthodes les plus pratiques et en même temps que les plus exactes permettant, à tous ceux qui sont appelés à donner leur avis sur la valeur d'une denrée alimentaire, de se prononcer en toute sécurité, après en avoir établi les constantes physiques et chimiques par une analyse rationnellement conduite.

Nous nous sommes inspiré, pour mettre ce travail au point, des conseils de bon nombre de nos confrères qui désiraient, pour leurs recherches de Laboratoires, un guide pratique, c'est-à-dire un livre ne donnant que des procédés exacts, succinctement exposés et ne nécessitant, autant que possible, que des appareils peu dispendieux ou facile à monter dans un laboratoire où, comme dans celui du Pharmacien, on doit procéder à des analyses les plus diverses et ne pas s'entourer d'un matériel spécial à chaque branche de l'analyse chimique.

Mais pour les Pharmaciens de Laboratoires, pour les Chimistes d'Industrie nous avons complété notre cadre par l'exposé de procédés nouveaux, comme la *Réfractométrie* appliquée au dosage du beurre dans le lait, à l'essai des huiles et des corps gras, la *Viscosimétrie* et la *Cryoscopie* appliquées aux analyses de lait, procédés dont les indications restent encore à préciser, mais dont les principes essentiels, brièvement exposés, permettront aux chimistes de connaître, d'approfondir et de modifier ces procédés qui, entrés récem-

ment dans la pratique, constitueront vraisemblablement un jour des moyens sûrs et infaillibles d'appréciation de certaines substances alimentaires.

C'est après de longues recherches bibliographiques que nous avons été à même d'indiquer les procédés généralement employés dans les laboratoires de recherches des altérations et falsifications des matières alimentaires ; sous ce rapport notre travail pourra rendre quelques services aux Pharmaciens et Chimistes auxquels les exigences de la profession ne laissent pas toujours le loisir de se livrer à des recherches longues et fastidieuses, dans les nombreuses publications scientifiques.

Le plan de l'ouvrage est celui généralement admis par les auteurs qui nous ont précédé en la matière.

Un chapitre spécial pour l'Eau potable nous a paru indispensable au début des denrées alimentaires ; car bien que ce ne soit pas, à proprement parler, une denrée alimentaire, son rôle dans l'alimentation est trop important, pour passer son analyse chimique sous silence ; aussi avons nous donné un exemple de groupement hypothétique des éléments minéraux permettant, après avoir examiné l'Eau au point de vue hygiénique, de se prononcer sur sa composition minérale ; les calculs que nous donnons permettront en outre de mener à bien l'analyse d'une Eau minérale.

L'analyse des Eaux-de-vie, généralement exposée avec des détails trop spéciaux, a été simplifiée de façon à n'exiger l'emploi d'aucun appareil spécial après avoir dilué convenablement les liquides par les données du professeur Blarez, et à se prononcer sur la qualité de ces liquides, d'après les coefficients d'impuretés généralement admis ; enfin, l'analyse des Rhum, Kirsch, Absinthe et Liqueur de Table a été schématisée et réduite au strict nécessaire, mais complétée par un exemple numérique de dosage des Sucres contenu dans ces substances. Ce chapitre eut été incomplet sans l'exposé de l'alcoométrie, chapitre dans lequel nous avons réuni un grand nombre de tableaux de transformation et rapproché des indications de notre alcoomètre légal celles de tous les alcoètres utilisés dans les divers pays d'Europe. Pour le Pharmacien nous avons exposé tous les problèmes de mouillage, de réduction, de remontage et de coupage des liquides alcooliques.

Les Boissons fermentées comprennent le vin, la bière et le cidre, mais nous avons cru bon de compléter les indications ordinaires par celles relatives aux vins de luxe et vins mousseux, car ce sont des indications assez éparées que seuls les Pharmaciens ou les Chimistes des régions vinicoles ont pu collationner, mais qui n'en sont pas moins d'un intérêt général.

Le chapitre de la Saccharimétrie a été l'objet de nos plus grands soins ; la question de saccharimétrie optique surtout a été exposée à fond aussi bien au point de vue théorique que pratique. L'étude et la manipulation des divers saccharimètre, polarimètre, la lecture et la transformation des indications des diverses échelles françaises ou étrangères, etc., les dosages de mélanges de sucres sont autant de difficultés pour le chimiste qui ne s'est pas spécialisé dans l'étude particulière des sucres. De nombreuses tables, puisées aux meilleures sources, permettent de tirer sans calculs les poids des différents sucres que l'on peut avoir à doser.

Enfin ce chapitre a été complété par celui de la Saccharométrie, qui fournira aux pharmaciens un grand nombre de données sur la concentration, la dilution des Sirops.

Les Matières grasses ont été étudiées avec tous les détails nécessaires pour mener à bien leur analyse, qui, comme on sait, est fort délicate ; nous avons insisté tout particulièrement sur le réfractomètre d'Abbe Zeiss, dont l'emploi nous donne presque journellement les résultats les plus pratiques.

Quant aux farines, nous les avons longuement étudiées au point de vue de leur valeur boulangère et de leur examen microscopique ; à ce sujet, nous devons remercier ici notre camarade R. Pique, qui a dessiné les planches nécessaires à l'interprétation de cet examen.

Nous avons cru nécessaire enfin d'étudier un certain nombre de matières spéciales, aujourd'hui abondamment répandues dans le commerce : telles sont les diverses préparations de cacao (poudre, pâte de cacao, cacao soluble, beurre de cacao), les diverses préparations de viande, en nous plaçant, pour ces dernières, au point de vue exclusivement chimique, laissant à d'autres spécialistes, plus qualifiés que nous, le soin d'apprécier les viandes fraîches de boucherie par leurs caractères organoleptiques et microscopiques.

Le dernier chapitre a pour titre « Documents Physico-chimiques » ; nous y avons réuni tous les éléments dont le chimiste peut avoir besoin journallement. Les pesées, la prise de densité, des exemples numérique nombreux pour le calcul des analyses pondérales, la préparation et le titrage, les solutions titrées, le jaugeage des vases gradués, etc., etc., en un mot, nous avons voulu réunir là un grand nombre de Documents que l'on trouve épars dans de nombreux ouvrages, mais nous les avons ordonnés de façon à éviter les recherches et à mettre entre les mains du chimiste un véritable vademecum.

Tel qu'il est, ce livre présente évidemment des lacunes ; nous l'avons écrit simplement, évitant de sacrifier le fond à la forme et dans l'espoir qu'il pourra rendre quelques services à tous ceux que la question des altérations et falsifications des denrées alimentaires intéresse.

Qu'il nous soit permis de remercier ici M. le PROFESSEUR JACQUEMIN de la marque de haute estime qu'il nous a témoignée en nous offrant de présenter notre travail à nos confrères et aux chimistes industriels, et qui, en termes si heureux, a su rendre justice à nos camarades militaires.

Qu'il nous permette de lui offrir l'hommage de notre vive gratitude.

Que M. G. Jacquemin veuille bien accepter ici l'hommage de notre respectueuse sympathie ; pendant toute la durée de nos travaux, il n'a cessé de nous donner des preuves de sa bienveillance ; nous lui adressons nos remerciements sincères.

G. PELLERIN.

Malzéville, le 1^{er} novembre 1905.



GUIDE DE L'EXPERT CHIMISTE

EN DENRÉES ALIMENTAIRES

I

Eaux Potables.

Il faut 5 litres d'eau pour une analyse complète ; 2 litres pour une analyse sommaire.

Prélèvement de l'échantillon d'eau à analyser.

Pour faire un prélèvement, se servir exclusivement de bouteilles neuves en verre (à l'exclusion de toute bouteille en grès), bouchées avec des bouchons en liège neufs et préalablement bouillis à l'eau, enfin lavés avec l'eau destinée à l'analyse.

On réservera pour prélever l'eau destinée au dosage de la matière organique un flacon en verre blanc bouché à l'émeri, lavé au préalable à l'acide sulfurique étendu, puis au permanganate de potasse, enfin rincé à l'eau distillée puis à l'eau à analyser.

Toutes les bouteilles seront avant l'usage lavées à plusieurs reprises avec du sable et de l'eau distillée bouillante, rincées enfin avec de l'eau à analyser.

La manière de faire un prélèvement diffère suivant que l'on doit le pratiquer à une pompe, dans un fleuve, à une source.

Pour prélever l'eau d'une pompe, on fera couler le robinet de la pompe pendant une dizaine de minutes avant de recueillir l'eau dans les bouteilles.

S'il s'agit de prélever l'échantillon dans un réservoir, un fleuve, un étang ou un lac, on plongera directement la bouteille bouchée dans l'eau et on la débouchera lorsqu'on aura atteint le milieu de la masse liquide, on évitera ainsi le prélèvement de l'eau de surface ; on aura soin pendant le prélèvement de ne pas toucher le fond du réservoir.

Dans le cas de l'eau de puits, on la puisera au moyen d'un seau en fer blanc lavé à l'eau bouillante et rincé avec l'eau du puits ; cette eau sera ensuite répartie dans les bouteilles.

A une source, à un fleuve, le prélèvement se fera sans précautions spéciales, il suffira de plonger le goulot de la bouteille au-dessous de la surface.

Noter la température ambiante au moment du prélèvement ainsi que celle de l'eau prélevée.

L'Analyse d'une eau potable comprend :

- 1° La détermination des caractères organoleptiques ;
- 2° L'analyse chimique proprement dite ;
- 3° Les recherches générales ;
- 4° L'examen microscopique.

1° Détermination des caractères organoleptiques.

L'eau, pour être potable, doit être *fraîche* (+ 8° à + 16° centigrades), incolore, *limpide* et transparente, *sans odeur* (lorsqu'on la chauffe vers 50°), *sans saveur salée* (NaCl), *amère* (sels de magnésie), *fade* ou *acide* ou *métallique* (sels de fer) ; elle doit dissoudre le savon sans former de grumeaux et cuire bien les légumes.

Sa réaction doit être *neutre* au tournesol.

2° Analyse chimique.

Elle comprend :

- 1° Les essais préliminaires qualitatifs ;
- 2° Les déterminations hydrotimétriques ;
- 3° L'analyse chimique proprement dite.

I. ESSAIS PRÉLIMINAIRES QUALITATIFS.

1° Apprécier approximativement *a)* la richesse de l'eau en chlorures et sulfates, d'après le trouble ou le précipité que les azotates d'argent et de baryte déterminent dans l'eau acidulée par l'acide azotique ; *b)* la proportion approximative de chaux par l'oxalate d'ammoniaque en solution 1/10°.

2° Différencier les sels de chaux solubles (sulfate, chlorure) du carbonate de chaux dissous à la faveur de Co^2 ; ce dernier sel se précipitera par une ébullition prolongée, et dans la liqueur bouillante filtrée l'oxalate d'ammoniaque déterminera un trouble ou un précipité que l'on comparera avec celui formé dans l'eau non bouillie ;

3° Rechercher H^2S au moyen d'un sel de plomb en solution à 1/10 (précipité noir) ou du nitroprussiate de soude en solution (coloration violette) ;

4° Caractériser la présence de l'ammoniaque par le réactif de Nessler (1).

(1) Préparation du réactif de Nessler.

(Iodure double de potassium et de mercure alcalin.)

Iodure de potassium	20 grammes.
Biodure de mercure.	30
Eau distillée	250
Soude caustique à l'alcool.	50
Eau distillée	150

Pour cela, évaporer 200^{cc} d'eau jusqu'à 20 ou 30^{cc} après addition de deux gouttes SO^4H^2 . Laisser refroidir ; précipiter les oxydes terreux et métalliques par un léger excès de carbonate de soude ; filtrer ou laisser reposer, et dans le liquide clair ajouter 2^{cc} de réactif de Nessler ; il se produit, dans le cas de la présence d'ammoniaque, une coloration ou un précipité jaune, suivant la proportion d'ammoniaque.

5^e A 100^{cc} d'eau ajouter 15 gouttes d'acide sulfurique, porter à l'ébullition et ajouter goutte à goutte une solution de permanganate de potasse (à 3 gr. 95 par litre) jusqu'à coloration rose. L'eau potable ne devra pas exiger plus de 6 à 7 gouttes normales pour se colorer en rose ;

6^e Rechercher les azotites en ajoutant à 100^{cc} d'eau, 1^{cc} de solution de metaphenylène diamine (5 gr. de base + 10^{cc} So^4H^2 normal par litre) et 1^{cc} So^4H^2 étendu de son volume d'eau (coloration brune).

II. DÉTERMINATIONS HYDROTIMÉTRIQUES.

Les déterminations hydrotimétriques permettent de se renseigner sur la *dureté* d'une eau, c'est-à-dire sur la proportion approximative de sels terreux qu'elle contient.

On a donné le nom de *dureté totale* d'une eau, au degré hydrotimétrique de cette eau non bouillie : 1^o hydrotimétrique correspond comme il sera dit plus loin à 0 gr. 010 de carbonate de chaux (Co^2Ca) par litre d'eau.

On nomme *dureté permanente*, le degré hydrotimétrique de l'eau bouillie (c'est-à-dire débarrassée de l'acide carbonique et du carbonate de chaux).

On nomme *dureté temporaire* la différence entre les deux degrés précédents (elle représente $\text{Co}^2 + \text{Co}^2\text{Ca}$).

Principe de la méthode. — Les savons sont des sels alcalins d'acides gras (stearates, oléates, etc.), solubles dans l'eau à laquelle ils communiquent la propriété de mousser par l'agitation. Or, tous les autres sels d'acides gras — autres que les sels alcalins — étant insolubles dans l'eau, lorsqu'on ajoutera une solution d'un sel alcalin soluble à une eau contenant des sels calcaires ou magnésiens, il se formera par double

Introduisez dans un ballon de 300 centimètres cubes l'iodure alcalin, le biiodure de mercure et 50 grammes d'eau environ. Chauffez au bain-marie, jusqu'à dissolution complète ; laissez refroidir. Ajoutez 200 grammes d'eau distillée, agitez, laissez déposer et filtrez dans un vase jaugé d'un demi-litre.

Ajoutez alors la soude dissoute dans 150 grammes d'eau ; amenez la liqueur au volume d'un demi-litre ; mêlez. Laissez en repos pendant 48 heures, décantez et conservez dans des flacons de 125 grammes bien bouchés (bouchons en verre enduits de paraffine).

OBSERVATION. — Au bout d'un certain temps cette liqueur laisse déposer un précipité jaune rougeâtre ou rouge brun ; elle ne doit pas être rejetée pour cela. Il faut avoir soin seulement de ne pas l'agiter au moment d'en faire usage, mais de puiser toujours à l'aide d'une pipette, afin de n'opérer qu'avec un liquide absolument limpide.

(Formulaire pharmaceutique des hôpitaux militaires.)

décomposition des sels terreux d'acides gras, qui sont insolubles; ces derniers se précipiteront et ce n'est que lorsque tous ces sels insolubles seront précipités que les sels solubles communiqueront à l'eau la propriété de mousser par agitation.

Il en résulte une relation entre le volume d'une solution de savon nécessaire pour produire la mousse dans l'eau analysée, et la quantité de sels alcalino-terreux qu'elle contient. On peut donc évaluer *la dureté d'une eau d'après le volume de solution savonneuse nécessaire pour produire la mousse dans cette eau.*

Le volume de solution savonneuse ne se mesure pas en centimètres cubes et on se sert pour faire les déterminations hydrotimétriques d'une burette spéciale, graduée de telle manière que *le trait circulaire marqué 0 au sommet de l'instrument est la limite que la liqueur savonneuse y doit atteindre pour que la burette soit chargée.* L'espace compris entre le trait circulaire et le 0 contient, le volume de solution de savon nécessaire pour produire la mousse avec de l'eau distillée.

La graduation de la burette est faite de telle manière qu'une *capacité de 2^{cc}4 prise à partir du 0 se trouve divisée en 23 parties égales.*

Chaque division à partir du 0 est un degré hydrotimétrique.

Enfin, la composition de la liqueur de savon est calculée de manière que chaque degré représente 0 gr. 10 de savon neutralisé par un litre d'eau analysée, et correspond à 0 gr. 0114 de chlorure de calcium par litre ou à 0 gr. 010 de carbonate de chaux.

Le degré hydrotimétrique d'une eau indique donc immédiatement la proportion de savon, qu'elle décompose par litre, et par suite sa pureté.

Les déterminations hydrotimétriques se font toujours sur le volume invariable de 40^{cc} d'eau.

Préparation de la liqueur de savon, son titrage. — Placer dans un ballon de 1 litre de capacité 25 grammes de savon blanc de Marseille, coupé en morceaux, et 400 grammes d'alcool à 90°, fermer le ballon au moyen d'un bouchon traversé par un long tube effilé à son extrémité supérieure, et taillé en biseau inférieurement.

Chauffer au bain-marie jusqu'à dissolution du savon, ajouter 250^{cc} d'eau distillée, agiter, laisser reposer pendant 2 à 3 jours dans un endroit frais après avoir bouché le ballon.

Filtrer le liquide sur un linge et exprimer le coagulum s'il y en a un (1).

Filtrer de nouveau sur un filtre en papier.

(1) Formule Courtonne :

Huile d'amandes douces ou d'olive.	28 gr.
Lessive de soude D = 1,33	10 cc
Alcool à 90° — 95°	10 cc

Chauffer quelques minutes à l'étuve pour saponifier et compléter le volume de 1 litre avec de l'alcool à 60°.

Titrer ce liquide, comme il est dit plus loin, avec la solution suivante:

Chlorure de calcium pur, calciné et fondu..... 0^{gr}25
Eau distillée q. s. pour 1000^{cc} (1).

40^{cc} de cette solution ($\frac{1}{25}$ me de litre) contiennent 0 gr. 01 CaCl²; d'où il résulte que 22 degrés de la liqueur savonneuse sont neutralisés par 0 gr. 01 de chlorure de calcium, et que 1 degré correspond à $\frac{0 \text{ gr. } 01}{22} = 0 \text{ gr. } 00045$ de ce sel et enfin que chaque degré de la liqueur savonneuse neutralisé par 40^{cc} de solution de CaCl², représente $\frac{0 \text{ gr. } 01 \times 25}{22} = 0 \text{ gr. } 0114$ CaCl² dans un litre de solution.

Pour que la liqueur savonneuse soit exactement titrée, il faut donc, d'après ce qui a été dit plus haut, qu'elle produise une mousse persistante au 22° degré, dans 40^{cc} de solution de CaCl².

Pour titrer la solution savonneuse, introduire dans un flacon de verre blanc, bouché à l'émeri, 40^{cc} de la solution de CaCl², ajouter au moyen de la burette hydrotimétrique la solution de savon (en ayant soin après chaque affusion de boucher le flacon et d'agiter fortement quelques instants). Continuer les additions et agitations jusqu'à ce qu'on obtienne une mousse persistante au moins dix minutes et ayant au moins 1/2 centimètre d'épaisseur.

Lire sur la burette le nombre de divisions employé : si on a 22 divisions de la burette, la solution de savon est exacte.

Si non, on fera le calcul suivant : Supposons qu'on ait trouvé 20° au lieu de 22, on aura (la liqueur étant trop concentrée de 2°),

$$22 - 20 = 2 \times \frac{1}{23} = \frac{2}{23}$$

(1) On peut remplacer cette solution par l'une des suivantes qui lui sont équivalentes :

α	{	Ba cl ² cristallisé	0 gr. 550
		Eau distillée.....	1000cc.
β	{	Azotate de Baryte.....	0 gr. 590
		Eau distillée	1000cc

C'est-à-dire qu'on devra étendre la liqueur d'une nouvelle quantité d'eau, égale à $\frac{1}{23}$ de son poids pour en diminuer la force de 1° (1).

Si la solution de savon est au contraire trop faible, qu'on ait du employer par exemple 24° : on la concentrera par évaporation et on déterminera de nouveau son titre (2).

Détermination du degré hydrotimétrique total. Marche systématique de l'opération. — α) S'assurer par un essai préliminaire que l'eau à examiner n'est pas trop chargée de sels calcaires et magnésiens et l'amener à marquer par dilution environ 30 degrés.

Pour cela, mesurer 25° d'eau, y ajouter 1° de liqueur savonneuse titrée. Si, par agitation, l'eau ne laisse pas paraître de grumeaux dans sa masse et ne prend pas une teinte opaline, on peut faire l'essai direct sans dilution.

Dans le cas contraire, ajouter à l'eau 1, 2, 3 fois son volume d'eau distillée; puis pour ramener les résultats à ce qu'ils seraient si l'eau n'était pas diluée, on comptera après l'opération le double, le triple, le quadruple du degré observé dans l'essai définitif, suivant que l'on a ajouté, 1, 2, 3 volumes d'eau distillée.

Exemple :

Si, à 10° d'eau, on a ajouté 30° d'eau distillée : le degré hydrotimétrique sera multiplié par 4 ;

Si, à 20° d'eau, on a ajouté 20° d'eau distillée : le degré hydrotimétrique sera multiplié par 2 ;

Enfin si, à 5° d'eau, on a ajouté 35° d'eau distillée : le degré hydrotimétrique sera multiplié par 8.

β) S'assurer que l'eau distillée que l'on emploie pour la dilution n'exige pas plus d'une division de liqueur hydrotimétrique pour donner une mousse persistante.

γ) Procéder à l'essai hydrotimétrique de l'eau à analyser. Mesurer 40^{cc} d'eau (diluée ou non suivant les résultats donnés

(1) Comme il faut diminuer le titre de 22 à 20° = 2°, il faudra ajouter $\frac{2}{23}$ d'eau; on pèsera donc la solution de savon, soit 185 grammes par exemple, et on ajoutera $\frac{2}{23} \times 185$ d'eau, soit 16 gr. 50, on agitera le tout pour bien mélanger et on titrera la nouvelle solution avec 40 cc. de solution barytique. On devra obtenir 22 divisions de la burette.

(2) Ou bien on fera la correction comme suit :

Supposons qu'en prenant le titre de la solution de savon avec 40 cc. de solution de CaCl₂, on trouve 28° de solution savonneuse pour produire la mousse, et qu'il faille 17° de la même solution de savon pour produire la mousse dans 40 cc. d'eau à analyser, on dira : 28° de la liqueur savonneuse correspondent à 22° de liqueur normale : 1° correspondra à $\frac{22}{28}$, et 17 à $\frac{22 \times 17}{28} = 13^{\circ}9$.

par l'essai préliminaire), dans un flacon de verre blanc bouché à l'émeri, et ajouter peu à peu, en agitant après chaque affusion, la liqueur hydrotimétrique contenue dans la burette spéciale, jusqu'à obtention d'une couche régulière de mousse de plus de 1/2 centimètre d'épaisseur et se maintenant au moins dix minutes sans s'affaïsser.

Lire le degré sur la burette, c'est le degré hydrométrique total.

Soit 20° : on en conclut que 1 litre de cette eau décompose 0 gr. $1 \times 20 = 2$ grammes de savon et que 1 litre de cette eau renferme une quantité de sels (susceptibles de faire la double décomposition avec le savon) équivalente à 0 gr. $0.114 \times 20 = 0$ gr. 228 de chlorure de calcium.

Le degré hydrotimétrique total représente l'action sur la solution savonneuse de l'acide carbonique et de tous les sels calcaires et magnésiens.

Il représente (en outre) approximativement le nombre de centigrammes de sels terreux contenus dans un litre d'eau ; si par exemple le degré hydrotimétrique d'une eau est 20, on peut présumer que le poids des sels terreux qu'elle contient ne s'éloigne pas beaucoup de 0 gr. 20 par litre.

Le degré total d'une eau pure varie de 15 à 30°.

Détermination du degré hydrotimétrique permanent.— Dans un ballon à long col, jaugé à 200^{cc} on fait bouillir pendant une 1/2 heure 200^{cc} d'eau (pour en dégager Co^s et précipiter Co^sCa), on laisse refroidir et on rétablit avec de l'eau distillée le volume de 200^{cc}, on filtre. Sur 40^{cc} de cette eau bouillie et filtrée on prend le degré hydrotimétrique. Ce degré diminué de 3° (pour compenser une certaine proportion de Co^sCa qui reste en solution) représente le degré permanent.

Les 2/3 au moins des sels de l'eau étant formés de Co^sCa, le degré hydrotimétrique permanent ne dépassera pas de beaucoup le 1/3 du degré total.

Dans l'appréciation du degré total, il faut tenir compte de la nature des sels dissous. Si l'eau contient à peu près exclusivement du bicarbonate de chaux, il n'y a pas d'inconvénient à admettre un degré un peu plus élevé.

Aussi est-il bon de vérifier les résultats de l'analyse hydrotimétrique par le dosage direct des carbonates et des bicarbonates par le procédé JACQUEMIN.

On prépare le réactif suivant au moment du besoin :

Acide pyrogallique 0^{rr}50
Eau distillée 100cc

après dissolution on mélange avec :

Perchlorure de fer des pharmacies à 30° B 8 gr.

Eau distillée q. s. pour 100cc

après 24 heures on filtre pour séparer la purpurogalline formée.

Une eau potable contenant des bicarbonates prend sous l'influence de ce réactif une coloration violette.

Si à cette eau colorée on ajoute un acide titré, dès que les carbonates ou bicarbonates sont saturés, la coloration devient brune ou jaune.

1^{re} SO⁴H² $\frac{N}{10}$ 0^{rr}005 Co²Ca ; et 0^{rr}0081 bicarbonate de chaux.

Ce procédé fournit le poids brut des carbonates.

L'hydrotimétrie donne déjà une première indication sur la valeur des eaux, que l'on peut diviser en trois classes, d'après leur titre hydrotimétrique.

1^{re} classe. — Eaux dont le degré ne dépasse pas 30°. Ces eaux sont bonnes pour la boisson, le blanchissage et la cuisson.

2^e classe. — Eaux dont le degré est compris entre 30 et 60°. Ces eaux sont impropres au savonnage, cuisent mal les légumes ; on doit les considérer comme suspectes pour la boisson.

3^e classe. — Eaux dont le degré est supérieur à 60° ; elles sont impropres à tous les usages domestiques et industriels.

Conversions des degrés Anglais, Allemand, Français. — La valeur du degré hydrotimétrique n'est pas la même dans ces trois pays, bien que le principe de la méthode soit le même.

Ainsi en Allemagne 1° de dureté indique le nombre de centigrammes de chaux (CaO) dans 1 litre d'eau. En France, il correspond à 0^{rr}010 de carbonate de chaux (Co²Ca) dans la même quantité d'eau. En Angleterre, le degré correspond à 0^{rr}0143 Co²Ca par litre d'eau (1 grain = 0^{rr}648 dans un gallon = 4 litres 534) donc :

1° anglais = 1°43 français et 0°8 allemand.

1° français = 0°56 allemand et 0°7 anglais.

1° allemand = 1°25 anglais et 1°79 français.

Applications des méthodes hydrotimétriques aux dosages de l'acide carbonique, des sels de chaux, de magnésie.

1° Prendre le degré hydrotimétrique total, soit α ;

2° A 50cc d'eau ajouter 2cc de solution aqueuse d'oxalate d'ammoniaque au 1/60° ; agiter, laisser déposer une 1/2 heure ; filtrer au papier Berzélius lavé préalablement à l'eau distillée bouillante ; déterminer le degré hydrotimétrique sur 40cc de cette eau : soit β ;

3° Prendre le degré hydrotimétrique permanent de l'eau : soit γ le degré corrigé (c'est-à-dire diminué de 3°).

4° A 50cc d'eau bouillie et filtrée, pour le degré permanent, ajouter 2cc de solution au 1/60° d'oxalate d'ammoniaque, agiter, laisser reposer 1/2 heure, filtrer ; sur 40cc de cette eau prendre le degré hydrotimétrique soit δ :

Interprétation :

α représentant Co^2 + sels de chaux + sels de magnésie.

β représentant sels de magnésie et Co^2 restés dans l'eau après précipitation de la chaux.

$\alpha - \beta =$ totalité des sels de chaux : soit ε ce chiffre.

γ représentant les sels de magnésie + sels de chaux autres que le carbonate.

$$\alpha - \gamma = \text{Co}^2 + \text{Co}^2\text{Ca}$$

δ représentant les sels de magnésie restés dans l'eau, on peut écrire :

$$\beta - \delta = \text{Co}^2.$$

$$(\alpha - \gamma) - (\beta - \delta) = \text{Co}^2\text{Ca}$$

$$(\gamma - \delta) = \text{Sels de chaux évalués en } \text{So}^2\text{Ca}.$$

$$\delta = \text{Sels de magnésie.}$$

On transformera ces degrés en poids pour les sels, et en volume pour l'acide carbonique, en multipliant le nombre de degrés hydrotimétriques obtenu pour chaque corps par le chiffre correspondant à 1° hydrotimétrique et indiqué par le tableau suivant :

Acide carbonique (gazeux)...	0 lit. 005 soit 5cc3
Co^2Ca	0,0103
So^2Ca	0,0140
Mgo.....	0,0042

Dosage du carbonate de magnésie. — Si γ est plus grand que δ ce dosage est inutile car cela montre qu'après ébullition de l'eau il reste encore des sels de chaux ; donc, si cette eau avait contenu primitivement du carbonate de magnésie, l'acide carbonique de ce sel aurait été précipité à l'état de Co^2Ca .

Si $\gamma = \delta$ ou si γ est plus petit que δ on dosera le carbonate de magnésie en prenant 40cc d'eau préparée pour le degré permanent (voir précédemment), y ajoutant 40cc d'une solution de chlorure de calcium marquant 22° hydrotimétriques (c'est-à-dire à 0,825 pour 1000°) et prenant le degré hydrotimétrique sur 40cc de ce mélange : soit x ce degré.

Le liquide résultant de ce mélange devrait avoir pour degré hydrotimétrique $\frac{\gamma + 22}{2}$ si l'eau ne renfermait pas de carbonate de magnésie.

x sera donc différent de $\frac{\gamma + 22}{2}$ puisque l'addition de chlorure de calcium aura précipité l'acide carbonique du carbonate de magnésie à l'état de Co^2Ca : $x - 3^\circ$ sera le degré réel corrigé.

Si donc de $\frac{\gamma + 22}{2}$ on retranche le degré réel $x - 3^\circ$ et si on double

le résultat obtenu, on aura le degré hydrotimétrique correspondant au carbonate de magnésie, on aura par conséquent :

$$\text{Carbonate de magnésie par litre d'eau} = \left[\frac{\gamma + 22}{2} - (x - 3) \right]^3 \times 0,0088$$

III. ANALYSE CHIMIQUE PROPREMENT DITE.

Elle comprend les déterminations et dosages suivants :

a) *Détermination du résidu sec à 110°*. — Evaporer à sec au bain-marie, 1 litre d'eau dans une capsule de platine tarée en ayant soin de maintenir dans la capsule le niveau de l'eau constant. Maintenir le résidu à l'étuve à 110° pendant 4 heures au moins.

Laisser refroidir dans l'exsiccateur à acide sulfurique et peser; l'augmentation de poids p de la capsule donnera le poids du résidu sec à 110° de 1 litre d'eau.

Une eau potable laisse environ 0 gr. 50 de résidu à 110° par litre. (Voir plus loin les limites de potabilité.)

b) *Détermination du résidu fixe après calcination* (Perte au rouge). — Le résidu fixe p précédemment obtenu sera chauffé d'abord doucement au bec Bunsen, puis peu à peu au rouge cerise pendant 1 heure, on laissera refroidir dans l'exsiccateur et pesera, soit p' le poids de ce résidu.

Si l'eau à analyser ne contient pas de proportions notables de sels ammoniacaux et de nitrates, la perte produite par l'incinération donne une indication approximative sur le poids des matières organiques de l'eau.

On ajoutera alors dans la capsule 4 à 5^{cc} d'une solution saturée de carbonate d'ammoniaque, on évaporerà l'excès au bain-marie, on calcinera légèrement pour chasser l'excès du sel ammoniacal, on laissera refroidir la capsule sous l'acide sulfurique et pesera soit p'' le poids trouvé.

La différence $p, - p'$ indiquera approximativement la proportion de matières organiques.

La différence $p' - p''$ donnera la proportion approximative de sels ammoniacaux et d'une partie des chlorures et des nitrates volatilisés, de 1 litre d'eau.

c) *Dosage des matières minérales*. — Ce dosage comprend les éléments suivants :

a) *Silice*. — On opère sur le résidu fixe après calcination obtenu précédemment.

Ajouter à ce résidu 10^{cc} d'eau distillée bouillante et HCl pur jusqu'à dissolution complète du résidu, évaporer à sec au bain-marie, et ajouter

au moyen d'un tube effilé 5^{cc} HCl pur que l'on promènera sur les parois de la capsule, évaporer à sec au bain de sable (125° à 130°), ajouter 50^{cc} d'eau distillée bouillante additionnée de 1^{cc} HCl, filtrer sur papier Bérzélius, conserver la liqueur filtrée pour le dosage du fer.

Laver le précipité resté sur le filtre avec les eaux de lavage de la capsule et réunir les eaux de lavage au liquide précédent.

Sécher le filtre à l'étuve à 100°, calciner le filtre et son contenu dans une capsule de porcelaine tarée, laisser refroidir et peser.

L'augmentation de poids de la capsule donnera le poids de silice contenue dans un litre d'eau.

b) *Fer et alumine.* — Dans la liqueur, filtrée séparée de la silice, verser un léger excès d'ammoniaque, faire bouillir jusqu'à ce que l'odeur d' AzH^3 ait disparu, filtrer, redissoudre le précipité resté sur le filtre dans HCl étendu et précipiter de nouveau par AzH^3 (pour séparer un peu de chaux entraînée). Chassez AzH^3 par l'ébullition, recueillir le précipité de peroxyde de fer et l'alumine sur un filtre, laver à l'eau bouillante jusqu'à ce que l'eau de lavage ne présente plus la réaction des chlorures, calciner et peser. Soit P le poids trouvé. Conserver le filtrat pour le dosage de la chaux.

Redissoudre le précipité dans HCl (fumant), placer la solution dans un ballon de 250^{cc}, ajouter un fragment de zinc et boucher le ballon avec un bouchon traversé par un tube de verre effilé. Après un quart d'heure, transvaser le liquide dans un vase à précipité, laver le ballon à l'eau distillée, titrer le fer au moyen du permanganate de potasse centinormal ou décinormal en présence de So^4H^2 .

$$1^{cc} \text{Mno}^4\text{K} \frac{N}{100} = \begin{cases} 0^{r}00056 & \text{Fe} \\ 0^{r}00072 & \text{FeO} \\ 0^{r}00080 & \text{Fe}^2\text{O}^3 \end{cases}$$

Soit P' le poids du fer,

Soit P, — P' = poids d'alumine par litre d'eau.

c) *Chaux.* — Deux procédés :

1° *Par pesée.* — Le liquide filtré provenant du dosage du fer et de l'alumine est rendu alcalin par l'ammoniaque, puis traité par l'oxalate d'ammoniaque. On fait bouillir un quart d'heure, filtre, lave le précipité sur le filtre, calcine et pèse; après refroidissement on humecte le résidu de quelques gouttes de So^4H^2 1/20, on évapore lentement, on calcine et on pèse. (Conserver le liquide filtré pour le dosage de la magnésie.)

L'augmentation du poids de la capsule donne le poids de la chaux à l'état de So^4Ca .

Poids de $So^4Ca \times 0.41176 = \text{poids de chaux anhydre}$ par litre d'eau.

2° *Par volumétrie* (Procédé de Lévy). — Ce procédé est très rapide et très exact.

Mesurer dans un petit ballon 50^{cc} d'eau à analyser, ajouter 2^{cc} d'une solution saturée d' AzH^4Cl , précipiter par un léger excès d'oxalate d'ammoniaque (la magnésie restera ainsi en solution), après 12 heures de repos, décanter le liquide sur un petit filtre, laver le précipité par décantation avec de l'eau ammoniacale puis avec de l'eau pure.

Dissoudre le précipité tombé sur le filtre et resté dans le ballon avec AzO^3H 1/2, ajouter à la solution 100cc d'eau distillée, porter à 60° environ et verser MnO^4K $\frac{\text{N}}{100}$ goutte à goutte jusqu'à coloration rose; soit Ncc employés.

1^{re} MnO^4K $\frac{\text{N}}{100} = 0^{\text{re}}00028$ chaux (1^{re} de solution destinée aux matières organiques (0^{re}395 par litre) = 0^{re}0035 CaO).

On aura donc $\text{N} \times 0^{\text{re}}00028 \times 20 =$ chaux (CaO) par litre d'eau.

La modification suivante (*Gosselin*), présente des avantages au point de vue pratique, mais à condition que l'eau ne renferme pas plus de 2^{es} de matières organiques en O emprunté.

On fait usage des liqueurs titrées, utilisées au dosage des matières organiques (Voir plus loin).

a) Solution d'acide oxalique cristallisé à 0^{re}630 par litre d'eau.

b) Solution de $\text{Mn O}^4\text{K}$ à 0 gr. 316 par litre.

c) So^4H^3 au 1/10^e.

On commence par titrer la solution de $\text{Mn O}^4\text{K}$; à cet effet on place dans une capsule de porcelaine 10cc de a + 10cc d'eau distillée + 10cc de c. On chauffe au bain-marie, vers 70°; et on verse la solution b jusqu'à coloration rose persistant.

Soit Ncc nécessaires.

Pour faire le dosage, dans un flacon bouché à l'émeri de 150cc, on verse 50cc de a, 2 gouttes d'ammoniaque et 50cc d'eau à analyser, on agite vivement le flacon et au bout de 10 minutes on filtre sur papier Berzélius dans une fiole sèche.

On prélève 20cc du filtrat et on titre comme précédemment avec la solution de permanganate de potasse; noter le volume employé, soit N'cc.

La différence $\text{N} - \text{N}' = \text{N}''$ représente le volume de permanganate employé correspondant à celui de la solution d'acide oxalique combiné à la chaux et retenu par le filtre.

On aura la proportion de chaux par litre au moyen de la formule

$$\frac{\text{N}'' \times 0,28}{\text{N}}$$

d) *Magnésie*. — Elle sera dosée dans le liquide débarrassé de la silice, de l'alumine, du fer et de la chaux, à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

Il est pratique de la doser par hydrotimétrie en prenant le degré hydrotimétrique de l'eau bouillie, filtrée et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. (Voir hydrotimétrie.)

Le degré trouvé multiplié par :

0.0042	donne la	MgO	par litre d'eau ;
0.0090	—	MgCl^2	—
0.0120	—	So^4Mg	—

e) *Sulfates*. — 1^o *Par l'hydrotimétrie*. Prendre le degré hydrotimétrique permanent de l'eau : soit 16°.

A 40cc de l'eau bouillie et filtrée, ajouter l'équivalent de 16° hydrotimétrique d'une solution d'azotate de baryte (à 1 gr. 07 pour 100cc d'eau et dont 1^{re} correspond à 1^o hydrotimétrique), soit 1^{re}6; puis de l'eau

distillée pour obtenir 80°, agiter, filtrer, mesurer 40° de cette liqueur, en prendre le degré hydrotimétrique, soit 10°, il a donc disparu 16 — 10 = 6° hydrotimétriques, correspondant aux sulfates.

Les sulfates sont donc représentés par $6 \times 2 = 12$, et $12 \times 0.0082 =$ *anhydride sulfurique* (So³) par litre d'eau ou $12 \times 0.0140 =$ Sulfate de chaux anhydre.

2° *Par volumétrie* (Méthode Vitali). Cette méthode est fondée sur la propriété qu'ont les sels solubles de baryum de précipiter complètement l'acide sulfurique et d'être, à leur tour, complètement précipités par Co³Na², lequel ne donne la coloration violette rouge caractéristique avec la phenolphthaline, que quand toute la baryte est précipitée.

α) Préparer d'abord deux solutions décimales, l'une de Co³Na², anhydre (53 gr. par litre), et l'autre de BaCl² (12.20 par litre).

β) Chauffer à ébullition 1/2 litre d'eau à analyser, y verser la solution de Co³Na² jusqu'à réaction franchement alcaline, filtrer, laver le filtre, ajouter les eaux de lavage au filtrat, réduire le volume par évaporation à 50cc environ, et pendant l'ébullition, neutraliser exactement avec l'acide acétique très dilué.

γ) Mesurer exactement le volume de la solution neutre, et y ajouter 25cc de solution décimale BaCl², filtrer, recueillir une quantité de liquide représentant exactement la moitié du mélange, sans tenir compte du précipité.

δ) Ajouter au liquide filtré quelques gouttes de solution alcoolique de phtaléine ou phénol, porter à l'ébullition et dans le liquide bouillant faire tomber la solution de Co³Na² jusqu'à coloration rouge de la phtaléine, se maintenant même après plusieurs minutes d'ébullition. Soit Ncc.

$$(25 - N) \times 4 = A$$

$$A \times 0.0049 = \text{Acide sulfurique } \text{So}^4\text{H}^2 \text{ de 1 litre d'eau.}$$

$$A \times 0.0080 = \text{So}^3 \quad \text{id.} \quad \text{id.}$$

L'instruction du comité consultatif d'hygiène fixe à 0 gr. 03 par litre la quantité maxima d'acide sulfurique *anhydre* (So³) qu'une eau potable peut contenir.

f) *Chlorures*. — On les titre sans difficultés sur l'eau à analyser au moyen de l'azotate d'argent titré et du chromate neutre de potassium (en présence de quelques gouttes de C²H O² si l'eau avait une réaction alcaline) jusqu'à teinte faiblement rouge, mais appréciable.

La présence du chlore en quantité notable, rend l'eau suspecte de contamination par les fosses d'aisances.

Une eau potable ne doit pas contenir plus de 0.010 de chlore par litre (excepté au bord de la mer).

Phosphates. — Pour rechercher les phosphates (1), on prépare la solution de molybdate d'ammoniaque suivante :

(1) On ne dose généralement pas les phosphates dans les eaux potables, on se contente de les rechercher qualitativement car, à moins qu'ils n'aient une origine géologique certaine, on ne doit pas en trouver dans les eaux d'alimentation.

Molybdate d'ammoniaque..... 12 gr.
 Eau distillée..... 40^{cc}
 après dissolution filtrer et ajouter :
 Acide azotique pur D = 1,2 144 gr.
 après huit jours de repos, ajouter :
 Eau distillée q. s. pour..... 200^{cc}
 évaporer 100^{cc} d'eau jusqu'à 7 à 8^{cc} et ajouter au résidu un grand excès du réactif précédent, chauffer à une température de 35 à 40°.
 La présence de l'acide phosphorique sera indiquée par un précipité ou tout au moins par une coloration jaune clair.
 S'il s'agit d'un dosage, il se fera à la liqueur d'urane ou à l'état de pyrophosphate de magnésic.

Limites de potabilité des matières minérales par litre d'eau.

(Comité consultatif d'hygiène.)

	Résidu fixe à + 110.	Sulfates en So ² Ca anhydre.	Chlorures en NaCl.
Eau pure.....	moins de 150 mg.	de 3 à 8 mg.	moins de 27 mg.
— potable..	moins de 400 mg.	de 8 à 50 mg.	moins de 66 mg.
— suspecte..	de 400 à 700 mg.	plus de 50 mg.	de 85 à 165 mg.
— mauvaise	plus de 700 mg.	plus de 85 mg.	plus de 165 mg.

De l'acide carbonique de l'eau.

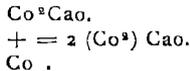
L'acide carbonique se rencontre dans les eaux sous trois formes différentes :

1° *Acide libre.* — C'est-à-dire libre de toute combinaison, dissous simplement dans l'eau.

2° *Acide combiné.* — α Complètement combiné, c'est-à-dire formant avec les alcalis (potasse et soude) des bicarbonates solubles à cet état, et des carbonates neutres de toutes les autres terres alcalines ou métaux.

β Demi-combiné, c'est-à-dire formant avec les carbonates neutres insolubles de terres alcalines (*chaux, magnésie, fer, manganèse*) des bicarbonates, seule forme pour laquelle ces carbonates puissent être solubles.

Prenons par exemple le carbonate neutre de chaux. Co^2CaO — il est insoluble à cet état ; ajoutons-lui une deuxième molécule de Co^2 , il se trouve transformé en bicarbonate



et devient alors soluble. Si la deuxième molécule de Co^2 vient à se dégager, le carbonate neutre se reforme et redevient insoluble.

C'est la quantité de Co^2 (*c'est-à-dire une molécule*) qu'on doit ajouter au carbonate neutre pour le transformer en bicarbonate qui est l'*acide demi-combiné*.

A) CALCUL DE CO DEMI-COMBINÉ, LIBRE ET COMBINÉ.

D'après ce qui précède, l'acide demi-combiné est représenté par la quantité de Co^2 qu'on est obligé d'ajouter au carbonate neutre, pour le transformer en bicarbonate.

Or c'est une molécule de Co^2 qui transforme le carbonate neutre en bicarbonate; donc la quantité de Co^2 demi-combiné est égale à la quantité d'acide complètement combiné :

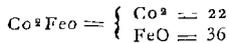
Exemple (d'après Frésenius):

Cao trouvée à l'analyse.....	0 ^{rs} 84650
Co ² correspondant.....	<u>0^{rs}66511</u>
Co ² CaO =	
	1 ^{rs} 51161
Mgo trouvée.....	0 ^{rs} 01350
Co ² correspondant.....	<u>0^{rs}01485</u>
Co ² Mgo.....	
	0 ^{rs} 02835
Feo trouvé.....	0 ^{rs} 01438
Co ² correspondant (1).....	<u>0^{rs}00879</u>
Co ² Feo.....	
	0 ^{rs} 02317
Mno trouvé.....	0 ^{rs} 00094
Co ² correspondant.....	<u>0^{rs}00058</u>
Co ² Mno.....	
	0 ^{rs} 00152

pour transformer tous ces carbonates neutres en bicarbonates, pour les rendre solubles, il faudra ajouter à chacun d'eux un molécule de Co^2 , la quantité de Co^2 demi-combinée sera donc :

Acide demi-combiné.....	}	0 ^{rs} 66511 0 ^{rs} 01485 0 ^{rs} 00879 0 ^{rs} 00058 <hr/> 0 ^{rs} 68933
Soit Co total trouvé à l'analyse.	3 ^{rs} 32925	
Co ² des carbonates neutres.....	<u>0^{rs}68933</u>	Co ² combiné.
Différence....	2 ^{rs} 63992	
Acide demi-combiné	<u>0^{rs}68933</u>	
	1 ^{rs} 95059	Co ² libre.

(1) Par « Co² correspondant », on entend la quantité de cet acide nécessaire pour transformer CaO, Mgo, etc., en carbonates neutres : Voici comment on calcule cette quantité correspondante :



Si 36 FeO exigent 22 g Co² pour se transformer en carbonate

$$1 \text{ gr. exigera } \frac{22}{36} = 0,611$$

$$\text{Et } x \text{ exigera } \frac{x \times 22}{36}$$

$$\text{C'est-à-dire que } 0 \text{ gr. } 01438 \text{ exigera } \frac{0 \text{ gr. } 01438 \times 12}{36} = 0 \text{ gr. } 008786$$

$$\text{ou } 0 \text{ gr. } 01448 \times 0,611.$$

On calculera de même pour tous les autres carbonates. Voir plus loin : Exemple de groupement hypothétique.

Si on avait des bicarbonates de soude et de potasse dans l'eau, leur acide carbonique s'ajouterait évidemment à l'acide combiné, et non pas à l'acide *demi-combiné*.

L'essai qualitatif suivant permet de se rendre compte de la présence de l'une ou de toutes ces trois formes d'acide carbonique dans une eau :

Co^o libre : l'eau se colore en jaune par une solution alcoolique 1/100^e d'acide rosolique.

Co^o combiné : Le résidu de l'évaporation de l'eau fait effervescence par les acides.

Co^o des bicarbonates : l'eau se colore en violet par le réactif Jacquemin (v. hydrotimétrie).

B. DOSAGE DE L'ACIDE CARBONIQUE DEMI-COMBINÉ, LIBRE ET COMBINÉ.

1^o Co^o libre + demi combiné. — A 100^e d'eau placés dans un flacon, bouchant bien, et jaugeé à 150^e, ajouter 2^{cc} d'une solution d'AzH⁺Cl à 1/10^e, 8^{cc} d'une solution neutre de chlorure de Baryum à 1/10 enfin 40^{cc} d'eau de chaux limpide.

Il se forme un précipité, le laisser se déposer pendant 12 heures.

Prélever 50^{cc} du liquide limpide surnageant le précipité, les introduire dans un vase à précipitation et titrer au moyen d'une solution d'acide oxalique la quantité de chaux qui n'a pas été précipitée sous forme de carbonate.

Pour cela il faut commencer par titrer les deux solutions d'acide oxalique et de chaux, l'une par rapport de l'autre.

La solution d'acide oxalique peut-être d'une concentration quelconque; supposons-là à 8 grammes par litre : 10^{cc} contient donc 0^{cc}08 d'acide oxalique.

Placer 10^{cc} de solution d'acide oxalique dans un verre à expérience et y verser jusqu'à neutralisation l'eau de chaux placée dans une burette graduée : soit 30^{cc} d'eau de chaux employée; ces 30^{cc} correspondent à 10^{cc} de solution d'acide oxalique.

Ces 30^{cc} renferment donc $\frac{0^{cc}08 \times 37}{63} = 0^{cc}047$ de chaux Ca(OH)²

1^{cc} renfermera $\frac{0^{cc}047}{30} = 0^{cc}001.560$ de chaux à l'état d'hydrate Ca(OH)² on sait enfin que 1^{cc} de solution d'acide oxalique renferme 0^{cc}008 d'acide pur.

Supposons maintenant que pour neutraliser les 50^{cc} de liquide surnageant le précipité formé dans l'eau à analyser, il ait fallu employer 2^{cc} de la solution oxalique; pour neutraliser le liquide total (soit 150^{cc}) il aurait fallu $2 \times 3 = 6^{cc}$.

D'autre part les 40^{cc} d'eau de chaux que l'on a ajoutés à l'eau, correspondent d'après le calcul précédent à 13^{cc}33 de solution d'acide oxalique.

La quantité de chaux disparue et qui correspond à $13.33 - 6 = 7^{cc}33$ de solution oxalique est celle qui est combinée à l'acide carbonique.

Ces 7^{cc}33 de solution contenant :

$7^{\text{e}}33 \times 0^{\text{e}}008 = 0^{\text{e}}0586$ ACIDE OXALIQUE
correspondent eux-mêmes à

$$0^{\text{e}}0586 \times \frac{22}{63} = 0^{\text{e}}0205 \text{ ACIDE CARBONIQUE.}$$

Ces $20^{\text{e}}50$ étant contenus dans 100^{e} d'eau; 1 litre enfin contiendra $0^{\text{e}}205$ d'acide carbonique libre et demi combiné.

2° *Co² total.* — On emploiera pour son dosage la même solution d'acide oxalique que précédemment, et une solution de permanganate de potasse à 4 grammes environ par litre.

On commence par titrer cette dernière solution : pour cela placer dans un vase de berlin 100^{e} d'eau distillée + 10^{e} So^4H^2 diluée $1/10$, enfin 10^{e} de la solution d'acide oxalique, chauffer lentement jusqu'à 70° et verser dans la liqueur la solution à titrer de permanganate jusqu'à ce qu'elle produise une coloration rose persistant.

Soit $10^{\text{e}}8$ de solution de permanganate; on en conclut que $10^{\text{e}}8$ de cette solution correspondent à 10^{e} de solution d'acide oxalique (c'est-à-dire à $0^{\text{e}}08$ d'acide oxalique).

Pour pratiquer le dosage, mesurer dans un flacon bien bouché 250^{e} d'eau à analyser et 100^{e} d'eau de chaux; après 12 heures de repos filtrer le liquide; redissoudre le précipité resté sur le filtre avec de l'acide acétique dilué à 2.5 %; laver le filtre à l'acide acétique dilué et à l'eau distillée.

Additionner le liquide filtré de quantité suffisante d'ammoniaque pour avoir une réaction alcaline, puis de 50^{e} de solution d'acide oxalique; porter à l'ébullition, laisser refroidir complètement et ajouter au liquide quantité suffisante d'eau distillée pour obtenir un volume total de 500^{e} ; filtrer, prélever 100^{e} du liquide filtré, ajouter 10^{e} So^4H^2 dilué $1/2$, porter à une température de 70° et verser la solution de permanganate titrée, placée dans une burette graduée jusqu'à coloration rose.

Soit $6^{\text{e}}7$; comme on a opéré sur 100^{e} du filtrat, le filtrat total exigerait $6^{\text{e}}7 \times 5 = 33^{\text{e}}5$ de solution de permanganate.

Ces $33^{\text{e}}5$ équivalent à $\frac{33.5 \times 10}{10.8} = 31^{\text{e}}$ de solution d'acide oxalique.

Donc sur les 50^{e} de la solution d'acide oxalique que l'on a ajoutés à l'eau, 31^{e} ne sont pas entrés en réaction; la différence $50 - 31 = 19^{\text{e}}$ sont passés à l'état d'oxalate de chaux.

Or ces 19^{e} contiennent $0^{\text{e}}008 \times 19 = 0^{\text{e}}152$ d'acide oxalique.

Donc $\frac{0^{\text{e}}152 \times 22}{63} = 0^{\text{e}}0538$ Co^2 de 250^{e} d'eau

et $0^{\text{e}}0538 \times 4 = 0^{\text{e}}2152$ Co^2 TOTAL PAR LITRE D'EAU.

(Dans tous ces calculs on a pris 63 comme équivalent de l'acide oxalique et 22 comme équivalent de Co^2).

On a donc dans cette eau :

$$\begin{aligned} &0^{\text{e}}2152 \text{ Co}^2 \text{ total;} \\ 0^{\text{e}}2152 - 0^{\text{e}}2050 &= 0^{\text{e}}102 \text{ Co}^2 \text{ libre de toute combinaison;} \\ &0^{\text{e}}1025 \text{ Co}^2 \text{ combiné;} \\ &0^{\text{e}}1025 \text{ Co}^2 \text{ 1/2 combiné.} \end{aligned}$$

Dosage rapide de l'acide carbonique sous ses trois formes. (Procédé de M. Meillière.) — Le dosage de l'alcalinité par une liqueur normale acide en

présence de la tropéoline donne sensiblement la teneur en Co^2 combiné (Co^2 des carbonates neutres). On peut admettre que 1° d'acide correspond à $1/1000$ d'équivalent de Co^2 , soit $0^{\circ}022$.

Aussi si une eau exige 26° acide normal, elle contiendra :

$$\begin{array}{l} 0^{\circ}022 \times 26 = 0.572 \text{ Co}^2 \text{ combiné} \\ 0^{\circ}022 \times 26 = 0.572 \text{ Co}^2 \text{ 1/2 combiné} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 0.572 \\ 0.572 \end{array}} \right\} 1.144.$$

Pour mesurer Co^2 total, on insolubilise Co^2 sous toutes ses formes au moyen de l'eau de Baryte; un volume donné d'eau est additionné de VE d'eau de Baryte titrée (exigeant par exemple pour un litre 255° acide normal), on filtre de façon à recueillir exactement un volume égal à la moitié du mélange, puis on y dose l'alcalinité que l'on exprime seulement en cc^3 de liqueur titrée normale, chaque cc^3 correspond à $1/1000$ d'équivalent.

Supposons que 500° d'eau additionnés de 500° d'eau de Baryte aient donnés après filtration une liqueur dont 500° exigent 29° acide normal; 1 litre d'eau traité de même aurait donné un liquide dont l'alcalinité totale résulterait de l'union de 26° d'alcalinité de l'eau avec les 255° apportés par la baryte, soit 281° .

Ce liquide filtré en totalité (2000°) aurait donné quatre fois 29° d'alcalinité soit 116° . Donc la perte d'alcalinité ($281 - 116 = 165^{\circ}$) représente l'alcalinité disparue, insolubilisée sous forme de co^2Ba par la totalité de Co^2 .

Il y a donc dans cette eau :

$$\begin{array}{r} 0.022 \times 165 = 3.630 \text{ Co}^2 \text{ total;} \\ 3.630 - 1.144 = 2.486 \text{ Co}^2 \text{ libre de toute combinaison;} \\ \quad \quad \quad 0.572 \text{ Co}^2 \text{ combiné;} \\ \quad \quad \quad \underline{0.572} \text{ Co}^2 \text{ 1/2 combiné.} \\ \quad \quad \quad 3.630 \end{array}$$

Lorsqu'on opère sur une eau minérale gazeuse on opère sur la totalité de la bouteille, on extrait l'eau au moyen d'un foret à tige creuse et à tête de siphon, on la conduit au moyen d'un tube en caoutchouc au fond de l'éprouvette contenant l'eau de Baryte.

Lorsqu'on prélève l'eau à la source, on recueille directement l'eau à analyser dans l'eau de Baryte, puis on fait les dosages ultérieurement.

3° Recherches générales.

Elles comprennent :

- 1° Dosage de l'oxygène dissous;
- 2° Dosage des matières organiques;
- 3° Dosage des matières azotées.

I. OXYGÈNE DISSOUS.

Le procédé employé actuellement est le procédé dit Montsouris, il est dû à M. Albert Lévy.

Principe. — Si dans une eau rendue alcaline par la potasse, on verse du sulfate de protoxyde de fer ammoniacal, il se forme

du sulfate de potasse; le protoxyde de fer se précipite et en présence de l'oxygène dissous se transforme partiellement en *sesquioxyde*.

La quantité de protoxyde de fer transformé indique le poids d'oxygène dissous dans l'eau. On évalue alors le poids de sesquioxyde formé en saturant la potasse par un excès d'acide, les deux oxydes, le protoxyde non transformé et le sesquioxyde formé, repassent à l'état de sulfates, et on dose à l'aide du permanganate de potasse, l'oxyde de fer resté à l'état de protoxyde; par différence, on obtient le poids de sesquioxyde formé et enfin le poids d'oxygène dissous.

Solutions nécessaires.

- 1° Solution de permanganate de potasse à 5^{cc}65 de ce sel par litre, 1^{cc} de cette solution correspond à 1^{cc} oxygène ou en poids 1^{mg}43.0;
- 2° Solution de sulfate de fer ammoniacal à 35 grammes par litre;
- 3° Solution de potasse caustique au 1/10;
- 4° Acide sulfurique étendu de son volume d'eau.

Pratique du dosage.

On se sert d'une pipette dont le volume est d'environ 100^{cc}, mais toujours exactement connu, terminée par un robinet en haut et en bas et portant à la partie supérieure un petit entonnoir; le volume V en centimètres cubes, compris entre les 2 robinets est déterminé une fois pour toutes et inscrit sur la panse de la pipette; soit 126^{cc} par exemple ce volume.

Pour un dosage, on remplit cette pipette en la plongeant dans l'eau à analyser, les robinets étant ouverts, ou bien en aspirant, par l'entonnoir supérieur de la pipette, l'autre extrémité de la pipette étant maintenue plongée dans l'eau. Quand elle est pleine, on ferme les 2 robinets et on la place verticalement sur un support à pince, la partie inférieure plongeant dans un verre contenant 2^{cc} d'acide sulfurique dilué de son volume d'eau.

Dans l'entonnoir supérieur on verse 2^{cc} de solution de potasse 1/10 et on introduit cette dernière solution dans la pipette en ouvrant avec précaution les 2 robinets de manière à ne pas laisser rentrer d'air, on referme les robinets, on essuie l'entonnoir avec un papier buvard et on y verse 3^{cc} de la solution de sulfate de fer que l'on introduit de la même façon.

La réaction se produit; les oxydes de fer très denses tombent au fond du liquide et après quelques instants tout l'oxygène a disparu.

Pendant ces opérations un peu d'oxyde de fer peut être entraîné et sortir par le robinet inférieur, mais il se trouve immédiatement en présence d'un grand excès d'acide et échappe ainsi à l'oxydation.

Comme dans ces deux opérations on a fait écouler 5^{cc} d'eau, on voit que le volume sur lequel on opère est de $V - 5$, c'est-à-dire (126^{cc} — 5^{cc} = 121^{cc}).

Au bout de quelques minutes on verse dans l'entonnoir supérieur de la pipette 2^{cc} SO⁴H² étendu de son volume d'eau, on ouvre le robinet supérieur seul, l'acide pénètre lentement dans la pipette, se mêle au liquide et dissout les deux oxydes de fer.

La liqueur devenue incolore, on verse le contenu de la pipette dans un ballon, on y ajoute le liquide acide du verre placé sous l'appareil et les eaux de lavage faits à l'eau distillée, de l'appareil lui-même.

Ce liquide est ramené au rose par le permanganate de potasse soit : 1^{cc}g de permanganate nécessaire ; il correspond au fer non oxydé.

On dose alors le fer total par le procédé suivant :

On prend un volume d'eau à analyser égal à celui de la pipette soit : 121^{cc}, on y ajoute successivement 2^{cc} de potasse 1/20, 4^{cc} SO⁴H² dilué de son volume d'eau 3^{cc} de la solution de sulfate de fer ; ce dernier se trouvant en milieu acide ne s'oxyde pas.

On verse alors la solution titrée de permanganate de potasse jusqu'à coloration rose : soit 14^{cc} de solution de permanganate. Ces 14^{cc} correspondent au fer total.

Calcul : *Le fer total* = 14^{cc} permanganate.

Le fer non oxydé = 1^{cc}g —

Donc 14^{cc} — 1^{cc}g = 12^{cc}1 fer oxydé.

Or, si 1^{cc} MnO⁴K correspond à 1^{mg}43 d'oxygène,

12^{cc}1 correspondront à 1^{mg}43 × 12^{cc}1 = 17^{mg}303 d'oxygène.

On aura ainsi le poids d'oxygène contenu dans 121^{cc} d'eau à analyser.

Et si 121^{cc} d'eau contiennent 17^{mg}303 d'eau

1^{cc} d'eau contiendra $\frac{17^{mg}303}{121}$

et 1000^{cc} contiendront $\frac{17^{mg}303 \times 1000}{121}$

Pour avoir l'oxygène en volume à 0° et 760, il suffira de diviser le poids trouvé en milligrammes et par litre, par 1.43.

D'ailleurs 1^{cc} de la solution de permanganate employée correspond à 1^{cc}3 d'oxygène.

La méthode suivante, due à MM. Letts et Blacke, basée sur le même principe, permet de se dispenser d'une pipette spéciale.

On emploie les mêmes solutions ; celle de sulfate de fer est à 18 gr. par litre :

On commence par titrer la solution de sulfate de fer : à cet effet, on en prélève 5^{cc} et on y ajoute une quantité d'eau distillée égale à celle de l'eau à analyser et sur laquelle on doit opérer (c'est-à-dire le volume de l'ampoule à décanter qui sera décrite plus bas), puis la même quantité d'acide sulfurique dilué ; on verse dans le mélange la solution de permanganate de potasse titrée, jusqu'à coloration rose.

Il a fallu N° de solution de permanganate de potasse pour arriver à la coloration rose.

On prend alors une ampoule à séparation bouchée à l'émeri et d'une contenance de 200^{cc} environ, dont la tubulure inférieure peut contenir un volume de 7 à 8^{cc} d'eau. — On détermine une fois pour toutes le volume de l'ampoule non compris celui de la tubulure inférieure.

On remplit l'ampoule avec l'eau à analyser, on en retire 7^{cc} d'eau qu'on remplace par 5^{cc} de solution de sulfate de fer et 2^{cc} d'ammoniacque, on ferme l'appareil en ayant soin de ne pas y enfermer de bulle d'air, on le renverse sur lui-même 3 ou 4 fois, le mélange vert devient brun sous l'action de l'oxygène.

Après une demi heure de contact, on renverse l'appareil de manière que le tube de l'extrémité inférieure soit en haut, on remplit ce tube d'acide sulfurique étendu, on ouvre le robinet, la solution acide se répand dans la liqueur alcaline et dissout les oxydes de fer.

Enfin on transvase le liquide de l'ampoule dans un verre et on le titre au moyen du permanganate de potasse.

Soit N^{cc} le nombre de cc³ de permanganate nécessaire pour produire la teinte rose.

La proportion d'oxygène dissous correspondra (pour le volume de l'eau mis en expérience) à N' — N.

Le Comité consultatif d'hygiène de France ne fixe pas de limite pour l'oxygène dissous; M. Baucher admet les chiffres suivants (analyse chimique et bactériologique des eaux potables):

Eau pure, de.....	12 à 10 ^{me} par litre
— potable, de.....	10 à 8 ^{me} —
— suspecte	} moins de 8 ^{me} par litre.
— mauvaise	

II. MATIÈRES ORGANIQUES.

Le dosage de la matière organique des eaux s'effectue en déterminant la quantité de permanganate de potasse qui est réduite par un litre d'eau dans des conditions déterminées.

On se sert d'une solution de permanganate de potasse préparée en diluant à 1000^{cc} à + 15°; 125^{cc} de la solution normale décime de ce sel.

On exprime les résultats de l'analyse.

Soit en poids de permanganate de potasse réduit par un litre d'eau.

1^{cc} de la solution précédente renferme 0^{gr}000395 Mno⁴K. Soit en poids d'oxygène emprunté au permanganate de potasse.

1^{cc} de la solution précédente correspond à 0^{gr}0001 d'oxygène.

Soit en acide oxalique (c'est-à-dire qu'on indique le poids d'acide oxalique qui serait oxydé par le permanganate de potasse employé dans le dosage de la matière organique).

1^{cc} de la solution précédente correspond à 0^{gr}000738 d'acide oxalique C²O⁴H² + 2H²O.

Si au lieu de la solution précédente on utilise la solution déci-normale de permanganate à 3^{es}162 de ce sel par litre,

1 cc. { contient 0^{es}003162 de permanganate.
correspond à 0^{es}0008 d'oxygène.
correspond à 0^{es}0063 d'acide oxalique.

on emploie quelquefois une solution de Mn⁴ K à 0^{es}50 ‰ :

1 cc. { contient 0^{ms}50 de permanganate.
correspond à 0^{ms}1266 d'oxygène.
correspond à 0^{ms}997 d'acide oxalique.

Indépendamment de la solution de permanganate on emploie une solution de sulfate de fer ammoniacal :

Sulfate de fer ammoniacal..... 5^{es}
Acide sulfurique concentré..... 20^{es}
Eau distillée q. s. pour..... 1000^{es}

Une solution de bicarbonate de soude 1/10.

Une solution d'acide sulfurique (20^{es} acide sulfurique + 80^{es} d'eau).

Méthode du Comité consultatif d'hygiène. — Introduire dans un ballon 100^{es} d'eau à analyser préalablement filtrée, puis 3^{es} de la solution de bicarbonate de soude 1/10 et enfin 10^{es} de dissolution titrée de permanganate, porter le liquide à l'ébullition pendant 10 minutes exactement comptées à partir du moment où le liquide entre en ébullition. La coloration du liquide de brun violacé au début devient rougeâtre (si elle devenait jaune il faudrait ajouter une nouvelle quantité de permanganate de potasse.)

Laisser refroidir, ajouter 4^{es} d'acide sulfurique dilué et aussitôt 4^{es} de la solution de sulfate de fer.

La liqueur se décolore. Ajouter alors goutte à goutte la solution de permanganate titrée jusqu'à coloration rose.

Le volume de permanganate versé est égal au volume initial (10^{es} ou 15^{es} suivant le cas), augmenté de la quantité nécessaire pour oxyder le sulfate de fer en excès.

Soit en tout pour 100^{es} d'eau, 16^{es}20 de permanganate.

On recommence exactement la même opération sur 200^{es} de l'eau à analyser (avec 6^{es} Co³NaH + 8^{es} So⁴H² + 4^{es} So⁴Fe).

On a employé par exemple, dans cette deuxième opération, 18^{es}40 de permanganate.

La différence 18^{es}40 — 16^{es}20 = 2^{es}20 représente la quantité de Mn⁴K nécessaire pour 200 — 100^{es} d'eau, c'est-à-dire pour 100^{es} d'eau.

Si 1^{es} Mn⁴K correspond à 0^{es}0001 d'oxygène, un litre d'eau a emprunté au permanganate

$$0^{es}0001 \times 22 = 0^{es}0022 \text{ d'oxygène.}$$

Si l'eau est très chargée en matières organiques on pourra ajouter à cette eau un volume plus grand mais toujours connu (et le même dans chaque essai) de sulfate de fer pour amener la décoloration complète.

D'après ce dosage, on classe les eaux en :

Eau très pure : moins de 1^{ms} d'oxygène emprunté.
— potable : — de 2^{ms} — —
— suspecte : — de 3 à 4^{ms} — —
— mauvaise : plus de 4^{ms}.

Mais les matières organiques des eaux n'ont pas toute la même origine, on admet que les produits organiques d'origine végétale absorbent plus d'O en milieu acide qu'en milieu alcalin, les produits d'origine animale (urée, etc.) n'en absorbent pas plus dans un milieu que dans l'autre; l'urine, les matières fécales, les produits de la putréfaction, en absorbent plus en milieu alcalin, il y a donc lieu lorsqu'on veut se prononcer sur la qualité d'une eau, de doser la matière organique en milieu acide et en milieu alcalin

Dosage en milieu acide :

Introduire dans un ballon 100^{cc} de l'eau à analyser.

Ajouter 10^{cc} SO⁴H² dilué puis 10.15 ou 20^{cc} de permanganate.

Porter à l'ébullition pendant 10 minutes, laisser refroidir.

Ajouter 5^{cc} de solution de sulfate de fer, ramener au rose avec le permanganate.

Introduire dans un ballon 50^{cc} de l'eau à analyser.

Ajouter 5^{cc} SO⁴H² et 10.15 ou 20^{cc} de permanganate.

Porter à l'ébullition pendant 10 minutes, laisser refroidir.

Ajouter 5^{cc} de solution de sulfate de fer, ramener au rose avec le permanganate.

On calcule comme précédemment, mais les résultats s'appliquent à 100 — 50 = 50^{cc} d'eau.

On calculera la matière organique, soit en oxygène emprunté, soit en permanganate décomposé ou en acide oxalique, comme il a été dit précédemment.

Dosage en milieu alcalin :

Introduire dans un ballon 100^{cc} d'eau + 10^{cc} de bicarbonate de soude + 5.10 15^{cc} MnO⁴K.

Ebullition 10 minutes.

Laisser refroidir et aciduler avec 20^{cc} solution de SO⁴H².

Ajouter 5^{cc} sulfate ferreux, ramener au rose avec le permanganate.

Introduire dans un ballon 50^{cc} d'eau + 50^{cc} de bicarbonate de soude puis 5.10 15^{cc} MnO⁴K (le même volume que dans l'essai correspondant).

Laisser refroidir et aciduler avec 10^{cc} de solution de SO⁴H².

Ajouter 5^{cc} de sulfate ferreux ramener au rose avec le permanganate.

Calculer comme en milieu acide.

Les chiffres des matières organiques exprimées par des quantités d'oxygène emprunté, inférieures à 1 milligramme par litre n'ont aucune signification, si ce n'est que l'eau renferme une petite quantité de matières organiques.

On admet que si la quantité d'oxygène emprunté par litre d'eau dépasse 1 milligramme et que le chiffre trouvé est plus élevé en milieu alcalin qu'en milieu acide, on doit tenir pour suspecte la matière organique de l'eau.

Limite de potabilité (1° en O emprunté).

Eau pure en milieu acide	— de 1 ^{me} .	En milieu alcalin, id.	
— potable —	de 1 à 3 ^{ms} .	—	de 1 à 2 ^{ms} .
— suspecte —	de 3 à 5 ^{ms} .	—	de 2 à 4 ^{ms} .
— dangereuse	plus de 5 ^{ms} .	—	plus de 4 ^{ms} .

2° En permanganate décomposé.

Une eau pure décompose moins de 1^{me} de permanganate.

Une eau potable décompose moins de 4 à 12^{ms}.

Une eau suspecte décompose plus de 12^{ms}.

III. MATIÈRES AZOTÉES.

Les données précédentes n'ont rien d'absolu et pour se prononcer sur la probabilité d'une eau il faut doser les matières azotées, on peut en effet tolérer des quantités plus fortes de matières organiques dans l'eau qui ne contient que des traces de produits azotés, car dans ce cas les matières organiques sont incontestablement d'origine végétale.

Les dosages des chlorures et des phosphates joints à ces éléments permettront de se prononcer sûrement.

Les matières azotées de l'eau sont de trois sortes :

a) *L'azote organique* (ou albuminoïde); *l'azote ammoniacal* (ou salin.)

b) *L'acide nitrique* et nitrates (caractérisés aux essais qualitatifs).

c) *L'acide nitreux* et nitrites (caractérisés aux essais qualitatifs).

A) **Azote.** — L'azote ammoniacal et albuminoïde se dosent de la façon suivante :

α) *Azote ammoniacal* : On se sert d'un appareil distillatoire dont le tube effilé du réfrigérant plonge de 2 ou 3 millimètres dans un verre contenant un certain volume connu de solution centinormale d'acide sulfurique (20° par exemple).

Introduire 1500° d'eau dans le ballon de l'appareil, ajouter 10 grammes de magnésie récemment calcinée, distiller lentement et recueillir le distillat dans les 20° d'acide sulfurique centinormal.

Quand les produits de la distillation ne sont plus alcalins au tournesol, enlever le tube réfrigérant de l'appareil et arrêter le feu, laver ce tube avec de l'eau distillée en ajoutant les eaux de lavage au liquide distillé.

Ajouter à ce dernier quatre gouttes de phéno-phtaleïne en solution et titrer au moyen de la soude centinormale l'acide restant

$$\left(1^{\text{cc}} \text{ soude } \frac{N}{100} = 0^{\text{sr}}00049 \text{ So}^{\text{t}}\text{H}^{\text{s}} \right).$$

Soit N^{cc} de soude, sachant à combien d'acide sulfurique correspond 1^{cc} de la solution de soude ($0^{\text{sr}}00049$), on a $N \times 0^{\text{sr}}00049 = x \text{ So}^{\text{t}}\text{H}^{\text{s}}$.

Ce produit retranché de $0^{\text{sr}}008$ donnera la quantité d'acide saturé par l'ammoniaque et le nouveau nombre obtenu multiplié par 0.017 , donnera la quantité d'ammoniaque contenue dans 1500^{cc} d'eau à analyser : soit $0.008 - (N \times 0^{\text{sr}}00049) \times 0.017$, on ramènera au litre par le calcul.

Dans le cas ou au lieu de l'ammoniaque on veut avoir le poids d'azote on a :

$0.008 - (0^{\text{sr}}00049 \times N) 0.014 = \text{poids d'azote de la prise d'essai.}$

β) *Azote albuminoïde* : Au résidu de la distillation précédente, refroidi, ajouter 10^{cc} de lessive de soude, puis 10 grammes de permanganate de potasse dissous dans 100^{cc} eau distillée bouillante.

Distiller lentement, recueillir le liquide distillé dans 20^{cc} acide sulfurique centinormal.

Continuer comme précédemment.

Exprimer les résultats en milligrammes d'azote par litre d'eau :

1 milligramme d'ammoniaque = $0^{\text{ms}}823$ azote.

Limites de potabilité.

	Azote ammoniacal.	Azote albuminoïde.
	—	—
Eau pure	traces	néant
— potable	moins de 1^{ms}	moins de $1/10^{\text{ms}}$
— suspecte	de 1 à 2^{ms}	de $1/10$ à $1/20^{\text{ms}}$
— mauvaise	plus de 2^{ms}	plus de $2/10^{\text{ms}}$

B) **Acide nitrique** (procédé Grandval et Lajoux). — Ce procédé repose sur la transformation du phénol en acide picrique par l'acide azotique, et sur l'intensité de coloration du picrate d'ammoniaque.

On commence par préparer le réactif sulfo-phénique :

Phénol pur	3 grammes.
Acide sulfurique monohydraté.	37 —
puis une solution titrée d'azotate de potasse :	
Azotate de potasse.....	0 ^{sr} 936
Eau distillée.....	1000 ^{cc} .

Cette quantité correspond à 0^{sr}50 Az²Oⁿ ou à 0^{sr}129 Az —
Avec ces solutions on prépare la liqueur type de picrate d'ammoniaque de titre connu à 9^{sr}360 par litre.

Pour cela, peser exactement 9^{sr}360 de nitrate de potasse pur, les dissoudre dans un peu d'eau distillée, évaporer à sec la solution au bain-marie et traiter le résidu sec par dix gouttes de réactif sulfo phénique puis par un excès d'ammoniaque.

Ajouter à cette solution jaune, quantité suffisante d'eau distillée pour obtenir 1000^{cc} à ± 15°.

1^{cc} de cette solution correspond à 0^{sr}009360 Azo³K et à 0^{sr}005 anhydride azotique (Az²O^s).

Pour doser l'acide nitrique dans une eau, évaporer lentement au bain-marie 10^{cc} de cette eau et faire sur le résidu la réaction du picrate d'ammoniaque, telle qu'on l'a faite sur le résidu de l'évaporation de la solution de nitrate de potasse; étendre la solution jaune obtenue à 50^{cc} (ou à un volume moindre, mais bien déterminé si la coloration est faible); placer cette solution dans un tube de verre jaugé à 50^{cc}.

D'autre part placer dans un tube de verre identique au premier 49^{cc} d'eau distillée bien exempte de nitrates et colorer cette eau en lui ajoutant goutte à goutte la solution type de picrate d'ammoniaque (à 9^{sr}360 par litre) contenue dans une burette graduée, jusqu'à ce que la coloration du deuxième tube soit identique à celle du premier.

La quantité de nitrate de potasse ou d'anhydride azotique contenue dans 10^{cc} d'eau à analyser sera facilement déduite du nombre de centimètres cubes de solution de picrate d'ammoniaque employée pour colorer le deuxième tube et rendre sa coloration identique à celle du premier.

Le Comité consultatif d'hygiène de France admet les limites de potabilité suivantes en nitrate de potasse (Azo³K).

Eau pure	0
— potable.....	de 0 à 15 ^{ms} par litre.
— suspecte.....	de 15 à 30 ^{ms} —
— mauvaise....	plus de 30 ^{ms} —

C) **Acide nitreux** (procédé Tiemann et Preuss). — Ce procédé est basé sur la coloration brune, qui se manifeste lorsque

le chlorhydrate de métaphénylène Diamine se trouve en contact de l'acide nitreux ou des nitrites.

On prépare les solutions suivantes :

1° Solution type de métaphénylène diamine :

Chlorhydrate de métaphénylène diamine	5 gr.
Acide sulfurique normal	10 cc.
Eau distillée, q. s. pour	1000 c ³

On décolore cette solution au noir animal, on filtre et on la conserve dans l'obscurité.

2° Solution titrée d'azotite de potassium :

On dissout 0 gr. 406 d'azotite d'argent pur dans l'eau bouillante, on précipite la solution par une quantité équivalente de NaCl, on dilue à un litre, on laisse déposer le chlorure d'argent, on décante.

1^{cc} de cette solution équivaut à 0^o0001 d'anhydride azoteux Az²O³ (solution forte).

On prélève 10^{cc} de cette solution et on les étend à un litre ; on a ainsi une solution faible dont 1^{cc} correspond, à un centième de milligramme d'Az²O³.

Pour doser l'acide nitreux on compare la coloration prise par l'eau à celle que communique 1^{cc} de solution de métaphénylène diamine, à un volume connu de la solution titrée d'Azo²K additionnée de 1^{cc} So⁴H² dilué 1/2.

On se sert de 4 tubes jaugés à 100^{cc}.

Dans le premier tube (1), on verse 1^{cc} de solution type + 1^{cc} So⁴H² dilué + 100^{cc} eau.

Dans le deuxième tube (2), on verse 1^{cc} de solution type + 1^{cc} So⁴H² + 0^{cc}5 sol. faible + 100^{cc} eau.

Dans le troisième tube (3), on verse 1^{cc} de solution type + 1^{cc} So⁴H² + 1^{cc} sol. faible + 100^{cc} d'eau.

Dans le quatrième tube (4), on verse 1^{cc} de solution type + 1^{cc} So⁴H² + 2^{cc} sol. faible + 100^{cc} eau.

On agite les tubes, et au bout d'une demi heure, on compare les colorations.

Si le liquide contenu dans le tube 1 = colorat. de 4, c'est que 100^{cc} d'eau renferment 2 centièmes de millig. Az²O³.

S'il est intermédiaire entre 3 et 4 la quantité d'Az²O³ contenue dans 100^{cc} d'eau est comprise entre 0mg01 et 0mg02.

Si le liquide contenu dans le tube 1 est plus coloré que celui contenu dans le tube 4, il faut recommencer l'opération en employant des volumes plus grands d'azotite alcalin, jusqu'à ce qu'on obtienne des nuances égales.

On doit rejeter une eau qui contient plus de 0mg 02 d'acide nitreux, c'est-à-dire des traces.

Le comité consultatif d'hygiène de France admet comme limites de potabilité des nitrites (en nitrite de potasse), les chiffres suivants :

Eau pure	0
— potable	0
— suspecte	traces
— mauvaise	quantité appréciable

Voici enfin une méthode due à M. Robin, qui permet de se passer de tube gradué :

La méthode proposée par M. Robin repose sur ce fait qu'en ajoutant à une solution d'un nitrite de l'iodeure de potassium pur, exempt d'iodate, puis de l'acide acétique, il y a mise en liberté d'une quantité d'iode qui est invariable pour une quantité donnée d'acide nitreux ; l'iode libre est dosé à l'aide de l'hyposulfite de soude.

Mode opératoire. — Si l'eau n'est pas limpide, on la filtre : si elle est colorée, on l'additionne de sulfate d'alumine, puis de carbonate de soude ; on peut encore ajouter à 100^{cc} d'eau, 2^{cc} d'acide acétique cristallisable et distiller 50^{cc}. Si l'eau contient de l'acide sulfhydrique, on en traite 125^{cc} par le sulfate d'argent ; on filtre et on distille 50^{cc}.

On prend donc 50^{cc} de l'eau à examiner, qu'on additionne de 2^{cc} d'une solution d'iodeure de potassium à 20 p. 100 ; on ajoute ensuite 2^{cc} d'acide acétique cristallisable ; on agite et on laisse au repos pendant une demi-heure ; après avoir ajouté un peu d'empois d'amidon, on dose l'iode libre avec une solution d'hyposulfite de soude pure, préparer en étendant à un litre 50^{cc} de la solution décimale (à 24^{cc} 764 par litre) ; on cherche ensuite dans le tableau ci-dessous la quantité d'acide nitreux par litre.

Centim. cubes d'hyposulfite.	Acide nitreux par litre.	Centim. cubes d'hyposulfite.	Acide nitreux par litre.	Centim. cubes d'hyposulfite.	Acide nitreux par litre.	Centim. cubes d'hyposulfite.	Acide nitreux par litre.
	Milligr.		Milligr.		Milligr.		Milligr.
0.4	0.1	8.7	3	13.3	2.7	16.4	3.3
0.9	0.2	8.8	6	13.7	2.8	16.5	3.4
1.4	0.3	8.9	9	14.2	2.9	16.6	3.5
2.1	0.4	9.0	12	14.4	2.9	16.8	3.6
2.7	0.5	10.5	15	14.9	3.0	17.0	3.7
3.3	0.6	11.1	18	15.3	3.1	17.3	3.8
4.3	0.7	11.6	21	15.8	3.2	17.4	3.9
4.9	0.8	11.9	24	15.9	3.2	17.5	4.0
5.6	0.9	12.2	27	16.0	3.3	17.6	4.1
6.6	1.0	12.7	30	16.3	3.6	17.7	4.2

Si l'eau prenait immédiatement une coloration jaune ou brune, il faudrait l'étendre d'eau distillée pure.

**Groupements hypothétiques des éléments.
Calcul des analyses.**

En règle générale on indiquera les résultats de l'analyse de l'eau de la façon suivante :

Les oxacides sous formes d'acides anhydres ;

Les métaux sous formes de chlorures ;

Le Cl, H²S AzH³ seront indiqués tels quels.

Lorsqu'on fera l'appréciation de l'eau au point de vue hygiénique seulement, on s'abstiendra de faire des groupements, d'autant plus que dans les eaux fortement contaminées, les bases minérales ne suffisent pas pour la combinaisons des acides.

Dans le cas ou un groupement hypothétique semble désirable, on se base sur les données suivantes :

1° On combine d'abord le chlore, au sodium, puis au calcium, puis au magnésium.

2° On combine l'acide sulfurique à la chaux et s'il en reste, à la magnésie, puis à la soude.

3° On combine l'acide azotique à l'ammoniaque, puis à la chaux ou (si toute la chaux a été combinée à SO₂) à la magnésie (à moins que l'eau ne soit fortement contaminée, dans ce cas on unit le reste d'acide azotique, non à la chaux mais à des bases organiques non volatiles).

4° On laisse la silice, l'alumine et l'acide azoteux libres.

5° On transforme enfin les carbonates en bicarbonates et on calcule CO₂ *demi combiné* comme il est dit précédemment ; puis CO *libre et combiné*.

Pendant si la réaction de l'eau réduite à un petit volume est alcaline c'est qu'il y a des carbonates de soude, sulfate de soude ou NaCl, la chaux, la magnésie, le fer sont complètement à l'état de carbonates neutres.

Coefficients d'analyse pour les cas les plus habituels :

Corps trouvé.	Corps cherché.	Coefficient.
K	{ KOH	1.229
	{ KO	1.206
KOH	K	0.8302
Na	NaO	1.347
NaO	Na	0.7422

Ca	CaO	1.400
CaO	Ca	0.7142
Mg	MgO	1.666
MgO	Mg	0.600
Fe ² O ³	{ Fe ²	0.700
	{ FeO	0.900
Nacl	{ Na × 1.5389 = Cl équivalent.	
	{ Cl × 0.650 = Na équivalent.	
So ³ Cao	{ So ³ × 0.700 = Cao correspondant.	
	{ Cao × 1.428 = So ³ correspondant.	
2(Co ²)Nao	{ Nao × 1.419 = Co ² correspondant.	
	{ Co ² × 0,700 = Nao correspondant.	
2(Co ²)Ko	{ Ko × 1.07 = Co ² correspondant.	
	{ Co ² × 0.933 = Ko correspondant.	
So ³ Mgo	{ So ³ × 2 = Mgo correspondant.	
	{ Mgo × 0.500 = So ³ correspondant.	
So ³ Nao	{ So ³ × 0.770 = Nao correspondant.	
	{ Nao × 1.288 = So ³ correspondant.	
2(Co ²)Cao	{ Cao × 1.570 = Co ² correspondant.	
	{ Co ² × 0.636 = Cao correspondant.	
2(Co ²)Mgo	{ Mgo × 2.20 = Co ² correspondant.	
	{ Co ² × 0.4094 = Mgo correspondant.	

Exemple de groupement hypothétique.

Les données suivantes ont été fournies par l'analyse (1) :

1° **Acide carbonique total.** . . 0^{rr}3928

2° **Acide sulfurique (SO³).** . . 0 2196

3° **Acide chlorhydrique (Hcl).** 0^{rr}1116

Soit Cl = Hcl × $\frac{35,5}{36,5}$ = 0,972, soit 0,972 × 0,1116 = 0^{rr}108.

4° **Soude (Nao)** 0^{rr}4395 :

Soit Na = 0^{rr}4395 × $\frac{Na = 23,04}{Nao = 31,04}$ = 0,7422 = 0^{rr}326

5° **Potasse (Ko)** 0^{rr}0067 :

Soit K = 0^{rr}0067 × $\frac{K = 39,13}{Ko = 47,13}$ = 0,714 = 0^{rr}00556

6° **Chaux (Cao)** 0^{rr}0566 :

Soit Ca = 0^{rr}0566 × $\frac{Ca = 20}{Cao = 28}$ = 0,714 = 0^{rr}0040

7° **Magnésie (Mgo)** 0^{rr}0017 :

Soit Mg = 0^{rr}0017 × $\frac{Mg = 12}{Mgo = 20}$ = 0,600 = 0^{rr}00102

(1) Les chiffres ont été forcés à dessein, pour permettre d'établir les exemples.

8° Silice (SiO₂) 0^{rr}1121 :

9° Oxyde de fer (Fe²O₃) 0^{rr}0019 :

$$\text{Soit Fe} = 0^{rr}0019 \times \frac{\text{Fe}^2 = 56}{\text{Fe}^2\text{O}^3 = 80} = 0,700 = 0^{rr}00133$$

$$\text{Et FeO} = 0^{rr}0019 \times \frac{\text{FeO} = 36}{\text{Fe}^2\text{O}^3 = 80} = 0,900$$

Nous pouvons grouper les éléments de la façon suivante :

α) Transformons tout So³ en sulfate de soude So³NaO.

On a :

So ³ trouvé.	0 ^{rr} 2196
NaO correspondant	0 1700
So ³ NaO.	0 3896

Pour trouver le poids de NaO correspondant à So³, nous posons :

$$\text{So}^3\text{NaO} \dots \left\{ \begin{array}{l} \text{So}^3 = 40 \\ \text{NaO} = 31,04 \end{array} \right.$$

$$\text{D'où :} \quad \text{So}^3 \text{ trouvé} \times \frac{31,04}{40} = 0^{rr}1700$$

Car si 40 grammes So³ correspondent à 31,04 NaO
1 gramme correspondra à 31,04

$$\text{et X à} \quad X \times \frac{31,04}{40} = 0,770 : \text{ donc } 0,2196 \times 0,770 = 0,1700$$

β) Tout So³ est ainsi employé, mais il reste encore de la soude ; nous pouvons la combiner avec le Cl à l'état de NaCl de la façon suivante :

Poids de Cl trouvé.	0 ^{rr} 1080
Na correspondant	0 0700
NaCl	0 ^{rr} 1780

$$\text{Car on a NaCl.} \dots \left\{ \begin{array}{l} \text{Na} = 23,04 \\ \text{Cl} = 35,46 \end{array} \right.$$

D'où :

$$0^{rr}108 \times \frac{23,04}{35,46} = \text{Poids de Na correspondant} = 0^{rr}700$$

0^{rr}108 de Cl correspondant à 0^{rr}1116 Hcl, tout cet acide est employé.

Reste-t-il de la soude (NaO) ?

On a :

NaO employée avec So ³	0 ^{rr} 1700
Id. Cl	0,0943
	0 ^{rr} 2643

car pour avoir le poids de NaO correspondant à Na, on a :

$$\text{Poids de Na} \times \frac{31,04 (\text{NaO})}{23,04 (\text{Na})} = 1,347 = 0,0943$$

Donc : Poids de NaO trouvé à l'analyse.	0 ^{rr} 4395
Id. employé.	0 2643
Poids de soude restant.	0 ^{rr} 1752

γ) Il reste à employer 0^{rr}1752 de NaO; calculons-le à l'état de bicarbonate. On a :

$$\begin{array}{r} \cdot \text{ Soude.} \quad \quad \quad 0^{\text{rr}}1752 \\ \text{Co}^{\text{s}} \text{ correspondant.} \quad \quad \quad \underline{0 \ 2486} \\ \text{Bicarbonate de soude.} \quad \quad \quad 0^{\text{rr}}4238 \end{array}$$

Pour faire ce calcul on peut opérer de deux façons :

Ou bien chercher le poids de Co^s nécessaire pour transformer NaO en bicarbonate 2 (Co^s), NaO et on a :

$$2 (\text{Co}^{\text{s}}) \text{ NaO} = \begin{cases} 2 (\text{Co}^{\text{s}}) = 44 \\ \text{NaO} = 31,04 \end{cases}$$

$$\text{D'où } \frac{44}{31,04} = 1,419 \times \text{NaO} = \text{Co}^{\text{s}} \text{ correspondant} = 0,2486$$

Ou bien chercher le poids de bicarbonate de soude correspondant à celui de soude trouvé; on en déduit Co^s pour différence; ainsi, ici on a :

$$2 (\text{Co}^{\text{s}}) \text{NaO} = \begin{cases} 2 (\text{Co}^{\text{s}}) = 44 \\ \text{NaO} = 31,04 \end{cases}$$

$$\text{D'où } \frac{31,04}{75,04} = \frac{0,1753}{x} \quad \text{d'où } x = \frac{0,1753 \times 75,04}{31,04} = 0,4237$$

et soude trouvée 0,1753.

Bicarbonate de soude correspondant 0^{rr}4237.

Co^s par différ. 0,4237 — 0,1753 = 0,2484

Il ne reste plus de soude, mais il reste encore Co^s.

δ) Transformons la potasse en bicarbonate; nous aurons comme plus haut :

$$2 (\text{Co}^{\text{s}}) \text{Ko} = \begin{cases} 2 (\text{Co}^{\text{s}}) = 44 \\ \text{Ko} = 47 \\ \hline 91 \end{cases}$$

D'où : 1°

$$\frac{44}{47} = 1,07 \times \text{poids de potasse } 0^{\text{rr}}0067 = \text{Co}^{\text{s}} \text{ correspondant}$$

Et potasse trouvée 0 0067

Co^s correspond 0 0062

Bicarbonate de potasse. 0^{rr}0129

$$2^{\circ} \quad \frac{0^{\text{rr}}0067 \times 91}{47,10} = 0^{\text{rr}}0129$$

Donc :

$$\left. \begin{array}{l} \text{Potasse} \quad \quad \quad 0^{\text{rr}}0067 \\ \text{Bicarbonate de potasse correspondant.} \quad \quad \quad 0 \ 0129 \end{array} \right\} \text{Co}^{\text{s}} \text{ par diff. } 0^{\text{rr}}0062$$

ε) Il ne reste plus de potasse; prenons la chaux et transformons-la en bicarbonate; nous aurons encore :

$$2 (\text{Co}^{\text{s}}) \text{CaO} = \begin{cases} 2 (\text{Co}^{\text{s}}) = 44 \\ \text{CaO} = 28 \\ \hline 72 \end{cases}$$

$$\frac{0^{\text{rr}}0566 \times 72}{28} = 0^{\text{rr}}1455$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Cao trouvée.} \quad \quad \quad 0^{\text{rr}}0566 \\ \text{Bicarbonate correspondant } 0 \ 1455 \end{array} \right\} \text{Co}^{\text{s}} \text{ par différence } 0^{\text{rr}}0889$$

ζ) Il nous reste la magnésie et le fer, que nous pouvons transformer en bicarbonates, comme précédemment.

On a :

$$2 (\text{Co}^2) \text{ MgO} = \left\{ \begin{array}{l} 2 (\text{Co}^2) = 44 \\ \text{Mgo} = 20 \\ \hline 64 \end{array} \right.$$

Bicarbonate correspondant :

$$\frac{0^{\text{r}}0017 \times 64}{20} = 0^{\text{r}}0054$$

Mgo trouvée. $0^{\text{r}}0017$ } Co^2 par différence $0^{\text{r}}0037$
 Bicarbonate correspondant. . . $0\ 0054$

Pour le fer nous aurons :

$$2 (\text{Co}^2) \text{ FeO} = \left\{ \begin{array}{l} 2(\text{Co}^2) = 44 \\ \text{FeO} = 36 \\ \hline 80 \end{array} \right.$$

$$\frac{0^{\text{r}}0017 \text{ FeO} \times 80}{36} = 0^{\text{r}}0042$$

Donc FeO trouvé. $0^{\text{r}}0017$ } Co^2 par différence $0^{\text{r}}0025$
 Bicarbonate de fer correspondant. $0\ 0042$

τ) Que reste-t-il de Co^2 ?

Nous avons :

Employé avec NaO.	$0^{\text{r}}2486$
— Ko	$0\ 0062$
— CaO.	$0\ 0889$
— MgO	$0\ 0037$
— FeO.	$0\ 0025$
	$0^{\text{r}}3499$

Or Co^2 trouvé $0^{\text{r}}3928$

— utilisé $0\ 3499$

Par différence $0\ 0429$ Co^2 libre

On pourra déduire l'acide demi-combiné ; on a :

Co^2 total $0\ \text{gr. } 3928$.

Co^2 des carb. neutres néant $0^{\text{r}}3499$ Co^2 demi-combiné
 $0^{\text{r}}3928$ Co^2 combiné

Acide demi-combiné $0\ 3499$

Par différence . . . $0^{\text{r}}0429$ Co^2 libre

Comme il n'y a pas de carbonates neutres, l'acide combiné est égal à l'acide total.

Résultats :

Co^2 total	$0^{\text{r}}3928$	
libre	$0\ 0429$	} $0,3928$
1/2 combiné	$0\ 3499$	
Combiné	Néant	
Sulfate de soude	$0\ 3896$	
NaCl chlorure de sodium	$0\ 1780$	
Bicarbonate de soude	$0\ 4238$	
— potasse	$0\ 0129$	
— chaux	$0\ 1455$	
— magnésic	$0\ 0054$	
— fer	$0\ 0042$	
Silice	$0^{\text{r}}1121$	

4° Examen microscopique.

L'examen microscopique exige l'emploi des réactifs suivants :

Acide osmique : solution aqueuse à 1 %.

Acide acéto-chromo-osmique : mélanger 20^{cc} de la solution précédente avec 20^{cc} de solution d'acide osmique à 5 % et 1^{cc} acide acétique cristallisable.

Eosine : solution aqueuse à 0^{gr}50 d'éosine pour 45 grammes d'eau et 5 grammes de glycérine.

Picro-carminate d'ammoniaque : Solution aqueuse à 1 %.
Chloro-iodure de zinc.

Solution aqueuses : de vert de Méthyle à 1/100^e avec 2 grammes acide acétique cristallisable ; de violet dahlia 1/100^{cc} ; d'iode à 0^{gr}50 pour ceut avec 1 gramme KI.

Pour procéder à l'examen microscopique de l'eau, on laisse se rassembler le dépôt qu'elle contient, dans un verre conique ou un tube effilé ; on peut également employer l'appareil à centrifuger. Quelques chimistes ajoutent à l'eau pour favoriser le dépôt, quelques centimètres cubes de la solution d'acide osmique, mais il faut se souvenir que cet acide s'il fixe facilement les microbes, altère certains infusoires et gêne souvent les réactions ultérieures.

La technique de l'examen microscopique consiste à placer dans plusieurs verres de montre une certaine quantité du dépôt et à ajouter dans chacun 2 ou 3 gouttes de la solution de vert de méthyle ou de violet dahlia, puis autant d'une solution aqueuse de chloral des pharmaciens à 25 grammes pour 50^{cc} d'eau et 50^{cc} de glycérine. On agite doucement et on laisse au repos pendant 3 heures. On place une goutte du liquide sur une lame porte objet puis on recouvre avec une lamelle.

On examine alors au microscope avec un grossissement de 50, puis de 100, de 150 et enfin de 350 diamètres.

Les algues et les infusoires se montre à 100 et 150 diamètres.

Les œufs d'helminthes, les débris de fibres musculaires se montrent entre 300 et 350 diamètres.

Les microbes ne sont vus qu'à des grossissements supérieurs.

Les éléments minéraux sont vus vers 50 diamètres.

Cette méthode générale d'examen montre souvent des organismes vivants mobiles ; il faut pour les reconnaître les

immobiliser et pour cela extraire doucement un peu de liquide de la préparation au moyen d'un papier buvard placé près de l'un des angles de la lamelle.

Pour l'étude et la reconnaissance des divers éléments montrés par le microscope, voir les traités spéciaux.

GOUPIL. — *Tableaux synoptiques pour l'analyse chimique des eaux et l'examen microscopique*. J.-B. Baillière, Paris.

BAUCHER. — *Analyse chimique et bactériologique des eaux potables et minérales*. Vigot, Paris.

OHLMULLER. — *Guide pratique pour l'analyse des eaux*, traduction du Dr Gautier. Baudry, Paris.

ÉTABLISSEMENT DES BULLETINS D'ANALYSE

(D'après Baucher.)

N° I. — Bulletin d'analyse sommaire.

RÉSULTATS	Une eau potable recueillie et expédiée dans de bonnes conditions doit présenter :
OBJET : Eau d'alimentation.	
I. — CARACTÈRES ORGANOLEPTIQUES :	Bonne. Nulle. Fraîche et agréable.
Limpidité	
Odeur	
Saveur	
II. — ANALYSE CHIMIQUE :	Neutre. 5 à 30°. Jusqu'à 500 ^{mg} par litre. Jusqu'à 66. Jusqu'à 3. Traces. Néant.
Réaction	
Degré hydrotimétrique total	
Résidu sec à 110°	
Chlorures en NaCl	
Matières organiques en oxygène emprunté au permanganate, en milieu acide (par différence)	
Ammoniaque salin et libre (qualitativement)	
Nitrites (qualitativement)	
III. — CONCLUSIONS :	

L'expert-chimiste,

N° 2. — Bulletin d'analyse complète.

OBJET :
Eau d'alimentation.

I. — CARACTÈRES ORGANOLEPTIQUES :

Limpidité
Odeur
Saveur
Couleur
Température
Conservation

II. — ANALYSE CHIMIQUE :

Réaction
Degré hydrotimétrique total
— — permanent
Résidu sec à 110°
Chlorures en NaCl
Sulfates en S¹⁰ de chaux
Matières organiques en } milieu
oxygène emprunté au } acide...
permanganate } milieu
alcalin..
Ammoniaque salin et libre
— albuminoïde
Nitrates en nitrate de potasse
Nitrites en nitrite de potasse
Oxygène dissous (en poids)

III. — EXAMEN MICROSCOPIQUE :

IV. — CONCLUSIONS :

RÉSULTATS	Une eau potable recueillie et expédiée dans de bonnes conditions doit présenter :
	Bonne. Nulle. Agréable. Incolore. 8 à 15°. Bonne.
	Neutre. 5 à 30°. 2 à 12°. Jusqu'à 500. Jusqu'à 66. Jusqu'à 50.
	Jusqu'à 3. Jusqu'à 2. Moins de 1. Néant. Jusqu'à 10. Néant. De 8 à 12 selon origine.
	Satisfaisant.

L'expert-chimiste,

Analyse rapide de l'eau par les comprimés.

MM. Pignet et Hue ont indiqué un procédé extrêmement simple de dosage des chlorures, de la matière organique, des nitrites, des nitrates, de l'ammoniaque salin et albuminoïde, ainsi que de détermination du degré hydrotimétrique des eaux d'alimentation, procédé qui peut rendre de grands services lorsqu'on est appelé à se prononcer rapidement sur la valeur d'une eau d'alimentation.

Le matériel nécessaire se compose de quelques tubes à essai, verres à expérience et d'une lampe à alcool. Les réactifs sont constitués par une série de neuf comprimés et de deux petits flacons de réactifs liquides.

Voici la technique des opérations :

1° *Chlorures*. — Dans 100^{cc} d'eau à analyser, on écrase et on fait dissoudre un comprimé de chromate jaune de potasse ; puis on ajoute un comprimé de nitrate d'argent. Si, après dissolution de ce dernier, la teinte jaune que l'eau avait prise sous l'action du premier comprimé, n'est pas passée au rouge, on ajoute un deuxième comprimé de nitrate d'argent, puis un troisième, puis un quatrième, etc., jusqu'à ce qu'un léger précipité rouge se produise.

Le nombre de comprimés de nitrate d'argent employé \times 0 gr. 010 = NaCl de un litre d'eau.

On ne doit pas, dans cette opération, obtenir après addition du dernier comprimé, un précipité rouge foncé ; si cela était, il faudrait diminuer le poids de chlorure trouvé de 0 gr. 005.

2° *Matières organiques*. — A 100^{cc} d'eau placés dans un ballon, ajouter un comprimé acide ; porter à l'ébullition et ajouter un comprimé de permanganate de potasse ; le faire dissoudre ; l'eau devient rose. Continuer l'ébullition un quart d'heure exactement ; si l'eau se décolore, ajouter immédiatement un deuxième comprimé de permanganate, puis un troisième, etc., jusqu'à ce que la coloration rose persiste.

α) Si avec un seul comprimé la décoloration a persisté, l'eau contient à peine 1 milligramme de matière organique par litre.

β) Si l'eau s'est décolorée avec le premier comprimé de permanganate et qu'elle soit restée colorée après addition du deuxième, cette eau contient de 1 milligr. 1/2 à 2 milligrammes de matières organiques ; si, au contraire, le deuxième comprimé n'a pas suffi pour la colorer, on a de 3 à 4 milligrammes de matières organiques par litre d'eau.

Chaque comprimé de permanganate correspond à 1 milligr. 1/2 de matières organiques par litre d'eau.

Quelquefois, après addition du deuxième ou du troisième comprimé, l'eau prend une teinte jaune qui masque la réaction, mais cela n'a pas d'importance, puisqu'on a dépassé la limite de potabilité de l'eau.

3° *Nitrites*. — Dans 100^{cc} d'eau à analyser, dissoudre un comprimé d'iodure, puis après dissolution, ajouter un comprimé acide que l'on a, au préalable, écrasé. Deux cas sont à considérer :

α) L'eau ne se colore pas après cinq minutes d'attente ; elle ne contient pas de nitrites.

β) L'eau prend une coloration bleue, et cette coloration se produira d'autant plus vite et sera d'autant plus intense que l'eau contiendra plus de nitrites.

Si la coloration, encore instantanée, n'atteint son maximum d'intensité qu'au bout de cinq minutes, c'est que l'eau renferme 1 milligramme de nitrites par litre.

Pour des proportions inférieures à 1 milligramme par litre, la coloration se produit plus lentement et est aussi moins intense, mais elle se manifeste toujours en moins de cinq minutes, même pour des traces de nitrites.

Enfin, on ne doit tenir aucun compte de la coloration qui se manifeste au bout d'une demi-heure.

La présence des nitrites dans l'eau suffit pour la faire rejeter de l'alimentation ; les autres essais deviennent donc pratiquement inutiles.

Nitrates. — Dans l'eau essayée pour les nitrates et qui n'a pas donné de coloration, ajouter un comprimé écrasé de zinc.

Deux cas sont à considérer :

α) Après cinq minutes d'attente, l'eau ne s'est pas colorée ; c'est qu'elle ne renferme pas de nitrates.

β) L'eau se colore en bleu.

Cette coloration bleue apparaît dès que le comprimé s'est dissous dans l'eau, et elle devient bleu foncé au bout d'une minute ; l'eau contient 0 gr. 100 de nitrates par litre.

Cette coloration bleue apparaît deux minutes après la dissolution du comprimé ; elle ne devient bleu foncé qu'au bout de cinq minutes. L'eau renferme 0 gr. 050 de nitrates par litre.

Cette coloration bleue ne se montre qu'au bout de quatre à cinq minutes ; l'eau renferme 0 gr. 015 de nitrates par litre ; c'est la limite de potabilité. (Ne pas confondre la teinte gris bleuâtre, que le comprimé de zinc communique à l'eau, avec la teinte franchement bleue due aux nitrates.)

Ammoniaque. — Pour cette recherche, on n'emploie pas de comprimés mais le réactif de Nessler.

Dans un ballon fermé par un bouchon de caoutchouc, traversé par un tube de verre coudé deux fois à angle droit, introduire 50^{cc} d'eau et un comprimé alcalin. Chauffer le ballon sur une lampe à alcool.

Distiller 10^{cc} de liquide dans un tube à essai (n° 1). Déboucher le ballon, le faire bouillir à l'air libre pendant cinq minutes ; le liquide qu'il contient se trouvera réduit à 30^{cc} environ ; le laisser refroidir, y ajouter un demi-centimètre cube de la solution alcaline de permanganate et recommencer à distiller ; recueillir 10^{cc} de liquide distillé dans deux tubes (n° 2 et 3).

Verser le contenu des tubes 1, 2, 3, dans trois capsules, et ajouter à chaque liquide un demi-centimètre cube de réactif de Nessler.

Si l'eau contient de l'ammoniaque, il se forme un précipité jaune foncé. Cette teinte, comparée aux teintes d'une gamme de couleurs établie par les auteurs du procédé, permet de connaître sans calculs, et

immédiatement, la quantité d'ammoniaque salin libre (tube n° 1) et d'ammoniaque albuminoïde (tubes n° 2 et 3) contenue dans un litre d'eau.

Détermination du degré hydrotimétrique. — A 40° d'eau, ajouter un comprimé de savon, agiter vivement. Si on n'obtient pas de mousse persistante, ajouter un deuxième comprimé, puis un troisième, etc.

Chaque comprimé correspond à 4° hydrotimétriques. Réduire le résultat final de 1° hydrotimétrique.

Si le dernier comprimé n'est pas complètement dissous, il est facile, d'après le volume qui en reste, de réduire de 1, 2, 3 degrés hydrotimétriques le résultat, selon que le quart, la moitié ou le tiers de ce comprimé n'auront pas été dissous.

Appendice aux Eaux potables

Glacé.

Une ordonnance de police du 18 décembre 1899 interdit de vendre ou de mettre en vente pour les *usages alimentaires*, de la glace qui ne donnerait pas, par fusion, de l'eau potable. Il est donc facile de caractériser l'eau de fusion de la glace ; dès l'arrivée au laboratoire, on sépare les morceaux de glace de l'eau dans laquelle ils baignent, et qui provient d'un commencement de fusion ; on les lave à l'eau distillée pour en séparer les corps étrangers qui pourraient les souiller, puis on abandonne la glace à la fusion.

L'eau de fusion devra être claire, limpide, sans odeur, exempte de matières en suspension. (Dans la congélation Co² se dégageant, l'eau de fusion est quelquefois troublée par des dépôts calcaires.)

On détermine enfin sur cette eau les éléments suivants :

Degré hydrotimétrique total.

Matières organiques.

Ammoniaque libre et albuminoïde.

Nitrates.

II

Boissons distillées.

Alcools et Eaux-de-vie, Alcoométrie.

Les alcools que l'expert en denrées peut avoir à examiner sont de deux sortes :

- 1° Les alcools d'industrie ;
- 2° Les eaux-de-vie ou spiritueux.

1° ALCOOLS D'INDUSTRIE.

Les alcools d'industrie proviennent de la distillation, des betteraves, mélasses, grains, etc. (1).

On ne livre à la consommation que les alcools *bon goût neutres*, c'est-à-dire des alcools ne contenant que des traces d'impuretés, débarrassés du mauvais bouquet d'origine et constitués presque uniquement par de l'alcool éthylique.

Désignations commerciales. — On emploie encore quelquefois pour désigner les alcools d'industrie, des nombres fractionnaires qui indiquent la quantité d'eau *en poids* qu'il faut ajouter au liquide alcoolique pour obtenir de l'alcool à 19° Cartier (50° centésimaux), ou preuve de Hollande, qui servait autrefois d'alcool type.

Tels sont les alcools :

3/5 : alcool marquant 29°5 Cartier (77°-78° centésimaux), mélangé dans la proportion de trois parties en poids avec deux parties en poids d'eau, il donne cinq parties en poids d'alcool à 19° Cartier (2) ;

(1) On appelle ces alcools d'industrie, quelle que soit le lieu de leur fabrication, *3/6 du Nord*, par opposition aux alcools *3/6 du Midi* qui sont des alcools de vin ; ces derniers sont très rares, car lorsqu'on veut distiller du vin, il y a plus avantage à faire des eaux-de-vie que des alcools concentrés.

(2) Voir tables IV et IV ter, pages 110 et 111.

3/6 : alcool à 33° Cartier (85° centésimaux);
3/7 : alcool à 35° Cartier (88° centésimaux);
Esprit rectifié à 36° Cartier (90° centésimaux);
3/8 : alcool à 37° Cartier (91° centésimaux);
3/9 : alcool à 42° Cartier (98° centésimaux).

En se basant sur leur pureté, on désigne les alcools d'industrie par les noms de : *extra-fins*, *surfins* et *fins*.

Caractères généraux. — Les alcools d'industrie sont des liquides titrant 90° à 96° centésimaux. Ils doivent être *neutres* à la dégustation, c'est-à-dire sans bouquet; ils ne doivent contenir ni aldéhydes (produits de tête), ni furfurol (produits de queue).

Les alcools bruts ont subi plusieurs rectifications pour en retirer des produits neutres, mais si les rectifications ont été mal conduites, les liquides distillés peuvent renfermer des produits étrangers; lorsqu'on distille de grandes quantités d'alcool, les premières portions distillées, de même que les dernières, sont plus riches en impuretés que les portions moyennes ou éthers (ou cœur). Les premières (produits de tête), sont souillées par des produits volatils (acides-aldéhydes); les dernières (produits de queue ou fusel) sont souillées principalement par des alcools supérieurs.

Enfin, leur acidité évaluée en acide acétique, ne doit pas dépasser 0^{se}03 par litre.

ANALYSE CHIMIQUE.

Indépendamment de la détermination du degré alcoolique, qui *se fait sur l'alcool lui-même* (voir alcoométrie, page 83), l'analyse des alcools d'industrie comprend :

- 1° La détermination des caractères organoleptiques;
- 2° La recherche des aldéhydes et du furfurol;
- 3° L'appréciation de la pureté;
- 4° Le dosage de l'acidité;
- 5° La recherche des altérations et des falsifications.

1° CARACTÈRES ORGANOLEPTIQUES.

L'alcool d'industrie à 95° doit être clair, transparent, incolore, droit en goût, d'une odeur franche, suave et pénétrante.

Sa densité à + 15° est 0,8164. La densité se détermine avec un densimètre ou même un alcoomètre (v. alcoométrie page 88).

Il doit être volatil sans résidu et neutre au tournesol.

Il ne doit pas se colorer lorsqu'on le mélange avec son volume de So^+H^2 ; il ne doit pas décolorer instantanément une solution (à 0^{gr}200 par litre) de permanganate de potasse.

2° RECHERCHE DES ALDÉHYDES ET DU FURFUROL.

A) *Aldéhydes* : α) Traiter l'alcool dans un tube à essai par KOH caustique à 15 o/o environ, chauffer; l'alcool dépourvu d'aldéhyde ne se colore pas; il se colore en brun plus ou moins foncé dans le cas contraire.

β) Traiter 10^{cc} d'alcool dans un tube à essai par le réactif suivant (quelques gouttes):

Azotate d'argent.....	3 grammes.
Ammoniaque.....	30 —
Après dissolution, ajouter la solution suivante	{ KOH 3 ^{gr}
	{ H ₂ O 30 ^{gr}

Si l'alcool contient seulement 1^o/100 d'aldéhyde, il a formation sur le verre d'un miroir, au bout de 1/2 minute.

γ) 10^{cc} d'alcool incolore sont traités par 4^{cc} de réactif suivant :

Eau distillée	100 ^{cc}
Bisulfite de soude (D = 1308)	10 ^{cc}
Solution aqueuse de fuchsine 1/1000	15 ^{cc}
Acide sulfurique pur.	1 ^{cc} 5

Coloration rouge plus ou moins intense (maximum au bout de vingt minutes), suivant la proportion d'aldéhyde.

B) *Furfurol*. — A 10^{cc} d'alcool, ajouter dix gouttes d'aniline pure et incolore et 1^{cc} d'acide acétique pur; au bout d'un quart d'heure, coloration rouge en présence du furfurol.

3° APPRÉCIATION DE LA PURETÉ.

a) Essai de Savalle. — A 10^{cc} d'alcool, ajouter 10^{cc}SO²H² monohydraté incolore à 66° B, agiter, chauffer jusqu'à ébullition tumultueuse, laisser refroidir. Un alcool d'industrie au titre de 90° au minimum, qui ne donne aucune coloration appréciable par ce procédé, et qui est *droit de goût*, peut être considéré comme pur.

b) Essai de Barbet. — Placer dans un ballon 50^{cc} d'alcool de 90 à 96°, porter à + 18° et verser rapidement 2^{cc} de MnO⁴K à 0 gr. 200 par litre (on peut préparer cette solution en ajoutant à 15^{cc} H²O distillée, 1^{cc} MnO⁴K $\frac{N}{10}$ (noter l'heure

exacte du mélange d'alcool et de caméléon), la teinte violacée du début, due au permanganate, diminue peu à peu et finit par disparaître ; lorsque la teinte est devenue *saumon pâle*, comparable à celle obtenue en dissolvant 0 gr. 025 de chlorure de cobalt et 0 gr. 028 d'azotate d'urane dans 50^{cc} d'eau, noter l'heure exacte.

Cette teinte est obtenue entre zéro et une minute, avec les alcools ordinaires ; entre une et quinze minutes, avec les alcools surfins ; après un quart d'heure, avec les alcools extra-fins.

Les alcools purs ne doivent décolorer le caméléon qu'après au moins quelques minutes ; au-dessous d'une minute, l'alcool doit être considéré comme impur.

4^o DOSAGE DE L'ACIDITÉ.

A 50^{cc} d'alcool, ajouter deux gouttes de phtaléine phénol en solution alcoolique 1 0/0, puis la solution normale décime de soude placée dans une burette graduée jusqu'à coloration rose : soit N^{cc} de solution alcaline employés.

$N \times 0,120 = \text{acidité par litre en } C^2H^4O^2.$

On se contente, pour l'essai courant des alcools, des déterminations précédentes ; une analyse complète sera faite d'après les procédés indiqués aux eaux-de-vie.

Le laboratoire de la régie Suisse résume ainsi les caractères des alcools d'industrie :

	Extra-fins.	Surfins.	Fins.
Acidité	0 ⁵⁷ 03	0 ⁵⁷ 03	0 ⁵⁷ 03
Aldéhydes	0	0	0 ⁵⁷ 10 max.
Furfurol	0	0	0
Essai-Barbet	55'	42'	13'

5^o RECHERCHE DES ALTÉRATIONS ET DES FALSIFICATIONS.

A) *Les altérations des alcools sont de trois sortes :*

1^o Les altérations provenant d'une rectification incomplète ; ce sont les impuretés alcooliques que l'on recherchera et dosera, s'il est nécessaire, comme il est dit aux eaux-de-vie.

2^o Altérations spontanées. — a) *Acide acétique* provenant de l'action de l'air sur l'alcool. Dans ce cas, l'alcool rougit le tournesol ; saturé par la potasse et évaporé à siccité, il laisse un résidu qui, traité par SO⁴H² dégage C²H⁴O², reconnaissable à son odeur.

β) *Goût de fût* accompagné d'une coloration rougeâtre provenant des fûts dans lesquels l'alcool est conservé. Les alcools ainsi colorés verdissent ou bleuissent par l'acétate de plomb et par les alcalis. On leur enlève leur couleur par addition de charbon animal (5 o/o du poids du liquide).

3° Altérations par les sels métalliques :

Sels de plomb et de cuivre provenant des estagnons en cuivre, étamés anciennement, et attaqués par $\text{C}^{\text{II}}\text{O}^{\text{II}}$, ou de l'appareil distillatoire.

Sels de zinc provenant d'un séjour prolongé de l'alcool dans des vases métalliques.

Ces altérations seront recherchées, sur l'alcool concentré par évaporation, suivant les méthodes usuelles de l'analyse chimique.

B) *Les falsifications sont de deux sortes :*

1° Abaissement du titre. Cette falsification a pour but de tromper l'octroi, en ajoutant à l'alcool des substances qui abaissent son titre, ou des matières qui le rendent infect.

Le titrage de l'alcool, au moyen de l'alcoomètre, ne peut donner d'indications exactes dans le premier cas, lorsque l'alcool contient des produits étrangers comme le *chlorure de calcium* qu'on lui ajoute quelquefois dans le but d'augmenter sa densité, de diminuer sa force, et, par suite, de tromper l'octroi, en payant un droit d'entrée moins élevé.

Cette substance sera reconnue en évaporant une certaine quantité d'alcool, reprenant le résidu par l'eau et recherchant dans la solution *la chaux*, par l'oxalate d'ammoniaque, et les *chlorures* par l'azotate d'argent.

Si on s'est servi d'eau ordinaire pour allonger l'alcool, on reconnaîtra cette addition aux sels contenus dans le mélange (1). L'abaissement du titre se pratique quelquefois avec un produit connu sous le nom d'*esprit mauvais goût*, qui provient de résidus de distillation, ou par l'addition d'essence de térébenthine ou de pétroles légers.

L'odeur seule suffira à déterminer cette falsification. De plus, l'alcool falsifié, agité avec de l'eau simple et salée, la rend laiteuse ou opaline.

2° Addition de composés qui masquent la présence de l'alcool, afin qu'il passe en franchise.

(1) Sulfates ; Chlorures ; Azotates ; Sels de chaux.

Pour découvrir l'alcool dans un mélange, on ajoute à ce mélange de l'azotate acide de mercure, qui est ramené partiellement à son minimum d'oxydation, de sorte qu'en additionnant ensuite l'alcool d' AzH^3 , on obtient un précipité noir, d'autant plus foncé que l'alcool éthylique est en plus grande quantité dans le produit suspect [Jacquemart] (1).

Recherche de l'esprit de bois et de l'alcool amylique dans l'alcool du commerce. — Cette recherche est quelquefois nécessaire lorsqu'il y a lieu de supposer que l'alcool examiné provient d'un alcool dénaturé. MM. Portes et Ruyszen indiquent le procédé suivant, pour rechercher l'esprit de bois dans l'alcool :

A 10^{cc} d'alcool à essayer, ajouter 5^{cc} d'une solution alcoolique de KOH caustique, 3^{cc} d'alcool ammoniacal et quelques gouttes de réactif de Nestler.

Avec l'alcool pur, précipité rouge brique.

— additionné d'alcool méthylique, précipité jaune pâle ou blanc.

Pour rechercher l'alcool amylique, ajouter à l'alcool son volume d'éther, agiter, puis ajouter au mélange un volume d'eau égal au sien.

L'éther se sépare, entraînant avec lui l'alcool amylique. Il suffit de laisser évaporer l'éther pour percevoir l'odeur de l'alcool amylique. On peut encore chauffer le résidu à l'ébullition avec de l'acétate de soude et de l'acide sulfurique. Il se produit de l'acétate d'amyle à odeur de poire.

2° SPIRITUEUX OU EAUX-DE-VIE

On désigne ainsi des liquides alcooliques faibles, marquant environ 50^o centésimaux et aptes à être consommés en nature.

Ces liquides ont deux origines.

Ce sont soit des alcools retirés directement des liquides fermentés naturels, vin, cidre, etc., soit des coupages obtenus en dédoublant, avec de l'eau, les alcools d'industrie; on les classe alors en :

1^o *Eaux-de-vie naturelles* (cognac, rhum, kirsch, marc, etc.).

2^o *Eaux-de-vie artificielles*, d'industrie, ou *dédoublés*.

(1) Ce procédé étant breveté, il faut se reporter à l'instruction de M. Jacquemart pour le mode opératoire.

Caractères généraux. — Les eaux-de-vie naturelles jeunes et les dédoublés, constituent des liquides incolores renfermant quelques millièmes, par litre, d'impuretés (acides, aldéhydes, etc.).

Vieilles ou « faites », les eaux-de-vie naturelles possèdent toujours un bouquet dû aux impuretés alcooliques ; mais ces impuretés sont nécessaires ; on ne peut donc les considérer comme étrangères à l'eau-de-vie.

Les eaux-de-vie artificielles, au contraire, étant sans bouquet naturel, ne doivent pas contenir d'impuretés ; on appelle « factices » les eaux-de-vie artificielles additionnées d'essences, de sauces destinées à leur donner un bouquet.

Donc : alors que les eaux-de-vie naturelles peuvent et doivent contenir des impuretés alcooliques, pourvu que la teneur n'en soit pas trop élevée, les eaux-de-vie artificielles n'en doivent pas contenir et doivent répondre à la même composition que les alcools dont elles dérivent.

Analyse chimique. — Elle comprend :

- 1° La dégustation ;
- 2° Le titrage de l'alcool ;
- 3° Le dosage de l'extrait sec et de l'acidité ;
- 4° La recherche des produits minéraux ;
- 5° Le dosage du sucre ;
- 6° La recherche et le dosage des principes dits « impuretés alcooliques » ;
- 7° Recherche des altérations et falsifications.

1° *Dégustation.* — α) Par l'odorat : Verser quelques gouttes de liquide dans les mains, frotter les mains l'une contre l'autre puis aspirer fortement les mains portées sous les narines, il reste un bouquet qu'il est facile d'apprécier ; on peut ainsi différencier les eaux-de-vie de vin des eaux-de-vie d'industrie. « Dans les premières, le bouquet est nettement accusé, il a toujours une certaine finesse et il persiste un certain temps ; dans les secondes, on trouve quelquefois un arôme particulier sensiblement appréciable, mais toujours très fugace ».

β) Dégustation proprement dite : Les eaux-de-vie titrant 50° peuvent être dégustées directement.

L'eau-de-vie d'industrie a une saveur brûlante qui sèche le palais et ne lui laisse aucune impression agréable.

L'eau-de-vie de vin, au contraire, a toujours de la finesse et un arôme qui rappelle le fruit, il laisse au palais l'impression d'une chaleur agréable, non brûlante.

2° *Titrage de l'alcool*. — Si l'eau-de-vie laisse moins de 0 gr. 50 d'extrait sec par litre, l'alcoomètre peut en fournir directement le titre exact à moins de 0°10 près. (Voir alcoométrie, page 83.)

Si elle laisse plus de 0 gr. 50 d'extrait sec, on la distille, puis on détermine le degré *apparent*, enfin le degré réel, ce degré réel est le degré *absolu* de l'eau-de-vie. (Voir alcoométrie.)

A cet effet, dans un appareil distillatoire dont le tube condensateur se termine par un tube effilé plongeant dans une petite quantité d'alcool pur, distiller 300° d'eau-de-vie, de manière qu'il ne reste plus qu'environ vingt gouttes de liquide non distillé; retirer alors le flacon contenant le distillat; puis éteindre la source de chaleur.

Prendre le degré alcoolique du liquide recueilli et ramené au volume primitif de l'eau-de-vie avec de l'eau distillée (degré apparent), le ramener à + 15° (degré réel), au moyen des tables de Gay-Lussac. (Voir alcoométrie, page 77) (1).

3° *Dosage de l'extrait sec*. — Evaporer au bain-marie, dans une capsule en platine à fond plat, tarée, 20° d'eau-de-vie (il faut deux à trois heures de chauffage) jusqu'à poids constant.

L'augmentation du poids de la capsule $\times 50$ = poids d'extrait total par litre.

Si le poids de l'extrait dépasse 1 gramme par litre, on dose le sucre et les matières minérales.

4° *Dosage des matières minérales*. — Par incinération de l'extrait sec au rouge vif (cendres).

Les eaux-de-vie ne doivent pas contenir de matières minérales, ou tout au plus des traces.

5° *Dosage du sucre*. — Prendre 50° d'eau-de-vie, faire bouillir pour chasser l'alcool, ajouter 7 gouttes $\text{So}^{\text{H}} \frac{1}{10}$, faire bouillir de nouveau pendant une minute, laisser refroidir.

(1) La distillation est délicate pour les eaux-de-vie à titre élevé; il faut distiller très lentement, refroidir avec soin le réfrigérant, rétablir le volume du liquide distillé très exactement à la même température que celle du liquide soumis à la distillation. On évite tous ces aléas en employant l'alambic que M. Dujardin-Salleron vient d'éditer (modèle 1903, v. pages 86 et 87), et qui a été adopté par la direction des contributions indirectes. Il permet de doser exactement l'alcool dans les liquides alcooliques à haut degré, avec une exactitude mathématique: une instruction détaillée accompagne l'appareil (Voir alcoométrie).

dir, placer le liquide dans un ballon jaugé de 50^{cc}, ajouter quelques gouttes de sous-acétate de plomb, compléter le volume à 50^{cc} avec de l'eau distillée, filtrer.

Doser le glucose au moyen de la liqueur de Fehling, rapporter le résultat au litre (1) et multiplier le poids de sucre réducteur trouvé par 0,95, pour le transformer en saccharose.

Extrait réduit. — Si de l'extrait sec total par litre on retranche le poids de saccharose par litre, on a l'extrait réduit qui ne doit pas dépasser 2 à 3 grammes par litre, sinon il y aurait lieu de rechercher la glycérine. (Voir vins.)

6° *Recherche et dosage des impuretés alcooliques.* — Les corps qui forment les impuretés alcooliques et dont les dosages sont nécessaires pour se prononcer sur la qualité d'une eau-de-vie, se divisent, d'après leur nature chimique, en :

Acides (acétique, butyrique, etc.).

Alcools (propylique normal, isobutylique, amylique).

Ethers (correspondant aux alcools).

Aldéhydes et furfurol.

Ces substances peuvent préexister dans la matière première qui sert à préparer les alcools (fruits graines), ou se produire ultérieurement, soit pendant la fermentation secondaire qui suit la fermentation principale (alcools propylique, butylique), soit pendant la distillation, par suite de l'action de la chaleur sur la cellulose (furfurol), soit par éthérification et concentration des éléments organiques autres que l'alcool (vieillessement).

A part le dosage des acides, qui se fait comme il a été dit aux alcools sur l'eau-de-vie elle-même, les autres impuretés ne peuvent être dosées sur l'eau-de-vie que si elle est incolore et dépourvue de principes extractifs. De plus, pour tous ces dosages, l'échantillon à examiner doit être ramené au titre uniforme de 50° centésimaux.

Préparation de l'échantillon. — A) *Le titre de l'eau-de-vie est supérieur à 50°.* Pour ramener ce titre à 50°, on fait usage des tables ci-contre.

Ou plus simplement on ajoutera à 100^{cc} d'eau-de-vie la quantité Q d'eau distillée calculée par la formule suivante (Blarez) :

$$Q = (\text{titre de l'eau-de-vie à réduire} - 50) \times \text{coefficient.}$$

(1) Supposons que 10 cc de liqueur de Fehling correspondent à 0 gr. 05 de sucre interverti, et qu'il faille employer Ncc de liqueur sucrée pour les réduire :

On dira Ncc de liqueur sucrée contiennent 0 gr. 05 de sucre interverti

Et 1000 cc (ou un litre d'eau-de-vie) contiendront $\frac{0 \text{ gr. } 05 \times 1000}{N}$ de sucre interverti.

$$\text{Poids de sucre interverti} \times 0,95 = \text{Poids de saccharose.}$$

Degré de l'alcool à diluer.	Volume d'eau à ajouter.	Volume obtenu.	Degré de l'alcool à diluer.	Volume d'eau à ajouter.	Volume obtenu.
100	10744	200 ^{cc}	70	41 ^{cc} 78	140 ^{cc}
99	105.03	198	69	39.66	138
98	102.73	196	68	37.53	136
97	100.43	194	67	35.44	134
96	98.14	192	66	33.33	132
95	95.87	190	65	31.23	130
94	93.62	188	64	29.14	128
93	91.40	186	63	27.04	126
92	89.18	184	62	24.95	124
91	86.96	182	61	22.83	122
90	84.76	180	60	20.76	120
89	82.56	178	59	18.10	118
88	80.37	176	58	16.60	116
87	78.19	174	57	14.52	114
86	76.02	172	56	12.44	112
85	73.85	170	55	10.36	110
84	71.69	168	54	3.28	108
83	69.53	166	53	6.20	106
82	67.37	164	52	4.13	104
81	65.22	162	51	2.00	102
80	63.07	160	50	0	
79	60.93	158			
78	58.79	156			
77	56.63	154			
76	54.51	152			
75	52.83	150			
74	50.25	148			
73	48.13	146			
72	46	144			
71	43.89	142			

Quantité d'eau à ajouter à 100^{cc} d'alcool tirant de 100° à 50° pour l'amener à 50° Volume obtenu.

Degré de l'alcool à remonter	Volume d'alcool à 90° à ajouter.	Volume obtenu.
30	47 ^{cc} 7	143 ^{cc} 9
31	45.4	143.7
32	43.1	141.5
33	40.7	139.3
34	38.4	137
35	36	134.8
36	33.6	132.5
37	31.3	130.3
38	28.9	128
39	26.5	125.6
1	26.3	125.4
2	26.1	123.2
3	23.8	124.9
4	25.6	124.7
5	25.3	124.5
6	25.1	124.3
7	24.8	124
8	24.6	123.8
9	24.3	123.5
40	24.1	123.1
41	21.8	121.1
42	19.3	118.7
43	16.9	116.4
44	14.5	114.1
45	12.1	111.8
46	9.7	109.4
47	7.3	107.1
48	4.9	104.7
49	2.4	102.3
50	0	100

Quantité d'alcool à 90° à ajouter à 100^{cc} d'alcool tirant de 30° à 50° pour l'amener à 50°.
Volume obtenu.

Exemple pour les degrés intermédiaires : Soit de l'alcool à 94^{cc} qu'on veut ramener à 50° avec de l'eau. Pour l'alcool à 94°, 93 cc. 62 d'eau : volume obtenu 188 cc.

$$(95,87 - 93,62) \times \frac{6}{10} + 93,62 = 94 \text{ cc. } 87. \text{ Volume d'eau à ajouter.}$$

6 est la différence entre 94 et 94,6; 10 est la différence entre 95 et 94.

$$\text{Pour le volume obtenu, on a de même } (190 - 188) \times \frac{6}{10} + 188 = 189,2. \quad 4$$

Ce coefficient variable avec le titre est : 2,076 pour l'alcool marquant 60° (1).

—	—	2,089	—	70°
—	—	2,1023	—	80°
—	—	2,1115	—	90°
—	—	2,13	—	95°
—	—	2,1482	—	100°

Ainsi, pour une eau-de-vie marquant 65°, on aura :

$$Q = (65 - 50) \times 2^{\circ}083 = 31^{\circ}245.$$

L'eau-de-vie étant ainsi ramenée à 50° par l'un ou l'autre des procédés, *si elle est trop colorée* on en prélèvera 250°^{cc}, on distillera lentement, de manière à recueillir 200°^{cc} de distillat, on complétera le volume de 250°^{cc} avec de l'eau distillée, on aura ainsi une eau-de-vie à 50°, sur laquelle on fera les dosages. *Si elle n'est pas trop colorée*, on fait les dosages directement sur cette eau-de-vie diluée.

Mais ces dosages étant effectués sur l'eau-de-vie à un titre uniforme, comme les résultats des dosages s'appliquent à ce titre, il faudra les ramener à ce qu'ils seraient au titre vrai.

Pour cela, si on s'est servi des tables ci-contre pour diluer l'alcool et que I représente le poids d'impuretés par litre d'alcool ramené à 50° la teneur en même impureté de l'eau-de-vie primitive à t° sera exprimée par :

$$I \times \frac{V}{100}$$

V étant le volume obtenu après dilution, ce volume est donné dans les mêmes tables.

Ainsi pour réduire à 50° l'eau-de-vie à 65°, la table indique qu'il faut ajouter à 100°^{cc} de cet alcool 31°^{cc}23 d'eau, et que le volume obtenu est 130°^{cc}.

Donc, le poids d'impuretés trouvé dans les différents dosages, devra être multiplié par $\frac{130}{100} = 1,30$ pour se rapporter au liquide primitif.

Si on s'est servi de la formule à coefficient, pour rapporter les résultats à l'eau-de-vie primitive, les multiplier par l'unité suivie du nombre de centimètres cubes d'eau qu'il a fallu ajouter à 100°^{cc} d'alcool, pour les amener à 50°.

Dans l'exemple choisi précédemment, on aura :

$$\text{Poids d'impuretés} \times 1,30.$$

B) *Le titre de l'eau-de-vie est inférieur à 50°.*

a) On se servira des tables en ajoutant de l'alcool à 90° et on tiendra compte, comme précédemment, du volume obtenu.

b) A 100°^{cc} d'eau-de-vie à corriger, on ajoutera autant de fois 2°^{cc}45 d'alcool pur à 90°, qu'il y aura de différence entre le titre de l'eau-de-vie primitive et le titre de 50°.

Ainsi à 100°^{cc} d'eau-de-vie marquant 42°, il faudra ajouter :

$$(50 - 42) \times 2^{\circ}45 = 19^{\circ}6 \text{ d'alcool à } 90^{\circ}.$$

(1) Exemple de calcul pour les degrés intermédiaires :

Le coefficient est 2,076 pour l'alcool à 60° ; 2,099 pour l'alcool à 70°. Quel est-il pour l'alcool à 65°.

$$\begin{aligned} 2,089 - 2,076 &= 0,013 \\ 65 - 60 &= 5; 70 - 60 = 10 \\ 2,076 \times 0,013 \times \frac{5}{10} &= 0,0065 \\ 2,076 + 0,0065 &= 2,083. \end{aligned}$$

Pour rapporter les résultats à l'alcool primitif, multiplier les chiffres obtenus par l'unité suivie du nombre de centimètres cubes d'alcool à 90°, qu'il a fallu ajouter à 100^{cc} d'eau-de-vie, pour le ramener à 50°.

Ce dernier procédé de calcul s'applique au cas où la distillation de l'eau-de-vie ne s'impose pas pour les dosages (1). Si, au contraire, on est obligé de distiller l'eau-de-vie pour faire les dosages, on pourra *amener l'eau-de-vie inférieure à 50°* à ce titre, par le moyen suivant. On mesurera une quantité d'eau-de-vie supérieure à 250^{cc} et suffisante, pour qu'en recueillant 250^{cc} de distillat, le distillat marque 50°.

La quantité à distiller peut être calculée par :

$$\text{Volume à distiller} = \frac{12,500}{\text{titre alcoolique}} \text{ soit } \frac{12,500}{40} = 312^{\text{cc}}50$$

On prendrait donc 312^{cc}50 d'eau-de-vie à 40° et on distillerait jusqu'à ce qu'on ait obtenu 250^{cc} de distillat ; le distillat marquerait 50°, et pour rapporter les résultats à l'eau-de-vie primitive, on les multipliera par un chiffre formé, en faisant précéder le titre alcoolique, doublé de l'eau-de-vie primitive, d'une virgule et d'un 0.

Exemple : pour une eau-de-vie à 40°, les résultats seront multipliés par 0,80, pour une eau-de-vie à 49°, 0,98, etc. (Blarez).

Recherche et dosage des aldéhydes. — La recherche qualitative se fera comme il a été dit aux alcools, sur l'eau-de-vie ramenée au titre 50°.

Le dosage peut s'effectuer par le procédé volumétrique de M. Roques.

Solutions nécessaires :

A	{	Sulfite de soude pur et sec	12 ^{gr} 60
		Eau distillée	400 ^{cc}
		dissoudre et ajouter :	
		SO ² H ² normal	100 ^{cc}
B	{	Alcool pur à 96° q. s. pour	1000 ^{gr}
		filtrer après 24 heures de contact.	
		Solution déci-normale d'iode (avec KI pour dissoudre) :	
		1 ^{cc} {	0.0032 SO ²
			0.0022 aldéhyde ordinaire.

(1) Si en effet l'eau-de-vie est trop colorée ou renferme trop d'extrait il est nécessaire de la distiller pour procéder aux divers dosages.

Titrer A au moyen de B : Si le sulfite est pur $1^{\text{cc}} B = 2^{\text{cc}} A$.
Le titrage se fait en présence de l'eau amidonnée comme indicateur.

Prendre 10^{cc} d'alcool ramené à 50° ajouter 50^{cc} de A, compléter le volume de 100^{cc} avec de l'alcool pur à 50° , agiter.

Dans un deuxième ballon placer 50^{cc} A et compléter à 100^{cc} comme précédemment.

Boucher solidement les deux ballons et les placer pendant 4 heures au bain-marie à $+ 50^{\circ}$, laisser refroidir, prélever 50^{cc} de chacun des ballons et titrer dans chaque liquide 50° au moyen de B, après avoir ajouté dans chacun 50^{cc} d'eau distillée et de l'eau amidonnée.

Soient : N^{cc} de B exigés par les 50^{cc} du ballon témoin.
 n — — — à titrer.

La teneur x en aldéhyde de ce dernier sera par litre :

$$x = (N - n) \times 200 \times 0.0022$$

ramener ensuite à un litre d'alcool ou titre primitif, comme il est dit précédemment.

b) *Dosage des éthers.* — Mesurer dans un petit ballon, 50^{cc} d'eau-de-vie ramené à 50° ajouter quelques gouttes de phtaleine phénol (1) et goutte à goutte NaOH $\frac{N}{10}$ jusqu'à coloration rose, pour neutraliser les acides libres.

Verser alors dans le ballon 10^{cc} NaOH $\frac{N}{10}$, chauffer à l'ébullition au réfrigérant ascendant pendant 1 heure (2), laisser refroidir, ajouter 10° SO H $\frac{N}{10}$ correspondant exactement à l'alcali $\frac{N}{10}$ puis goutte à goutte la solution $\frac{N}{10}$ de NaOH au moyen d'une burette graduée jusqu'à coloration rose.

$$1^{\text{cc}} \text{NaOH } \frac{N}{10} = 0.0088 \text{ d'acétate d'éthyle.}$$

Si donc on a employé N^{cc} d'alcali $\frac{N}{10}$, on aura par litre d'alcool au titre de 50^{cc} :

$$N \times 0.0088 \times 20 \text{ d'éthers (en acétate d'éthyle).}$$

On rapporte ensuite à 1 litre d'alcool au titre primitif, comme il est dit précédemment.

(1) En solution dans l'alcool pur à 50° .

(2) Après avoir introduit dans le ballon quelques grains de pierre ponce.

Ethers par litre (en acétate d'éthyle), prise d'essai de 50 centimètres cubes d'eau-de-vie.										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dixième de centimètre cube	0	0.176	0.352	0.528	0.704	0.880	1.056	1.232	1.408	1.584
1	0.0176	0.1936	0.3696	0.5456	0.7216	0.8976	1.0736	1.2496	1.4256	1.6016
2	0.0352	0.2112	0.3872	0.5632	0.7392	0.9152	1.0912	1.2672	1.4432	1.6192
3	0.0528	0.2288	0.4048	0.5808	0.7568	0.9328	1.1088	1.2848	1.4608	1.6368
4	0.0704	0.2464	0.4224	0.5984	0.7744	0.9504	1.1264	1.3024	1.4784	1.6544
5	0.0880	0.2640	0.4400	0.6160	0.7920	0.9680	1.1440	1.3200	1.4960	1.6720
6	0.1056	0.2816	0.4576	0.6336	0.8096	0.9856	1.1616	1.3376	1.5136	1.6896
7	0.1232	0.2992	0.4752	0.6512	0.8272	1.0032	1.1792	1.3552	1.5312	1.7072
8	0.1408	0.3160	0.4928	0.6688	0.8448	1.0208	1.1968	1.3728	1.5488	1.7248
9	0.1584	0.3344	0.5104	0.6864	0.8624	1.0384	1.2144	1.3904	1.5664	1.7424

c) *Recherche et dosage du furfurol.* — Les eaux-de-vie ne devant pas contenir de furfurol, on pourra se borner à rechercher ce corps qualitativement comme il a été dit aux alcools.

Pour le dosage, on prépare une solution type de furfurol à 1/100.000 de furfurol dans l'alcool pur à 50° centésimaux (soit 0^{sr}01 de furfurol par litre), c'est-à-dire en diluant au millième une solution alcoolique de furfurol à 1 gramme par litre, (c'est-à-dire contenant un volume de 0^{sr}858, la densité du furfurol étant de 1.166).

Prendre deux tubes à essai : verser dans l'un 10^{es} de la solution type de furfurol et dans l'autre 10^{es} de l'eau-de-vie ramenée à 50°, ajouter à chacun d'eux 1/2^{es} d'aniline pure et 2^{es} C^{sr}H^{sr}O^{sr} cristallisable ; agiter, laisser reposer 1/2 heure. Examiner au colorimètre. La coloration est directement proportionnelle à la teneur en furfurol. (Voir documents physico-chimiques).

Soient : H. la hauteur du liquide type ;
h. — — — de l'échantillon
d'eau-de-vie.

Ce dernier contiendra 0^{sr}01 $\times \frac{H}{h}$ de furfurol par litre d'alcool à 50°. On rapporte ensuite à 1 litre d'eau-de-vie primitive.

d) *Recherche et dosage des alcools supérieurs.* — Le procédé Bardy permet de se rendre compte de la quantité grande ou petite d'alcools supérieurs existant dans un alcool.

A 5^{es} d'eau-de-vie à examiner, ajouter 30^{es} d'eau salée colorée au violet d'aniline. Si au bout de quelques temps il ne sur-

nage aucune couche huileuse on peut considérer l'alcool comme suffisamment pur pour être consommé. S'il en était autrement, il viendrait flotter à la surface une couche colorée en violet.

Pour doser les alcools supérieurs, 50^{cc} d'alcool ramené au titre 50° sont traités par 1 gramme de chlorhydrate de méthaphénylène diamine pour fixer les aldéhydes en chauffant à l'ébullition pendant une heure au réfrigérant ascendant. — Puis on distille et on recueille les 50^{cc} mesurés, auxquels il n'a été ajouté que quelques centimètres cubes d'eau pour rincer le ballon de jauge. On chauffe pendant une heure au bain de chlorure de calcium à + 110°, 10° de cet alcool avec 10° So²H² pur monohydraté dans un petit ballon bien propre et bien sec, lavé à l'acide sulfurique chaud, rincé à l'eau, enfin à l'alcool pur, puis séché.

La même opération est effectuée dans les mêmes conditions sur une solution titrée d'alcool isobutylique à 0^{sr}05 pour 100^{cc} d'alcool à 50° (1).

Après refroidissement on compare au colorimètre les deux colorations obtenues, et on évalue les quantités en tenant compte que celles-ci sont inversement proportionnelles aux épaisseurs des liquides examinés au colorimètre.

Soyent H et h les hauteurs du liquide type et du liquide à examiner. La formule

$$a = \frac{0.5 \times H}{h}$$

donne la teneur de l'alcool examiné en alcool isobutylique.

Si le nombre trouvé pour l'alcool essayé est compris entre 0^{sr}200 et 0^{sr}800 par litre, il faut faire une correction fournie par le tableau suivant (Blarez) :

La quantité trouvée pour 1000 est :	0 ^{sr} 800	la quantité réelle est :	0 ^{sr} 660
—	0 750	—	0 635
—	0 700	—	0 610
—	0 650	—	0 580
—	0 600	—	0 560
—	0 550	—	0 530
—	0 500	—	0 500

(1) Pour préparer cette solution on mesure 6cc d'alcool isobutylique et l'on dissout dans 100cc d'alcool pur à 50° ; on a ainsi une solution mère : au moment de l'emploi on étend au centième avec de l'alcool à 50°, cette solution mère : on a ainsi une solution à 0 g. 05 pour cent.

La quantité trouvée pour 1000 est :	0 ^{sr} 450	;	la quantité réelle est :	0 ^{sr} 470
—	—	0 400	—	0 440
—	—	0 350	—	0 415
—	—	0 300	—	0 380
—	—	0 250	—	0 350
—	—	0 200	—	0 310

Si la teneur en alcool isobutylique est voisine de 1 gramme par litre, on fera un nouvel essai sur un mélange de 5^{cc} de l'alcool avec 5^{cc} d'alcool pur à 50°; on fera agir l'acide sulfurique sur le mélange et on continuera le dosage en ayant soin de multiplier le résultat trouvé par 2.

En France, on exprime le résultat du dosage des alcools supérieurs en alcool *isobutylique*.

Si on voulait l'exprimer en alcool amylique, on multiplierait par 1.66 le résultat calculé en alcool isobutylique.

Recherche de l'alcool méthylique et de l'acétone. — Pour la recherche de l'alcool méthylique on additionne 50^{cc} d'alcool au titre de 50° de 1^{er} So⁺H⁺ pur; et de 5^{cc} d'une solution saturée de permanganate de potasse — on attend quelques minutes afin que la coloration produite soit franchement brune, sans coloration rouge due au permanganate en excès (si on avait ajouté trop de permanganate et que la réduction ne se produise pas, il n'y aurait qu'à verser une ou deux gouttes de solution concentrée de tannin).

On sature alors avec Co⁺Na⁺ jusqu'à réaction légèrement alcaline, on filtre; sur le filtrat clair on verse 2^{cc} de phloroglucine à 1 gramme par litre et 1^{cc} de potasse concentrée, qui produisent une coloration rouge très nette en présence de l'alcool méthylique. Une coloration jaune, rosée ou violacée n'indique rien (Sanglé-Ferrière).

Pour rechercher l'acétone, introduire dans un matras jaugé à 50^{cc}, 5^{cc} d'alcool au titre primitif, compléter les 50^{cc} avec de l'eau distillée et agiter énergiquement le mélange.

Prélever 1^{cc} de cette solution, les placer dans une carafe jaugée à un litre, compléter avec de l'eau distillée le volume de un litre; on a ainsi une solution à 1 pour 1000.

Prendre alors 5^{cc} de ce liquide dans un tube à essai, y ajouter 10^{cc} de soude binormale (80 gr. par litre), et 1/2^{cc} d'iode binormal (iode 254 gr., KI 400 gr.; eau quantité suffisante pour 1000).

Retourner six ou sept fois le tube, s'il y a de l'acétone dans l'alcool essayé il se fait immédiatement un précipité d'iodoforme.

Interprétation des résultats.

Calculs : Coefficient d'impuretés. — Les dosages étant effectués et rapportés chacun à un litre d'eau-de-vie au moyen des corrections indiquées lorsque l'eau-de-vie n'est

pas exactement à 50° centésimaux, on fait la somme des nombres ainsi obtenus et on a ce qu'on appelle la *quantité d'impuretés par litre d'eau-de-vie*.

On appelle *coefficient d'impuretés* la proportion pondérale d'impuretés alcooliques contenues dans 100° d'alcool supposé anhydre et à 100° centésimaux provenant de l'eau-de-vie à expertiser.

On calcule ce coefficient par deux procédés :

a) Si A représente le poids d'une impureté par litre d'alcool à t°, la proportion de cette impureté (ou des impuretés totales) pour 100° d'alcool à 100° sera donnée par :

$$\frac{A \times 100}{t}$$

b) Diviser par le titre alcoolique réel de l'eau-de-vie expertisée, le chiffre représentant en dixième de milligrammes les impuretés (Blarez).

Si par exemple, on a de l'eau-de-vie à 60° et que l'acidité dosée, est de 0°200, le coefficient d'impureté acide sera $\frac{2000}{60} = 33.33$, ce nombre représentant des milligrammes pour 100° d'alcool à 100°.

La somme de tous les coefficients d'impureté partiels représentera le coefficient d'impureté de l'eau-de-vie analysée.

CONCLUSIONS.

Pour apprécier la qualité des alcools on se basera sur les considérations suivantes :

A) *Coefficient d'impuretés compris entre 20 et 150 milligrammes.*

Alcool d'industrie bien rectifié (c (1) = de 6 à 20) ou alcool d'industrie moyen goût (c = de 20 à 150).

B) *Coefficient d'impuretés compris entre 150 milligrammes et 300.*

Correspond soit à :

a) Un mélange d'eau-de-vie de vin et d'alcool d'industrie bien rectifié ; la présence d'une très minime quantité d'alcool méthylique viendra confirmer la présence d'eau-de-vie de vin et en outre le rapport $\frac{\text{alcools supérieurs}}{\text{éthers}}$ sera compris entre 1 et 2.

(1) c indique le coefficient d'impuretés.

β) Un alcool d'industrie mal rectifié. Le rapport $\frac{\text{alcools supérieurs}}{\text{éthers}}$ sera toujours différent de 1 et 2 ; enfin on trouvera des quantités anormales d'aldéhydes et pas ou très peu de furfurole.

γ) Un coupage d'alcool dénaturé et régénéré, avec de l'alcool d'industrie, la constatation d'une certaine proportion d'alcool méthylique ou d'acétone confirmera la présence d'alcool dénaturé.

C) *Coefficient d'impuretés supérieur à 300°.*

Alcool pur, de vin

En ce qui concerne les eaux-de-vie de Cognac vraies, on peut résumer ainsi qu'il suit leurs caractères essentielles :

Coefficient d'impuretés : au moins 300.

Rapport $\frac{\text{alcools supérieurs}}{\text{éthers}}$: 1 à 2.

Coefficient d'oxydation, c'est-à-dire proportion d'acides et d'aldéhydes contenue dans 100 parties d'impuretés totales = 8 à 36. (Ce coefficient permet de déterminer l'âge de l'eau-de-vie, il est de 8-10 pour les eaux-de-vie récentes, 36 pour celles de 40 ans sans être cependant exactement proportionnel à l'âge).

8° *Recherche des altérations et des falsifications.* — Les altérations des eaux-de-vie sont les mêmes que celles des alcools.

Les falsifications les plus courantes sont les suivantes :

1° *Saveur artificielle.* — Pour donner aux eaux-de-vie plus de mordant au palais on y ajoute des substances âcres (poivre, piment, pyrèthre, etc.), l'alun, le laurier cerise, etc.

L'action de l'acide sulfurique sur les substances âcres permet de les décèler. L'eau-de-vie mélangée avec un volume égal au sien, de cet acide, prend une teinte d'autant plus foncée que la proportion des matières étrangères est plus forte. Cette coloration va du brun au noir.

L'eau-de-vie adultérée laisse par évaporation un extrait à odeur et à saveur piquantes.

Si on agite 40° d'eau-de-vie étendue de deux fois son volume d'eau avec 20° d'éther de pétrole, qu'on décante l'éther et qu'on l'évapore à une température inférieure à 60°, le résidu de l'évaporation, au lieu de l'odeur suave des bonnes eaux-de-vie, offrira l'odeur âcre ou aromatique des substances ajoutées.

L'alun sera recherché sur le résidu de l'évaporation de l'eau-de-vie. On reprendra ce résidu par l'eau distillée et dans la solution filtrée on recherchera les sulfates par le chlorure de Baryum en milieu chlorhydrique et l'alumine par le carbonate de potasse (précipité blanc insoluble dans un excès de réactif).

L'eau de laurier de cerise sera reconnue par le précipité de bleu de prusse qui se formera lorsqu'après avoir saturé l'eau-de-vie par la

potasse, on lui ajoutera un mélange de sulfate ferreux et ferrique, puis qu'on traitera le tout par l'acide chlorhydrique.

2° *Coloration artificielle.* — On emploie la caramel, le cachou ou la brou de noix pour colorer artificiellement les eaux-de-vie.

Si l'on traite l'eau-de-vie par le blanc d'œuf battu en neige et qu'on filtre, toute la coloration due au tannin disparaît et le liquide filtré est incolore.

Si le liquide filtré est coloré on lui ajoutera du perchlorure de fer officinal.

Il se manifeste une teinte verdâtre : cachou.

Il ne se manifeste aucune coloration : caramel. Pour s'en assurer, on traite alors 10° d'eau-de-vie par 30° de paraldéhyde, on agite vivement et on laisse déposer 24 heures. Le précipité recueilli sur un filtre et dissous dans l'eau distillée, donne une solution qui précipite par le chlorhydrate de phenylhydrazine : caramel.

3° *Bouquet artificiel.* — Les eaux-de-vie fabriquées avec des alcools d'industrie sont aromatisées avec un certain nombre de produits végétaux comme l'iris, la vanille, le tolu, ou organiques, comme des éthers de divers alcools, le formiate de méthyle, l'acétate d'éthyle surtout, enfin la dulcine, la saccharine, etc.

On additionne aussi quelquefois les eaux-de-vie d'acide sulfurique, qui à la longue détermine la formation de sulfate acide d'éthyle, lui-même réagissant de nouveau sur l'alcool, forme des éthers-oxydes comme l'éthane-oxyéthane et l'éthane-oxypropane, qui contribuent à donner un bouquet aux eaux-de-vie.

La dégustation seule permet de déterminer la présence des produits végétaux.

La réaction acide de l'eau-de-vie, sa précipitation par le chlorure de baryum (après concentration par évaporation de l'eau-de-vie au 1/4 de son volume), indiqueront la présence de l'acide sulfurique.

On recherche les éthers en chauffant au réfrigérant ascendant, l'eau-de-vie avec un excès de potasse caustique. Après une heure environ d'ébullition, les éthers sont saponifiés et leurs acides seront passés à l'état de sel de potasse. On chasse l'alcool par évaporation et on traite le résidu par SO^4H^2 qui met les acides précédents en liberté. On les recherche alors qualitativement.

4° *Succédanés du sucre.* — Evaporer l'eau-de-vie au bain-marie, au tiers de son volume, aciduler fortement le résidu avec de l'acide phosphorique, et le traiter dans une boule à décantation et à trois reprises, par le double de son poids, d'un mélange à PE d'éther ordinaire et d'éther de pétrole laissé en contact du résidu pendant une demi heure chaque fois, agiter doucement et à chaque addition de réactif la boule à décantation, pour bien mélanger les liquides sans les émulsionner. Séparer les liqueurs éthérées, les distiller; traiter le distillat par le bicarbonate de soude de façon à le neutraliser; filtrer et évaporer au bain-marie tiède le liquide filtré.

Le résidu sec présente dans le cas de la saccharine une saveur sucrée très manifeste.

En outre, si on le chauffe au bain de paraffine vers 250° et pendant une demi heure, après l'avoir additionné de soude caustique, qu'on le

laisse refroidir, qu'on le reprenne par l'eau additionnée d'acide sulfurique et de quelques gouttes de perchlorure de fer, qu'on traite le liquide obtenu par l'éther ordinaire, enfin qu'on évapore l'éther à sec, qu'on reprenne le résidu par l'eau et que la solution obtenue soit violette, on peut conclure à la présence de saccharine.

Pour rechercher la dulcine on traite 25° d'eau-de-vie par 1 gramme de carbonate de plomb, on évapore au bain-marie en consistance pâteuse; on épuise cette pâte par l'alcool à 94° à plusieurs reprises. On évapore les extraits alcooliques. On reprend le résidu par l'éther, on filtre la solution et on évapore l'éther à une température aussi basse que possible. Le résidu est enfin traité par quatre gouttes d'acide phénique et autant d'acide sulfurique pur et une petite quantité d'eau. Après refroidissement on ajoute au liquide et avec précaution vingt gouttes d'ammoniaque.

Dans le cas de la ducline, il se forme un anneau violet bleu au contact des deux liquides.

Exemple d'analyse d'eau-de-vie :

Degré alcoolique . . . . .	.....
Essai Savalle (V. alcools d'industrie)	
Extrait, par litre . . . . .	.....
Couleur . . . . .	.....

En milligrammes et pour 100° d'alcool à 100° :

Acidité	40,7
Aldéhydes	16,6
Furfurol	traces
Ethers	29,6
Alcools supérieurs	80
	<hr/>
Coefficient d'impuretés	166,9
Acétone	Néant.
Alcool méthylique	—
Altérations et falsifications	

Rhums, Kirch, Absinthe et Liqueurs de table.

1° RHUMS.

Les rhums et tafias proviennent de la distillation des jus fermentés de cannes à sucre ou de mélasses de même origine. Les alcools ainsi obtenus sont, dans le pays d'origine, additionnés de *sauces* qui leur donnent de la couleur et du bouquet.

Les rhums qui arrivent de la Martinique titrent de 50 à 55° centésimaux.

Ceux qui arrivent de la Jamaïque, titrent souvent de 75 à 80° cent., ils servent à faire des coupages avec de l'eau et des alcools d'industrie.

Caractères généraux. — Les rhums et tafias sont *beaucoup plus riches en impuretés alcooliques* que les eaux-de-vie de vin. Ils renferment en particulier de grandes quantités d'éthers, et on doit *suspecter de pureté tout produit dont le coefficient d'impuretés est inférieur à 500.*

Les rhums naturels renferment en outre jusqu'à 11 à 12 o/o d'extrait et 2 o/o d'acidité en acide acétique.

Leur coloration est généralement due à du caramel.

On reconnaît les rhums et tafias artificiels à l'absence des produits de tête et de queue, la faible acidité et la proportion moindre d'extrait.

Si on traite 10° de rhum par 4° SO³H² (D = 1,84), les produits artificiels perdent de suite leur odeur, tandis que les produits naturels la conservent pendant 24 heures.

Analyse chimique. — Elle se fait par les mêmes procédés que l'eau-de-vie.

2° KIRSCH ET QUETSCH.

Le kirsch et la quetsch sont caractérisés par la présence d'acide cyanhydrique provenant du dédoublement de l'amygdaline, sous l'influence de l'émulsine.

Analyse chimique. — L'analyse du kirsch comprend non seulement les dosages décrits précédemment (acidité, extrait, impuretés) et qui s'appliquent à toutes les eaux-de-vie, mais aussi la recherche de l'aldéhyde benzoïque et le dosage de l'acide cyanhydrique.

Voici une marche systématique qui permet de se prononcer sur la nature d'un kirsch (d'après M. Roques) (1).

Dans un ballon d'un demi-litre, placer 125° de kirsch, ajouter 1° ou 2° de lessive de potasse caustique, pour obtenir une réaction alcaline.

Distiller, tout en examinant le liquide contenu dans le ballon pendant que dure la distillation et recueillir 60 à 70° de distillat, ramener ce distillat par addition d'eau distillée au volume de 125° et conserver ce liquide dans un flacon bien bouché. Il sera examiné en B.

(1) Analyse des alcools et eaux-de-vie (collection Léauté).

A

α) Pendant la distillation, le kirsch a jauni, mais ne s'est pas troublé : kirsch naturel.

Pendant la distillation, il s'est produit des flocons : kirsch fabriqué.

- | | | |
|---|---|--|
| (β) Le résidu de la distillation : | } | A l'odeur de tilleul : kirsch naturel. |
| | | A l'odeur aromatique et d'amande : kirsch fabriqué. |
| (γ) Aciduler le résidu de la distillation refroidi avec de l'acide phosphorique | } | Il se produit une louche : kirsch naturel. |
| | | Il ne se produit pas de louche et le précipité formé par KOH se dissout, au contraire : kirsch fabriqué. |

Distiller alors ce résidu acide et recevoir le distillat dans 10^{cc} d'ammoniaque ; continuer la distillation jusqu'à ce qu'il ne reste plus que 20^{cc} de liquide non distillé.

Dans le liquide distillé, titrer CAzH par la méthode suivante (Denigès) ; additionner le distillat d'une solution de KI (quelques gouttes) et y verser, goutte à goutte, la solution $\frac{N}{10}$ ou demi-normale d'AgAzO³ jusqu'à trouble persistant.

$$1^{\text{cc}} \text{AgAzO}^3 \frac{N}{10} = 0^{\text{sr}}0054 \text{CAzH}.$$

$$1^{\text{cc}} \text{AgAzO}^3 \frac{N/2}{10} \text{ ou } \frac{N}{20} = 0^{\text{sr}}0027 \text{CAzH}.$$

Multiplier le résultat par 8, pour le rapporter à un litre de kirsch.

B

Le liquide distillé conservé précédemment et ramené à 125^{cc} avec de l'eau distillée sert à titrer l'alcool. Examiner ensuite son odeur.

Elle est forte, sans odeur de noyau : kirsch naturel.

— avec — kirsch fabriqué.

Si l'odeur n'est pas nette, traiter cet alcool par l'éther, décantier et évaporer l'éther ; sentir le résidu.

Un kirsch de bonne qualité doit contenir au moins (laboratoire municipal) :

Alcool : 45° .

Acidité (en $\text{SO}^{\cdot}\text{H}^{\cdot}$) : 0^{gr}150.

CAzH : 0^{gr}015.

Recherche de l'aldéhyde benzoïque. — Sert à préparer artificiellement du kirsch.

Etendre le kirsch de deux fois son volume d'eau, épuiser ce liquide par l'éther ; décanté l'éther et l'épuiser par quelques cc³ de bisulfite de soude qui retient l'aldéhyde ; décanté le bisulfite, le décomposer par un acide et traiter de nouveau le résidu par l'éther, décanté et évaporer l'éther, qui laissera, comme résidu, des gouttes huileuses d'aldéhyde benzoïque.

Recherche de CAzH. — On peut d'ailleurs contrôler ce résultat en caractérisant CAzH par la réaction suivante :

Ajouter à 20^{cc} de kirsch une pincée de poudre de Gayac ; il se produit une coloration bleue d'autant plus intense, que le kirsch contient plus d'acide cyanhydrique (cette réaction est due à la présence simultanée du cuivre et de CAzH dans le kirsch.

D'après M. Roques, l'analyse du kirsch montre, pour les kirschs authentiques, la présence d'une quantité d'acide cyanhydrique comprise généralement entre 25 et 100 milligrammes par litre d'un coefficient total d'impuretés assez élevé (300 à 400) et l'absence d'aldéhyde benzoïque. Les kirschs de fantaisie sont, au contraire, caractérisés par l'absence presque complète d'acide cyanhydrique, la faiblesse du coefficient d'impuretés et la présence d'aldéhyde benzoïque.

3° ABSINTHE.

Dans le commerce on rencontre trois types d'absinthe :

Absinthes à 72°, à 60°, à 50°.

On dit la première *supérieure*, la seconde *ordinaire*, la troisième *commune*.

Les premiers produits (72°) sont moins exposés aux fraudes que ceux d'un degré moindre.

Les produits à 60° et 50°, sont additionnés souvent de matières précipitant par l'eau (résines) et de couleur artificielle.

L'analyse sommaire (généralement suffisante) de ces produits comprendra les dosages suivants, qui se feront comme il est dit à l'analyse complète.

Alcool.

Extrait.

Acidité.

Impuretés alcooliques.

Examen de la couleur.

— des matières précipitables par l'eau.

Ces deux derniers essais peuvent à eux seuls permettre de caractériser le produit.

Examen des matières colorantes

[Méthode ONFROY] (2).

Au point de vue des colorants, il y a deux espèces d'absinthes : les absinthes colorées avec des produits végétaux et les absinthes colorées avec des colorants artificiels dérivés de la houille ; ces dernières sont les absinthes de qualité inférieure.

Les absinthes sont généralement teintées avec des matières colorantes d'origine végétale extraites des plantes qui servent à les aromatiser, à savoir : la petite absinthe, l'hysope, la mélisse et la réglisse, ce qui réduit les principes colorants à trois : la chlorophylle, un jaune végétal et la glycyrrhizine.

Voici les opérations à effectuer pour s'assurer que l'absinthe à essayer ne contient que des colorants végétaux. On prend 200^{cc} d'absinthe, qu'on évapore jusqu'à complète disparition de l'alcool ; le résidu de l'évaporation doit toujours être trouble et d'une coloration jaune verdâtre ; le trouble est produit par la présence de la chlorophylle, qui est insoluble dans l'eau et qui n'était soluble dans l'absinthe qu'à la faveur de l'alcool (1). Si le liquide était limpide, on pourrait conclure à l'absence de chlorophylle.

La liqueur neutre, refroidie, est mise dans une boule à décantation ; on y ajoute le tiers de son volume d'alcool amylique, et l'on agite la boule doucement, afin d'effectuer l'épuisement des colorants. La chlorophylle passe très rapidement dans l'alcool amylique, qu'elle colore en vert. Il est facile de séparer, par décantation, l'alcool amylique contenant en solution la chlorophylle.

Le résidu, épuisé une première fois par l'alcool amylique, est de nouveau traité par cet alcool, mais plus longuement ; l'alcool prend une teinte jaune due au colorant végétal dont il a été parlé plus haut ; on évapore à siccité, et l'on reprend par l'eau, qui dissout très bien ce colo-

(1) Les résines qui peuvent s'y trouver donneraient également un trouble.

(2) *Annales de chimie analytique* (1904).

rant et qui laisse insoluble la chlorophylle qui aurait pu ne pas être entraînée au premier épuisement ; on filtre, et la solution est évaporée sur une soucoupe.

La couleur ainsi séparée ne teint pas la laine directement en présence de quelques gouttes de SO^+H^2 ; elle ne teint que la laine et la soie mordancées à l'alun et au tartre. Cette particularité est le caractère de tous les colorants végétaux. Cette même couleur jaune, évaporée sur une soucoupe en liqueur neutre, doit être essayée par une goutte d'ammoniaque ; la couleur augmente d'intensité. HCl produit le même effet ; la solution qui a été épuisée deux fois par l'alcool amylique doit être jaune. Elle peut contenir de la glycyrrhizine.

Il est facile de caractériser cette dernière en réduisant le volume à 15^{cc} environ ; on ajoute quelques gouttes de SO^+H^2 ; la glycyrrhizine précipite presque totalement en grumeaux d'un brun foncé ; on laisse reposer et l'on filtre ; sur le filtre qui contient la glycyrrhizine, on met quelques gouttes d'ammoniaque pour la dissoudre ; le filtre se colore alors en jaune.

Si, dans l'essai d'une absinthe, les résultats concordent avec ce qui vient d'être dit, on peut affirmer que cette absinthe est colorée avec des produits végétaux.

Toutes les absinthes ne sont pas ainsi colorées. On trouve, dans le commerce, des absinthes très faibles en alcool (35° à 40°), qu'on ne peut colorer à la chlorophylle, car cette substance ne doit sa stabilité en solution qu'en présence d'alcool ayant un degré suffisamment élevé ; au bout de quelques jours, le liquide deviendrait trouble avec un alcool marquant seulement 40° ; c'est alors qu'on a recours aux colorants artificiels dérivés de la houille. Le nombre de ces colorants est assez restreint, car ils doivent présenter une grande stabilité en solution alcoolique et aussi une certaine résistance à l'action de la lumière. Les colorants qui semblent les plus indiqués et qu'on trouve souvent sont : le bleu d'indigo soluble (carmin d'indigo), le jaune solide S et un ponceau.

On trouve aussi, mais plus rarement : du bleu Victoria, du bleu induline, du jaune naphтол et de l'orangé II.

Afin d'obtenir la teinte verte de l'absinthe, les distillateurs font un mélange de bleu et de jaune ; mais, comme la nuance serait trop vive, ils sont obligés d'y ajouter en petite quantité une nuance complémentaire, le rouge, pour ternir l'éclat. C'est ce qui explique la présence du ponceau.

Voici la marche à suivre pour déceler la présence de ces colorants (nous supposons un mélange de colorants végétaux et artificiels) : on évapore à siccité 200° d'absinthe ; on reprend par l'eau ; tout se dissout, à l'exception de la chlorophylle ; on jette sur un filtre ; on a éliminé ainsi la chlorophylle dans le cas où l'on est en présence de colorants végétaux, et la liqueur ne doit contenir aucune nuance bleue ni verte. Si l'on avait une de ces colorations, on pourrait, dès ce moment, affirmer la présence d'un colorant artificiel, puisque dans les absinthes colorées par des produits végétaux, la nuance verte (mélange de bleu et de jaune) est donnée par la chlorophylle.

Cette liqueur neutre est épuisée par l'alcool amylique. Nous avons alors l'alcool A et le résidu B.

MATIÈRES COLORANTES	ÉPUISEMENT PAR L'ALCOOL AMYLIQUE			RÉACTIONS COLORÉES A LA TOUCHE				TEINTURE					
	Solubilité dans l'eau	Solubilité dans l'alcool éthérique	neutre	acide		acide sulfurique	addition d'eau		acide chlorhydrique	ammoniacque	soude		
				alcalin	acide								
Chlorophylle...	insol.	tr. sol.	neutre										
Jaune végétal (1).	sol.	sol.	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
Carmin d'indigo.	sol.	sol.	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
Bleu Induline...	sol.	sol.	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
Bleu Victoria...	tr. sol.	tr. sol.	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
Jaune solide S...	sol.	sol.	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
Jaune naphтол...	sol.	sol.	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
Ponceau 3 R...	sol.	sol.	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
Oransé II...	sol.	sol.	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre
Glycyrrhizine...	sol.	sol.	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre	neutre

A. Ne teint que la laine mordancée à l'atun et au tartre (alen 10 p. 109, tartre 5 p. 100).

B. Teint directement la laine non mordancée.

(1) Le jaune végétal qu'on trouve dans les absinthés et qui ne teint pas la laine directement, lorsqu'il est épuisé par l'alcool amylique en liqueur sulfurique, noircit lorsqu'on abandonne cet alcool à l'air.

L'alcool A doit être jaune (s'il est bleu, bleu Victoria); il est évaporé à siccité et repris par l'eau; on ajoute quelques gouttes de $\text{SO}^{\cdot}\text{H}^2$, et l'on épuise par l'alcool amylique; l'alcool est évaporé avec un mouchet de laine non mordancée, et le produit de l'évaporation est essayé à la touche. Le résidu de l'épuisement est évaporé également en présence d'un mouchet de soie non mordancée. L'évaporation ne doit pas être poussée jusqu'au bout, à cause de la présence de $\text{SO}^{\cdot}\text{H}^2$; lorsque la laine est teinte, on la retire; elle est lavée à l'eau. Pour essayer cette couleur à la touche, il est indispensable, avant de l'évaporer complètement, de neutraliser $\text{SO}^{\cdot}\text{H}^2$ aussi exactement que possible par quelques gouttes d'ammoniaque.

Toutes les couleurs qui ont teint très nettement la laine non mordancée sont des colorants dérivés de la houille.

Matières précipitables par l'eau. — L'absinthe doit de se troubler par l'eau à des huiles essentielles qu'elle contient (essences d'anis, de fenouil, de badiane, etc.), mais on fait troubler les absinthes factices avec des matières résineuses fixes (benjoin, gayac, colophane).

Pour rechercher ces substances on ajoute 300^{cc} d'eau distillée à 100^{cc} d'absinthe à examiner, on distille à feu nu jusqu'à ce que l'eau qui distille soit limpide. Les essences passent, les résines restent.

On évapore le résidu à consistance sirupeuse, on l'épuise par CHCl_3 . On évapore la solution chloroformique et on pèse le résidu. Ce poids ne doit pas être supérieur à 5 grammes par litre. S'il est supérieur on y recherchera les résines par les procédés indiqués par M. Halphen (1).

Analyse complète.

Dosage de l'alcool (Sanglé Ferrière) (2). — Distiller 100^{cc} d'absinthe aussi complètement que possible; après distillation, ramener le distillat au volume de 100^{cc} avec de l'eau distillée prendre le degré alcoolique à + 15°, soit T (degré apparent). Conserver le distillat pour doser les essences.

Puis diluer l'absinthe de manière à obtenir 600^{cc} d'absinthe à 25° centésimaux, au moyen de la table ci-contre.

Placer les 600^{cc} ainsi obtenus dans un ballon et y ajouter 40 grammes de noir végétal (noir Poulenc spécial PW) en poudre fine et bien sec, agiter énergiquement et laisser en contact 24 heures en agitant de temps en temps, filtrer et

(1) *Journal de pharmacie et de chimie*, 1895, page 235.

(2) Nouvelle méthode d'analyse des analyses des absinthes. Paris: Dunod.

prélever 500^{cc} de filtrat absolument limpide; distiller à feu nu dans un ballon à col court et recueillir 300^{cc} de distillat.

Ramener le distillat à 500^{cc} si besoin avec de l'eau distillée et déterminer exactement le degré alcoolique à + 15° de ce liquide.

Soit t ce degré alcoolique.

(Conserver cet alcool à t° pour doser les impuretés alcooliques). Supposons que le titre alcoolique T de l'absinthe pris directement sur l'absinthe ait été de 51°; pour obtenir 600^{cc} à 25°, on a dû prendre d'après la table 294^{cc}1 d'absinthe et 308^{cc}2 d'eau.

D'autre part le degré alcoolique $t =$ par exemple 42°, on aura :

$$\begin{aligned} 360 \times 42 &= 15.120 \\ \frac{15.120}{2.194} &= 51^{\circ}4 \end{aligned}$$

51°4 sera le titre alcoolique réel de l'absinthe.

Extrait. — Se prépare comme pour l'eau-de-vie, s'exprime par litre.

L'extrait laissé par une absinthe de bonne qualité est au minimum de 0^{gr}80 par litre.

Acidité. — On la dose directement sur l'absinthe avec la liqueur $\frac{N}{10}$ de potasse en faisant des touches sur le tournesol. On l'exprime en C²H⁴O² pour 100^{cc} d'absinthe à 100° (Voir eaux-de-vie).

L'acidité en C²H⁴O² est, pour une absinthe de bonne qualité, de 1^{gr} par litre, environ.

Impuretés alcooliques. — On prend l'alcool à t° qui a servi au dosage de l'alcool.

A) On prélève 50^{cc} de cet alcool à t° , et on y dose les éthers comme il est dit aux eaux-de-vie.

Le nombre de CC²KoH $\frac{N}{10}$ trouvés, correspond à la quantité de KoH ayant servi à la saponification des éthers.

Ce nombre $\times 0.0088 \times 20$, ou $n \times 0.176 = E$.

E est la quantité d'éthers exprimée en acétate d'éthyle par litre d'alcool à t° (voir eaux-de-vie) :

$$\frac{E \times 100}{t} = x$$

x est la quantité d'éthers contenu dans 100^{cc} d'alcool à 100°.

**Table de Dilution de l'absinthe à différents titres pour obtenir
600° d'absinthe à 25° centesimaux (Sanglé-Ferrière).**

Titre alcoolique de l'absinthe.	Nombre de CC ³ d'absinthe à prélever	Nombre de CC ³ d'eau à + 43° à y ajouter.	Titre alcoolique de l'absinthe.	Nombre de CC ³ d'absinthe à prélever.	Nombre de CC ³ d'eau à + 43° à y ajouter.
34	441.1	158.9	54	277.7	325.3
35	428.5	171.5	55	272.2	330.5
36	416.6	182.5	56	267.8	335.6
37	405.4	194.8	57	263.1	340.5
38	394.7	208.7	58	258.6	345.0
39	384.6	215.8	59	254.2	349.8
40	375.0	225.6	60	250.0	354.1
41	365.8	234.9	61	244.9	358.5
42	357.1	243.8	62	241.9	362.6
43	348.8	252.2	63	238.2	366.5
44	340.9	260.3	64	234.3	370.7
45	333.3	268.0	65	230.0	375.0
46	326.0	275.5	66	227.1	378.1
47	319.1	282.6	67	223.8	381.7
48	312.5	289.4	68	220.5	385.2
49	306.1	296.0	69	217.3	388.6
50	300.0	302.2	70	214.3	391.6
51	294.1	308.2	71	211.2	395.0
52	288.4	314.2	72	208.3	398.0
53	283.0	319.8			

(1) Pour les degrés intermédiaires, voir la table de la page 49.

Sur ce même alcool au titre t on recherche l'acétone. (Voir eaux-de-vie, page 55.)

B) Ramener au titre de 50° l'alcool t° en se servant des tables des eaux-de-vie; et sur cette alcool doser les aldéhydes, le furfurol, les alcools supérieurs.

On ramène les résultats obtenus à 1 litre d'alcool au titre de t°, puis à 100° d'alcool à 100°.

C) Rechercher l'alcool méthylique (V. eaux-de-vie page 55).

D) Faire l'essai Savalle sur 10° de cet alcool à 50° (voir alcools d'industrie).

Dosage des essences (Sanglé-Ferrière). — Prélever 50° d'alcool ayant servi à déterminer le degré alcoolique.

Dans un premier flacon bouché émeri, placer 50° de ce liquide.

Dans un deuxième flacon bouché émeri, placer 50° d'alcool au même titre alcoolique que l'absinthe, ou d'alcool à 80° environ.

Dans chaque flacon ajouter 25° d'un mélange à PE des deux solutions suivantes :

Iode..... 50 gr. Bichlorure de mercure. 60 gr.
Alcool à 96°.. 1 litre. Alcool 96°..... 1 litre.

Laisser en contact *trois heures*, laver le bouchon et les parois du flacon avec 10° d'une solution concentrée de KI, et déterminer avec une solution normale décimale d'hyposulfite (à 24^{sr}8 par litre, le nombre de CC³ nécessaire pour produire la décoloration dans les deux flacons.

Soit 42^{cc}3 d'hyposulfite employés dans la solution type.

32^{cc}7 d'hyposulfite employés dans l'absinthe,

la différence 9^{cc}6 multipliée par le facteur 0.2032 donne la proportion d'essences *en grammes* par litre d'absinthe.

E) Examiner la matière colorantes et les matières précipitables par l'eau (Voir précédemment).

Exemple d'analyse d'absinthe :

1° { Degré alcoolique
 { Densité à + 15
 { Degré réel.....
 { Extrait par litre
 { Couleur.....
 { Essai Savalle sur l'alcool à 50°..

2°	{	Accidité en milligrammes pour	
		100 ^{es} alcool à 100°	24.0
		Aldéhydes	9.9
		Furfurol	0
		Ethers	12.5
		Alcools supérieurs.....	traces
		Coefficient d'impuretés.....	46.4
3°	{	Acétone	0
		Alcool méthylique.....	0
		Essences en grammes par litre..	1 ^{er} 62

Interprétation des résultats. — Dans une absinthe de qualité supérieure fabriquée avec de l'alcool d'industrie bien rectifié, le coefficient d'impuretés peut s'élever jusqu'à 80 milligram.

Dans une absinthe de qualité ordinaire fabriquée avec de l'alcool d'industrie moyen goût, le coefficient d'impuretés peut varier de 80 à 150 milligrammes.

Au-dessus de 150 milligrammes d'impuretés, l'absinthe peut être soupçonnée d'avoir été fabriquée :

Soit avec de l'eau-de-vie de vin, ou un mélange d'eau-de-vie de vin et d'alcool d'industrie.

Soit avec de l'alcool d'industrie mal rectifié.

Soit avec un coupage d'alcool dénaturé, régénéré et d'alcool d'industrie.

4° LIQUEURS DE TABLE.

Les liqueurs de table sont constituées par un mélange d'alcool, de sucre et d'eau, dont les proportions varient selon le genre de liqueur et auquel on ajoute des substances aromatiques et colorantes.

Les substances aromatiques sont employées tantôt en nature, en les faisant macérer dans l'alcool ou dans l'eau, tantôt sous forme d'essences, d'eaux aromatiques, d'extraits odorants, etc.

On peut rapporter à trois les procédés différents employés pour la préparation des liqueurs de table :

La distillation.

L'infusion ou macération.

L'addition d'essences ou de suc de fruits à l'alcool.

On classe les liqueurs d'après la teneur en sucre :

Les liqueurs ordinaires, qui contiennent 8 à 10 o/o de sucre, dont 3/4 de glucose et 20 o/o en volume d'alcool.

Les liqueurs demi-fines, qui contiennent 14 à 15 o/o de sucre, sans glucose, et 23 o/o d'alcool.

Les liqueurs fines, qui contiennent 20 o/o de sucre, sans glucose, et 28 o/o d'alcool.

Les liqueurs surfines, qui contiennent 56 o/o de sucre, sans glucose, et ont un titre alcoolique variable.

L'analyse de tels produits comporte :

1° *La détermination du degré alcoolique.*

2° *Le dosage de l'extrait sec.*

3° *Le dosage des sucres.*

4° *L'examen de la matière colorante.*

5° *L'examen de l'alcool au point de vue de sa pureté.*

1° *Détermination du degré alcoolique.* — On mesure la liqueur à essayer, comme le vin, en remplissant l'éprouvette graduée, qui accompagne l'alambic de Salleron, jusqu'au trait supérieur; on verse ce volume de liquide ainsi mesuré dans la chaudière de l'alambic et on lui ajoute un égal volume d'eau distillée, mesuré avec la même éprouvette.

On distille; mais au lieu de recueillir le liquide distillé jusqu'au trait $1/2$ de l'éprouvette, on continue l'opération jusqu'à ce que le liquide atteigne presque le trait supérieur.

On complète le volume primitif avec de l'eau distillée, et on prend le degré réel du liquide (voir alcoométrie), c'est aussi le degré réel de la liqueur.

2° *Dosage de l'extrait sec* (comme pour les eaux-de-vie). — Ici, le poids de l'extrait sec atteint un chiffre assez élevé.

3° *Dosage des sucres.* — On se contente de doser le saccharose, le glucose et le sucre interverti.

On a, d'après M. Zwilling (Girard et Cuniasse, analyse des alcools) :

Saccharose $x = (D - D') 0,1203$.

Sucre interverti $\gamma = 0,701 P - 0,0371 D - 0,1089 D'$.

Glucose $y = 0,96 (P - \gamma)$.

Prendre 100^{cc} de liqueur à analyser, éliminer l'alcool par distillation, ramener le résidu au volume primitif avec de l'eau distillée, étendre à 500^{cc} avec le même liquide.

Prendre 100^{cc} de cette liqueur diluée, les introduire dans un ballon jaugé à 100-110^{cc}, y ajouter 10^{cc} de sous-acétate de plomb liquide; agiter et compléter le volume de 110^{cc} avec de l'eau distillée, filtrer.

La liqueur primitive est donc diluée au cinquième + 1/10^e.

α) Examiner au polarimètre et au tube de 22 centimètres, la liqueur claire : Soit + N *degrés saccharimétriques*.

On a : $N \times 5 =$ Degrés saccharimétriques corrigés, soit D.

β) Prendre 50° de liqueur filtrée, y ajouter 5° d'acide chlorhydrique et porter le liquide au bain-marie à + 80°, pendant une heure. Filtrer, examiner au polarimètre avec un tube de 22 centimètres, soit + N'.

On a $N' + 1/10 \times 5 =$ Degrés saccharimétriques corrigés, soit D'.

On tire : Saccharose pour cent de liqueur :

$$(D - D') 0,1203.$$

γ) Prendre 5° de liqueur primitive (c'est-à-dire de la liqueur à analyser), les précipiter par l'alcool absolu.

a) *Il y a un précipité* ; le laver et le dissoudre dans 50° d'eau distillée chaude ; observer la solution au polarimètre, au tube de 20 centimètres. Il donne une déviation de + N'' ; la liqueur saccharimétrique étant diluée au 1/10°, on a comme déviation totale, due à la dextrine, $N'' \times 10 = C$.

Retrancher C des deux déviations précédemment obtenues, on aura alors :

$$\begin{array}{l} \text{Avant inversion} \quad + (D - C) = A \\ \text{Après inversion} \quad - (D' - C) = A' \end{array}$$

b) *Il n'y a pas de précipité, ou bien le précipité formé dissous dans l'eau ne donne pas de déviation au polarimètre*. On calcule le saccharose comme précédemment (β), car il n'y a pas de dextrine ; le glucose et le sucre interverti seront calculés, comme il sera dit plus loin, en remplaçant A par D et A' par D'.

c) Doser le sucre réducteur sur la liqueur diluée employée pour l'examen avant l'inversion, au moyen de la liqueur de Fehling, et en calculant le résultat en sucre interverti. On trouve par exemple 17 grammes de sucre interverti pour 100 grammes de liqueur.

Calcul. — Donnons à D et D' des valeurs quelconques :

$$\begin{array}{l} D = + 488 \\ D' = + 293 \end{array}$$

En outre, la solution précipitée par l'alcool et le liquide provenant de la solution du précipité, a donné une déviation de + 336°.

On a : Saccharose 0/0 $(488^\circ - 293) 0,1203 = 23,4585$.

La déviation due à la dextrine étant de $+ 336^\circ$, retrancher cette déviation des déviations précédentes. On a :

Avant inversion $= + 488 - 336 = + 152^\circ$

Après inversion $+ 293 - 336 = - 43^\circ$

Le sucre réducteur dosé est de 17 grammes pour 100 gr. de liqueur. On aura donc :

Saccharose $= (488^\circ - 293) 0,1203 = 23,4585$ 0/0 de liqueur.

Sucre interverti $= 0,701 \times 17 - 0,0371 \times 152 - 0,1089 \times (- 43) = 10,9605$.

Glucose $= 0,96 (17 - 10,9605) = 5,79792$.

S'il s'agissait d'une liqueur faite avec des fruits, on s'assurerait de la présence du suc de fruit, comme il est dit aux Sirops de fruits. (Voir matières sucrées.)

4° *Examen de la matière colorante.* — Les trois essais suivants sont suffisants en pratique :

α) La liqueur diluée de son volume d'eau et agitée avec de l'alcool amylique, ne doit pas colorer cet alcool.

β) Etendue de son volume d'eau, la liqueur portée à l'ébullition ne doit pas colorer un fil de laine blanche dégraissée.

γ) La même solution, traitée par le sous-acétate de plomb liquide, donne un précipité ardoise; mais la liqueur qui surnage le précipité doit être incolore ou légèrement bleuâtre.

Une coloration rouge ou violette de la laine, une coloration rouge du liquide surnageant le précipité, indiquent une matière colorante interdite (1).

5° *Examen de l'alcool au point de vue de sa pureté.* — Opérer exactement comme il est dit pour l'eau-de-vie, en ayant soin de distiller la liqueur, et sur l'alcool obtenu, amené à 50°, on dosera les impuretés alcooliques (voir Eaux-de-vie).

5° APÉRITIFS, AMERS.

(Méthode de Sanglé-Ferrière et Cuniasse) (2).

L'analyse comporte les mêmes essais que pour l'absinthe.

Dosage de l'alcool. — On détermine le degré alcoolique du produit en en distillant 100^{cc} aussi complètement que possible. Après distillation, on ramène le distillat au volume primitif et on prend le degré alcoolique à $+ 15^\circ$; conserver le distillat qui servira au dosage *des essences*.

(1) Pour examiner complètement la matière colorante, voir Vins et Sucs de fruits (matières sucrées).

(2) Ch. GIRARD; Analyses des matières alimentaires.

Connaissant le titre alcoolique, diluer l'amer de façon à obtenir 600^{cc} de liquide à 25°, en se servant des indications de la table de dilution de l'absinthe (page 67) et ajouter 40 grammes de noir spécial Poulenc P W. Après vingt-quatre heures de contact, filtrer. Si le filtrat est coloré, ne pas s'en inquiéter. En prélever 500^{cc} et, opérant comme pour les absinthes, distiller pour recueillir 300^{cc} de distillat. Opérer alors exactement comme pour l'absinthe, pour prendre le degré. Conserver cet alcool à t° pour doser les *impuretés alcooliques*.

Extrait sec. — Le poids de l'extrait sec est obtenu d'une façon suffisamment exacte, en évaporant au bain-marie d'eau distillée 10^{cc} de spiritueux dans une capsule en verre plate. Après huit heures, peser.

Acidité (Voir absinthe).

Impuretés alcooliques. — On prend l'alcool à t° restant du dosage de l'alcool, et on opère exactement comme il a été dit pour l'absinthe.

Dosage des essences. — Ce sont surtout les essences d'orange, de citron et leurs succédanés (essences à fonction aldéhyde, citral, citronellal).

Les 100^{cc} d'amer distillés pour la détermination du degré alcoolique, sont très exactement mesurés ; on en prélève 50^{cc}, que l'on place dans une fiole conique, et on opère exactement comme il est dit pour l'absinthe.

La différence du nombre de centimètres cubes employés pour les deux titrages $\times 0,0753$ donne, dans ces conditions, et en essence d'orange la teneur en *grammes* d'essences par litre d'amer.

Les amers contiennent généralement une forte proportion de *matières fixes* (sucre, caramel, glucosides et alcaloïdes provenant des plantes employées pour la préparation). Pour les doser, voici comment il convient d'opérer :

Sucre. — Il se trouve dans les amers, à l'état de saccharose en partie interverti. On prend 10^{cc} d'amer, on chasse l'alcool par évaporation et on ajoute au résidu 5^{cc} de perchlorure de fer en solution concentrée, on chauffe dix minutes au bain-marie, on laisse refroidir, on sature l'acidité au moyen d'une solution concentrée de Co^3Na^3 ; on ajoute une petite pincée de noir décolorant, on complète à 100^{cc} avec de l'eau distillée.

On filtre, on dose avec la liqueur de Fehling ; on exprime indifféremment en glucose ou saccharose.

Caramel. — A 25 grammes d'amer, ajouter deux volumes d'alcool à 96°, filtrer pour séparer les gommés et la dextrine, évaporer l'alcool du filtrat, ajouter une solution concentrée de chlorhydrate de phenylhydrazine dans l'acétate de soude qui, à froid, donne immédiatement, ou après une heure, un trouble floconneux rouge brique en présence du caramel.

Alcaloïdes (Méthode d'Otto modifiée). — Prendre 100 à 200^{cc} d'amer, aciduler avec un peu d'acide tartrique, évaporer l'alcool au bain-marie, saturer par Co^3Na^2 , épuiser deux fois avec 50^{cc} d'éther (Voir Traités spéciaux).

Exemple d'analyse :

Degré réel	4°05
Densité à + 15.....	0,9636
Extrait par litre.....	34,70
Couleur.....	Caramel.
 Matières réductrices en glucose.....	 17°8
En milligr. pour 100 ^{cc} d'alcool à 100..	
 Acidité	 112,5
Aldéhydes.....	4,1
Furfurol.....	0,7
Ethers.....	33,5
Alcools supérieurs.....	Néant.
	<hr/>
Coefficient d'impuretés.....	150,8
 Alcaloïdes.....	 Néant.
Acétone	—
Alcool méthylique.....	—
Essences en grammes par litre	0°°343

3° ALCOOMÉTRIE.

L'alcoométrie est l'ensemble des procédés propres à la détermination de la proportion d'alcool absolu contenu dans un liquide alcoolique.

Cette proportion d'alcool se détermine au moyen d'appareils appelés alcoomètres, qui sont des aéromètres à poids constants et à volume variable.

ALCOOMÈTRES.

Les alcoomètres centésimaux sont des aréomètres à volumes variables et à *poids constants*, destinés à mesurer la force des liquides alcooliques à + 15° centigrades, c'est-à-dire le

nombre de centièmes d'alcool pur en volume, que contiennent ces liquides, à cette température.

La graduation de ces instruments est empirique. L'échelle porte 100 divisions, dont chacune représente un centième d'alcool en volume ; le 0 correspondant à l'eau pure, le 100° à l'alcool absolu.

Un liquide dans lequel l'alcoomètre s'enfonce à + 15° jusqu'à 60°, renfermera dans 100^{cc} de son volume, 60^{cc} d'alcool absolu et le reste d'eau.

Mais les appareils étant gradués pour la température de + 15° centigrade, il faut que l'essai de l'alcool soit fait à cette température, pour que l'alcoomètre donne des résultats exacts.

Si la température du liquide est différente de + 15°, on doit effectuer une correction, en se servant des tables de Gay-Lussac, qui donnent pour chaque température le degré alcoolique à + 15°, correspondant au degré lu, à une température différente (Table I).

Si le degré lu à l'alcoomètre et au thermomètre contient des décimales, voici comment on opère :

1° *Pour l'indication de l'alcoomètre.* — On néglige d'abord la fraction du degré indiqué ; on cherche ensuite dans la table le chiffre correspondant à ce nombre entier, et au résultat on ajoute la fraction.

Exemple : L'alcoomètre indique 45°4 à la température de + 22° ; quel est le degré à + 15°.

Chercher d'abord le degré correspondant à 45° et à + 22°, en négligeant la fraction 4 ; on trouve qu'il y a 42°1 à la table de Gay-Lussac ; ajouter alors la fraction 0,4, ce qui donne comme degré à + 15°, 42°5.

2° *Pour l'indication du thermomètre.* — On prend le nombre entier le plus près du nombre fractionnaire.

Ainsi : Si la température observée est 18,6, on prend 19° ; si elle est de 7,3, on prend seulement 7 ; on opère ensuite comme si cette température était réellement de 19° dans le premier cas et de 7° dans le second.

3° *Lorsque l'alcoomètre et le thermomètre donnent à la fois des indications de nombres à décimales, voici comment on opère :*

L'alcoomètre marque 86°7 dans un alcool qui est à la température de 23°4, il faut connaître le degré que cet alcool marquerait à + 15°.

Au lieu de 86°7 on prend 86.

Au lieu de 23°4, on prend 23.

Dans cette supposition, l'alcool marquerait à + 15°, d'après les tables 83°1 ; on ajoute alors 0°7 à ce degré ; il devient alors 83°8 à + 15°.

L'erreur ainsi commise atteint au maximum 1/5° de degré de l'alcoomètre ; elle est donc négligeable.

Table I. (Table de la Régie.)

Table de correction du degré alcoolique d'un liquide ramené à la température de 15° centigrades (selon Gay-Lussac).

DEGRÉS DE L'ALCOOMÈTRE																		
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
O	1.3	2.4	3.4	4.4	5.4	6.5	7.5	8.6	9.7	10.9	12.2	13.4	14.7	16.1	17.5	19	20.4	21.7
1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	13.4	14.7	16	17.3	18.7	20.1	21.4
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	13.3	14.6	15.9	17.1	18.3	19.7	20.9
3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	13.3	14.5	15.8	16.9	18.1	19.4	20.7
4	1.4	2.5	3.5	4.5	5.5	6.6	7.7	8.7	9.8	10.9	12.1	13.2	14.4	15.7	16.8	18	19.2	20.5
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	13.1	14.3	15.6	16.7	17.8	19	20.3
6	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	13	14.2	15.4	16.6	17.7	18.8	20
7	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	13	14.1	15.3	16.4	17.5	18.6	19.7
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	12.9	14	15.1	16.2	17.3	18.4	19.5
9	1.4	2.4	3.4	4.3	5.3	6.3	7.3	8.5	9.5	10.6	11.7	12.7	13.8	14.9	16	17	18.1	19.2
10	1.3	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.4	8.4	9.4	10.5	11.6	12.6	13.6	14.7	15.8	16.8	17.9	19
11	1.2	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	9.3	10.4	11.6	12.5	13.5	14.6	15.6	16.6	17.6	18.7
12	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2	9.2	10.3	11.4	12.4	13.4	14.4	15.3	16.4	17.4	18.5
13	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2
14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
15	0.9	1.9	2.9	3.9	4.9	5.9	6.9	7.9	8.9	9.9	10.9	11.9	12.9	13.9	14.9	15.9	16.9	17.8
16	0.8	1.8	2.8	3.8	4.8	5.8	6.8	7.8	8.8	9.8	10.8	11.7	12.7	13.7	14.7	15.6	16.6	17.5
17	0.7	1.7	2.7	3.7	4.7	5.7	6.7	7.7	8.7	9.7	10.7	11.6	12.5	13.5	14.5	15.4	16.3	17.3
18	0.6	1.6	2.6	3.6	4.6	5.6	6.6	7.6	8.5	9.5	10.5	11.4	12.4	13.3	14.3	15.2	16.1	17
19	0.5	1.5	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.3	8.3	9.3	10.3	11.2	12.2	13.1	14	14.9	15.8	16.7
20	0.4	1.4	2.3	3.3	4.3	5.2	6.2	7.1	8.1	9.1	10.1	11	11.9	12.8	13.7	14.6	15.5	16.4
21	0.3	1.3	2.2	3.2	4.1	5.1	6.1	7	7.9	8.9	9.9	10.8	11.7	12.6	13.5	14.4	15.3	16.2
22	0.1	1.1	2.1	3.1	4	4.9	5.9	6.8	7.8	8.7	9.7	10.6	11.5	12.4	13.3	14.1	15	15.9
23	0	1	1.9	2.9	3.8	4.8	5.8	6.7	7.6	8.5	9.5	10.4	11.3	12.2	13.1	13.9	14.8	15.7
24	0	0.8	1.7	2.7	3.5	4.6	5.5	6.5	7.4	8.3	9.3	10.2	11.1	12	12.8	13.6	14.5	15.4
25	0	0.7	1.6	2.6	3.5	4.4	5.4	6.3	7.2	8.1	9	9.9	10.8	11.7	12.6	13.4	14.2	15.1
26	0	0.5	1.5	2.4	3.3	4.3	5.2	6.1	7	7.9	8.8	9.7	10.6	11.5	12.3	13.1	13.9	14.8
27	0	0.3	1.3	2.2	3.1	4.1	5	5.9	6.8	7.7	8.6	9.5	10.3	11.2	12	12.8	13.6	14.4
28	0	0.1	1.1	2	2.9	3.9	4.8	5.7	6.6	7.5	8.4	9.2	10.1	11	11.8	12.5	13.3	14.1
29	0	0	0.9	1.9	2.8	3.7	4.6	5.5	6.4	7.3	8.1	9	9.8	10.7	11.5	12.3	13	13.8
30																		

Température en degrés centigrades.

Le liquide alcoolique marque 11° à une température de + 17°; la table indique que ce liquide marquerait 10.8 à + 15°; pour les indications à décimales, voir page 76.

DEGRÉS DE L'ALCOOMÈTRE

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
0	23	24.3	25.7	27.1	28.5	29.9	31.4	32.3	33.4	34.5	35.6	36.6	37.6	38.6	39.6	40.6	41.5	42.5	43.5	44.4	45.4
1	22.7	24	25.4	26.8	28.1	29.4	30.6	31.8	32.9	34	35.1	36.1	37.1	38.1	39.1	40.1	41.2	42.2	43.1	44.1	45
2	22.4	23.4	25	26.4	27.6	28.9	30.2	31.4	32.5	33.5	34.6	35.6	36.7	37.7	38.7	39.7	40.7	41.7	42.7	43.7	44.6
3	22.1	23.1	24.7	26	27.3	28.6	29.8	31	32.1	33.1	34.1	35.1	36.2	37.3	38.3	39.3	40.3	41.3	42.3	43.2	44.2
4	21.9	23.1	24.4	25.7	26.9	28.1	29.3	30.6	31.6	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.8	39.8	40.8	41.8	42.8	43.8
5	21.6	22.8	24.1	25.3	26.5	27.8	29	30.1	31.2	32.3	33.3	34.3	35.3	36.3	37.3	38.3	39.3	40.3	41.4	42.4	43.4
6	21.4	22.5	23.4	25	26.1	27.3	28.5	29.7	30.8	31.8	32.8	33.8	34.9	35.9	36.9	37.9	38.9	39.9	40.9	41.9	42.9
7	21	22.1	23.4	24.7	25.8	27	28.2	29.3	30.3	31.3	32.3	33.3	34.3	35.4	36.4	37.4	38.4	39.4	40.4	41.4	42.4
8	20.7	21.8	23	24.2	25.4	26.2	27.7	28.9	29.9	30.9	31.9	32.9	33.9	34.9	35.9	36.9	37.9	38.9	39.9	40.9	42
9	20.5	21.6	22.7	23.9	25	26.6	27.3	28.5	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5	34.5	35.5	36.5	37.5	38.5	39.5	40.6	41.6
10	20.2	21.3	22.4	23.5	24.6	25.8	26.9	28	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34.1	35.1	36.1	37.1	38.1	39.1	40.1	41.1
11	20	21	22.1	23.2	24.3	25.4	26.5	27.7	28.7	29.7	30.7	31.7	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7	39.7	40.7
12	19.7	20.7	21.8	22.9	24	25.1	26.1	27.2	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2	34.3	35.3	36.3	37.2	38.3	39.3	40.3
13	19.5	20.5	21.5	22.6	23.7	24.7	25.7	26.8	27.8	28.8	29.8	30.8	31.8	32.8	33.8	34.8	35.8	36.8	37.0	37.8	39.8
14	19.2	20.2	21.2	22.3	23.3	24.3	25.3	26.4	27.4	28.4	29.4	30.4	31.4	32.4	33.4	34.4	35.4	36.4	37.4	38.4	39.4
15	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
16	18.7	19.7	20.7	21.7	22.7	23.7	24.7	25.7	26.6	27.6	28.6	29.6	30.6	31.6	32.5	33.5	34.5	35.5	36.5	37.5	38.5
17	18.4	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.4	25.4	26.3	27.3	28.2	29.2	30.2	31.2	32.1	33.1	34.1	35.1	36.1	37.1	38.1
18	18.2	19.1	20.1	21.1	22	23	24	25	25.9	26.9	27.8	28.8	29.8	30.8	31.7	32.6	33.6	34.6	35.6	36.6	37.6
19	17.9	18.8	19.8	20.8	21.7	22.7	23.6	24.6	25.5	26.4	27.3	28.3	29.3	30.3	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2
20	17.6	18.5	19.5	20.5	21.4	22.4	23.3	24.3	25.2	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34.1	35.1	36.1	37.1
21	17.3	18.2	19.1	20.1	21.1	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34.1	35.1	36.1	37.1
22	17	17.9	18.8	19.8	20.7	21.6	22.5	23.5	24.3	25.3	26.2	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34.1	35.1	36.1
23	16.7	17.6	18.5	19.4	20.3	21.3	22.2	23.1	24	24.9	25.8	26.7	27.7	28.7	29.6	30.6	31.6	32.6	33.6	34.5	35.5
24	16.5	17.4	18.2	19.1	20	21	21.8	22.7	23.6	24.5	25.4	26.3	27.2	28.2	29.2	30.2	31.2	32.1	33.1	34.1	35.1
25	16.2	17.1	17.9	18.8	19.7	20.6	21.5	22.4	23.3	24.2	25.1	26	26.9	27.8	28.7	29.7	30.7	31.7	32.7	33.7	34.7
26	15.9	16.7	17.6	18.5	19.4	20.3	21.2	22.1	22.9	23.8	24.7	25.6	26.5	27.5	28.4	29.4	30.3	31.3	32.3	33.3	34.3
27	15.6	16.4	17.3	18.2	19.1	20	20.8	21.7	22.6	23.5	24.4	25.3	26.2	27.1	27.9	28.9	29.9	30.9	31.9	32.9	33.9
28	15.2	16	16.9	17.9	18.8	19.6	20.5	21.4	22.3	23.1	24	24.8	25.7	26.6	27.5	28.5	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5
29	14.9	15.7	16.6	17.5	18.4	19.3	20.2	21.1	21.8	22.7	23.6	24.4	25.2	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1
30	14.6	15.4	16.3	17.2	18.1	19	19.8	20.7	21.5	22.4	23.2	24.0	24.9	25.8	26.7	27.7	28.7	29.7	30.7	31.6	32.6

Température en degrés centigrades.

DEGRÉS DE L'ALCOOMÈTRE

	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
0	46.4	47.4	48.4	49.3	50.3	51.3	52.3	53.2	54.1	55.1	56.1	57.1	58	59	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.8
1	46.5	47.5	48.5	49.4	50.4	51.4	52.4	53.3	54.2	55.2	56.2	57.2	58.1	59	59.8	60.8	61.8	62.8	63.8	64.8	65.7
2	46.6	47.6	48.6	49.5	50.5	51.5	52.5	53.4	54.3	55.3	56.3	57.3	58.2	59.1	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.8
3	46.7	47.7	48.7	49.6	50.6	51.6	52.6	53.5	54.4	55.4	56.4	57.4	58.3	59.2	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.8
4	46.8	47.8	48.8	49.7	50.7	51.7	52.7	53.6	54.5	55.5	56.5	57.5	58.4	59.3	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.8
5	46.9	47.9	48.9	49.8	50.8	51.8	52.8	53.7	54.6	55.6	56.6	57.6	58.5	59.4	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.8
6	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.8
7	47.1	48.1	49.1	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.8
8	47.2	48.2	49.2	50.1	51.1	52.1	53.1	54	55	56	57	58	59	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.8
9	47.3	48.3	49.3	50.2	51.2	52.2	53.2	54.1	55.1	56.1	57.1	58	59	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.8
10	47.4	48.4	49.4	50.3	51.3	52.3	53.3	54.2	55.2	56.2	57.2	58.1	59	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.8
11	47.5	48.5	49.5	50.4	51.4	52.4	53.4	54.3	55.3	56.3	57.3	58.2	59.1	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.8
12	47.6	48.6	49.6	50.5	51.5	52.5	53.5	54.4	55.4	56.4	57.4	58.3	59.2	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.8
13	47.7	48.7	49.7	50.6	51.6	52.6	53.6	54.5	55.5	56.5	57.5	58.4	59.3	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.8
14	47.8	48.8	49.8	50.7	51.7	52.7	53.7	54.6	55.6	56.6	57.6	58.5	59.4	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.8
15	47.9	48.9	49.9	50.8	51.8	52.8	53.8	54.7	55.7	56.7	57.7	58.6	59.5	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.8
16	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
17	48.1	49.1	50.1	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
18	48.2	49.2	50.2	51.1	52.1	53.1	54.1	55.1	56.1	57.1	58.1	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
19	48.3	49.3	50.3	51.2	52.2	53.2	54.2	55.2	56.2	57.2	58.2	59.1	60	61	62	63	64	65	66	67	68
20	48.4	49.4	50.4	51.3	52.3	53.3	54.3	55.3	56.3	57.3	58.3	59.2	60	61	62	63	64	65	66	67	68
21	48.5	49.5	50.5	51.4	52.4	53.4	54.4	55.4	56.4	57.4	58.4	59.3	60	61	62	63	64	65	66	67	68
22	48.6	49.6	50.6	51.5	52.5	53.5	54.5	55.5	56.5	57.5	58.5	59.4	60	61	62	63	64	65	66	67	68
23	48.7	49.7	50.7	51.6	52.6	53.6	54.6	55.6	56.6	57.6	58.6	59.5	60	61	62	63	64	65	66	67	68
24	48.8	49.8	50.8	51.7	52.7	53.7	54.7	55.7	56.7	57.7	58.7	59.6	60	61	62	63	64	65	66	67	68
25	48.9	49.9	50.9	51.8	52.8	53.8	54.8	55.8	56.8	57.8	58.8	59.7	60	61	62	63	64	65	66	67	68
26	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
27	49.1	50.1	51.1	52.1	53.1	54.1	55.1	56.1	57.1	58.1	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
28	49.2	50.2	51.2	52.2	53.2	54.2	55.2	56.2	57.2	58.2	59.1	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
29	49.3	50.3	51.3	52.3	53.3	54.3	55.3	56.3	57.3	58.3	59.2	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
30	49.4	50.4	51.4	52.4	53.4	54.4	55.4	56.4	57.4	58.4	59.3	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69

Température en degrés centigrades.

DEGRÉS DE L'ALCOOMÈTRE

	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
0	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.7	72.7	73.7	74.4	75.7	76.6	77.6	78.6	79.6	80.6	81.6	82.6	83.6	84.5	85.5	86.4
1	66.5	67.5	68.5	69.4	70.4	71.3	72.3	73.3	74.3	75.3	76.2	77.2	78.2	79.2	80.2	81.2	82.2	83.2	84.2	85.1	86.1
2	66.1	67.1	68.1	69.1	70.1	71.1	72.1	73.1	74.1	75.1	76.1	77.1	78.1	79.1	80.1	81.1	82.1	83.1	84.1	85.1	86.1
3	65.6	66.6	67.6	68.5	69.5	70.6	71.6	72.6	73.6	74.5	75.5	76.5	77.5	78.5	79.5	80.5	81.5	82.5	83.5	84.5	85.5
4	65.3	66.3	67.3	68.3	69.3	70.2	71.2	72.2	73.2	74.1	75.1	76.1	77.1	78.1	79.1	80.1	81.1	82.1	83.1	84.1	85.1
5	64.9	65.9	66.9	67.9	68.9	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.7	76.7	77.7	78.7	79.7	80.7	81.7	82.7	83.7	84.7
6	64.5	65.5	66.5	67.5	68.5	69.5	70.5	71.5	72.5	73.4	74.4	75.3	76.3	77.3	78.3	79.3	80.3	81.3	82.3	83.3	84.3
7	64.1	65.1	66.1	67.1	68.1	69.1	70.1	71.1	72.1	73.1	74.1	75.1	76.1	77.1	78.1	79.1	80.1	81.1	82.1	83.1	84.1
8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.8	68.7	69.7	70.6	71.6	72.6	73.6	74.6	75.6	76.6	77.6	78.6	79.6	80.6	81.6	82.6	83.6
9	63.4	64.4	65.4	66.4	67.4	68.3	69.3	70.3	71.3	72.3	73.3	74.3	75.3	76.3	77.3	78.3	79.3	80.3	81.3	82.3	83.3
10	63.0	64.0	65.0	66.0	67.0	67.9	68.9	69.9	70.9	71.9	72.9	73.9	74.9	75.9	76.9	77.9	78.9	79.9	80.9	81.9	82.9
11	62.6	63.6	64.6	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6	72.6	73.6	74.6	75.6	76.6	77.6	78.6	79.6	80.6	81.6	82.6
12	62.2	63.2	64.2	65.2	66.2	67.2	68.2	69.2	70.2	71.2	72.2	73.2	74.2	75.2	76.2	77.2	78.2	79.2	80.2	81.2	82.2
13	61.8	62.8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.8	76.8	77.8	78.8	79.8	80.8	81.8
14	61.4	62.4	63.4	64.4	65.4	66.4	67.4	68.4	69.4	70.4	71.4	72.4	73.4	74.4	75.4	76.4	77.4	78.4	79.4	80.4	81.4
15	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0	71.0	72.0	73.0	74.0	75.0	76.0	77.0	78.0	79.0	80.0	81.0
16	60.6	61.6	62.6	63.6	64.6	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6	72.6	73.6	74.6	75.6	76.6	77.6	78.6	79.6	80.6
17	60.2	61.2	62.2	63.2	64.2	65.2	66.2	67.2	68.2	69.2	70.2	71.2	72.2	73.2	74.2	75.2	76.2	77.2	78.2	79.2	80.2
18	59.8	60.8	61.8	62.8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.8	76.8	77.8	78.8	79.8
19	59.4	60.4	61.4	62.4	63.4	64.4	65.4	66.4	67.4	68.4	69.4	70.4	71.4	72.4	73.4	74.4	75.4	76.4	77.4	78.4	79.4
20	59.0	60.0	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0	71.0	72.0	73.0	74.0	75.0	76.0	77.0	78.0	79.0
21	58.6	59.6	60.6	61.6	62.6	63.6	64.6	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6	72.6	73.6	74.6	75.6	76.6	77.6	78.6
22	58.2	59.2	60.2	61.2	62.2	63.2	64.2	65.2	66.2	67.2	68.2	69.2	70.2	71.2	72.2	73.2	74.2	75.2	76.2	77.2	78.2
23	57.8	58.8	59.8	60.8	61.8	62.8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.8	76.8	77.8
24	57.4	58.4	59.4	60.4	61.4	62.4	63.4	64.4	65.4	66.4	67.4	68.4	69.4	70.4	71.4	72.4	73.4	74.4	75.4	76.4	77.4
25	57.0	58.0	59.0	60.0	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0	71.0	72.0	73.0	74.0	75.0	76.0	77.0
26	56.6	57.6	58.6	59.6	60.6	61.6	62.6	63.6	64.6	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6	72.6	73.6	74.6	75.6	76.6
27	56.2	57.2	58.2	59.2	60.2	61.2	62.2	63.2	64.2	65.2	66.2	67.2	68.2	69.2	70.2	71.2	72.2	73.2	74.2	75.2	76.2
28	55.8	56.8	57.8	58.8	59.8	60.8	61.8	62.8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.8
29	55.4	56.4	57.4	58.4	59.4	60.4	61.4	62.4	63.4	64.4	65.4	66.4	67.4	68.4	69.4	70.4	71.4	72.4	73.4	74.4	75.4
30	55.0	56.0	57.0	58.0	59.0	60.0	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0	71.0	72.0	73.0	74.0	75.0

Température en degrés centigrades.

DEGRES DE L'ALCOOMETRE

	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
10	87.4	88.3	89.2	90.2	91.2	92.2	93.1	94	95	95.9	96.8	97.7	98.5	99.5					
11	87.6	88.6	89.6	90.6	91.6	92.6	93.5	94.5	95.5	96.5	97.5	98.4	99.4	100					
12	87.8	88.8	89.8	90.8	91.8	92.8	93.7	94.7	95.7	96.7	97.7	98.6	99.6	100					
13	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	93.9	94.9	95.9	96.9	97.9	98.8	99.8	100					
14	88.2	89.2	90.2	91.2	92.2	93.2	94.1	95.1	96.1	97.1	98.1	99.1	100						
15	88.4	89.4	90.4	91.4	92.4	93.4	94.3	95.3	96.3	97.3	98.3	99.3	100						
16	88.6	89.6	90.6	91.6	92.6	93.6	94.5	95.5	96.5	97.5	98.5	99.5	100						
17	88.8	89.8	90.8	91.8	92.8	93.8	94.7	95.7	96.7	97.7	98.7	99.7	100						
18	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	94.9	95.9	96.9	97.9	98.9	99.9	100						
19	89.2	90.2	91.2	92.2	93.2	94.2	95.1	96.1	97.1	98.1	99.1	100							
20	89.4	90.4	91.4	92.4	93.4	94.4	95.3	96.3	97.3	98.3	99.3	100							
21	89.6	90.6	91.6	92.6	93.6	94.6	95.5	96.5	97.5	98.5	99.5	100							
22	89.8	90.8	91.8	92.8	93.8	94.8	95.7	96.7	97.7	98.7	99.7	100							
23	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	95.9	96.9	97.9	98.9	99.9	100							
24	90.2	91.2	92.2	93.2	94.2	95.2	96.1	97.1	98.1	99.1	100								
25	90.4	91.4	92.4	93.4	94.4	95.4	96.3	97.3	98.3	99.3	100								
26	90.6	91.6	92.6	93.6	94.6	95.6	96.5	97.5	98.5	99.5	100								
27	90.8	91.8	92.8	93.8	94.8	95.8	96.7	97.7	98.7	99.7	100								
28	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0	96.9	97.9	98.9	99.9	100								
29	91.2	92.2	93.2	94.2	95.2	96.2	97.1	98.1	99.1	100									
30	91.4	92.4	93.4	94.4	95.4	96.4	97.3	98.3	99.3	100									

Température en degrés centigrades.

Table II.

*Tableau des indications du nouvel alcoomètre légal et de l'ancien
alcoomètre de Gay-Lussac.*

LÉGAL	GAY- LUSSAC	LÉGAL	GAY- LUSSAC	GAY- LUSSAC	LÉGAL	GAY- LUSSAC	LÉGAL
0	0	51	51.25	0		51	50.75
1	1.04	52	52.24	1	0.96	52	51.75
2	2.03	53	53.26	2	1.97	53	52.74
3	3.06	54	54.29	3	2.94	54	53.71
4	4.05	55	55.29	4	3.95	55	54.71
5	5.10	56	56.29	5	4.90	56	55.71
6	6.11	57	57.30	6	5.89	57	56.70
7	7.11	58	58.31	7	6.89	58	57.69
8	8.15	59	59.28	8	7.85	59	58.72
9	9.08	60	60.27	9	8.92	60	59.73
10	10.15	61	61.27	10	9.85	61	60.73
11	11.11	62	62.24	11	10.89	62	61.76
12	12.14	63	63.23	12	11.86	63	62.77
13	13.15	64	64.20	13	12.85	64	63.80
14	14.13	65	65.20	14	13.87	65	64.80
15	15.19	66	66.21	15	14.81	66	65.79
16	16.24	67	67.19	16	15.76	67	66.81
17	17.27	68	68.18	17	16.73	68	67.82
18	18.29	69	69.19	18	17.71	69	68.81
19	19.41	70	70.17	19	18.59	70	69.83
20	20.43	71	71.16	20	19.57	71	70.84
21	21.43	72	72.16	21	20.57	72	71.84
22	22.33	73	73.13	22	21.67	73	72.87
23	23.34	74	74.11	23	22.66	74	73.89
24	24.25	75	75.10	24	23.75	75	74.90
25	25.26	76	76.11	25	24.74	76	75.89
26	26.18	77	77.10	26	25.82	77	76.90
27	27.23	78	78.09	27	26.77	78	77.91
28	28.20	79	79.10	28	27.80	79	78.90
29	29.19	80	80.12	29	28.81	80	79.88
30	30.22	81	81.12	30	29.78	81	80.88
31	31.19	82	82.13	31	30.81	82	81.87
32	32.19	83	83.11	32	31.81	83	82.89
33	33.22	84	84.12	33	32.78	84	83.88
34	34.20	85	85.14	34	33.80	85	84.86
35	35.13	86	86.14	35	34.87	86	85.86
36	36.18	87	87.16	36	35.82	87	86.84
37	37.18	88	88.16	37	36.82	88	87.84
38	38.21	89	89.15	38	37.79	89	88.85
39	39.20	90	90.14	39	38.80	90	89.86
40	40.22	91	91.12	40	39.78	91	90.88
41	41.21	92	92.12	41	40.79	92	91.88
42	42.23	93	93.10	42	41.77	93	92.90
43	43.21	94	94.11	43	42.79	94	93.89
44	44.21	95	95.10	44	43.79	95	94.90
45	45.22	96	96.09	45	44.78	96	95.91
46	46.21	97	97.07	46	45.79	97	96.93
47	47.21	98	98.07	47	46.79	98	97.93
48	48.23	99	99.07	48	47.77	99	98.93
49	49.22	100	100.07	49	48.78	100	99.92
50	50.22			50	49.78		

On emploie en France deux types d'alcoomètres.

L'alcoomètre de Gay-Lussac, gradué de 0 à 100, basé sur une densité de l'alcool absolu égale à 0,7947 à + 15°.

L'alcoomètre légal, basé sur une densité égale à 0,7943 à + 15° de l'alcool absolu. Il est aussi gradué de 0° à 100.

Ce dernier appareil doit être gradué de telle manière que sa tige s'enfonce au moins de cinq millimètres par degré alcoolique dans le liquide essayé. A cause de cette hauteur par degré, on a dû fractionner l'échelle et construire cinq instruments, chacun portant cinq divisions.

Cet alcoomètre est accompagné d'un thermomètre, dont chaque degré est séparé par un espace d'au moins trois millimètres.

L'alcoomètre légal ne concorde donc pas exactement avec l'alcoomètre de Gay-Lussac, puisque la densité prise pour base n'est pas la même. La différence entre ces appareils est maxima pour les titres de 20° et 21°, où elle atteint 0,43; on passe d'ailleurs d'une indication à une autre au moyen de la table de concordance (Table II).

Les tables de correction de Gay-Lussac sont utilisées, avec les alcoomètres légaux, comme avec l'alcoomètre de Gay-Lussac; *chaque division représentant un degré centésimal, et indiquant la proportion en centième d'alcool absolu contenu dans l'alcool examiné.*

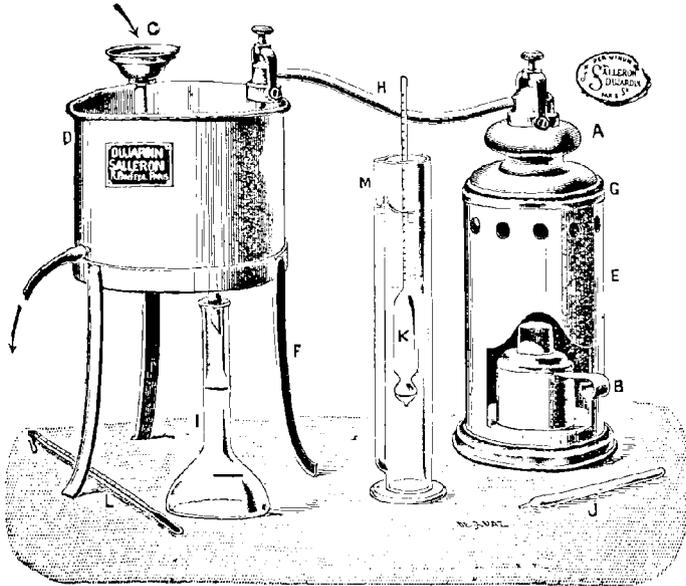
USAGE DES ALCOOMÈTRES.

Pour faire une détermination, au moyen de ces appareils, on essuie préalablement la tige graduée avec du papier buvard légèrement imbibé d'une solution de soude caustique, afin de la débarrasser des matières grasses qu'elle a pu retenir à sa surface, on l'immerge ensuite dans le liquide alcoolique contenu dans une éprouvette assez large pour qu'il puisse y flotter librement. La tige ne doit pas être mouillée à plus de 1 centimètre du point d'affleurement pour que le poids de l'appareil ne soit pas augmenté sensiblement. Lorsque l'alcoomètre est en équilibre, on lit la division correspondante à la partie *inférieure* du ménisque. (V. p. 86.) On note la température du liquide, et on fait la correction au moyen des tables de Gay-Lussac. (Voir précédemment pages 76 et suivantes).

Les alcoomètres ne peuvent servir dans le cas où le mélange renferme, outre l'alcool, d'autres substances qui en modifient la densité. Pour ces liquides (vins, bières, eaux-de-vie), il sera nécessaire de séparer par distillation l'alcool du mélange dont il fait partie avant de procéder à la détermination alcoométrique.

La distillation se pratique au moyen d'alambics spéciaux, dont le plus pratique est celui de *Salleron*.

L'alambic Salleron, modèle 1903, se compose des pièces suivantes :



A Chaudière de l'alambic, à chapiteau étranglé pour briser la mousse (capacité totale 750^{cc}).

B Lampe à alcool.

C Entonnoir du réfrigérant, servant également pour verser le liquide dans la chaudière.

D Réfrigérant avec serpentín.

E Enveloppe destinée à supporter la chaudière A.

F Trépied mobile supportant le réfrigérant D.

G Anneau mobile, se plaçant sur l'enveloppe E, pour supporter la chaudière.

H Raccord de la chaudière au réfrigérant, se serrant à l'aide des étriers à vis sur les rondelles de caoutchouc.

I Carafe portant deux traits de jauge ; l'un sur le col, servant à mesurer le volume de liquide à distiller, l'autre sur la base, indiquant, à peu près, le moment où l'on peut arrêter la distillation ; il n'y a aucun inconvénient à la pousser plus loin, l'essentiel étant de ne pas dépasser le *trait supérieur*.

Un petit tube de caoutchouc sert à fixer un tube de verre au tube de sortie du réfrigérant, afin de le prolonger dans le col de la carafe et d'éviter toute déperdition d'alcool pendant la distillation.

J Pipette pour affleurer exactement le liquide au trait.

K Alcoomètre portant sur sa carène le contrôle de l'Etat et divisé en 1/10^e de degré.

L Thermomètre contrôlé par l'Etat et divisé en $1/2$ degrés.

M Eprouvette à rainure pour opérer avec ces deux instruments sur 125^{cc} de liquide.

I. — DOSAGE DE L'ALCOOL DANS LES VINS ET DANS LES LIQUIDES
CONTENANT DE 4 A 14° D'ALCOOL ENVIRON.

L'alambic étant monté comme l'indique la figure bien rincer la carafe avec un peu du liquide à essayer, qu'on jette ensuite.

Mesurer le liquide à essayer dans la carafe jaugée, en la remplissant très exactement jusqu'au trait du haut, en se servant de la pipette pour ajouter les dernières gouttes.

Verser le contenu de la carafe dans la chaudière, en utilisant l'entonnoir de l'alambic pour ne pas perdre une seule goutte de liquide, égoutter la carafe et finalement la rincer avec environ un doigt d'eau propre, qu'on ajoute également dans la chaudière (1).

Placer le record H sur le goulot de la chaudière et sur la bride du réfrigérant, munis tous deux de rondelles de caoutchouc. Serrer les vis de pression pour obtenir une obturation parfaite.

Remplir complètement d'eau froide le réfrigérant D (on peut à la rigueur employer comme refroidisseur un liquide quelconque).

Placer la carafe jaugée sous le tube de sortie du serpentín muni d'un petit ajutage, destiné à le prolonger dans le col de la carafe, afin d'éviter toute déperdition d'alcool.

Allumer la lampe B, placée sous la chaudière A.

Lorsque le contenu de la chaudière entre en ébullition, l'eau qui entoure le serpentín s'échauffe, on la rafraîchit de temps en temps en versant de l'eau froide dans l'entonnoir.

Distiller jusqu'au trait gravé sur la base de la carafe, c'est-à-dire environ les $2/3$ de sa capacité; à ce moment, retirer la lampe et arrêter l'opération.

Compléter *très exactement* le volume du liquide dans la carafe jaugée, jusqu'au trait supérieur, avec de l'eau, en versant les dernières gouttes avec la pipette.

Mélanger le contenu, en retournant à plusieurs reprises, la carafe bouchée, préalablement, avec la paume de la main.

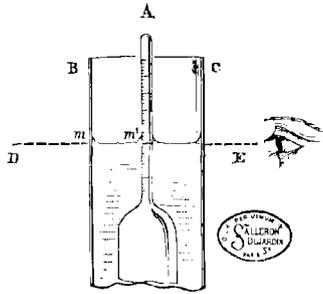
Verser dans l'éprouvette, bien essuyée, bien propre, placée d'aplomb; laisser disparaître les bulles d'air; *il n'y a aucun inconvénient lorsque le contenu de la carafe a été bien mélangé, à ce qu'on ne l'utilise pas tout entier pour remplir l'éprouvette; il suffit que l'alcoomètre soit bien immergé dans le liquide.*

Plonger l'alcoomètre et le thermomètre, qui doivent être également tenus dans le plus grand état de propreté.

Lire avec soin les indications données par l'alcoomètre *au-dessous du ménisque* (ligne D E (fig.)); *répéter deux fois la lecture et en prendre la moyenne, afin d'éviter toute erreur.*

(1) Le Comité consultatif recommande la saturation de l'acidité des liquides avant de les distiller; elle s'effectue au besoin avec la potasse, la soude ou mieux la magnésie; on la constate à l'aide d'un papier de tournesol ou de phtaléine.

Prendre la température indiquée par le thermomètre et reporter ces deux résultats sur la table de correction, que M. Dujardin a spécialement calculée en $1/10^{\circ}$, pour éviter tout calcul d'interpolation, ou, à défaut de cette table, à la table I.



II. DOSAGE DE L'ALCOOL DANS LES LIQUIDES TRÈS PEU ALCOOLIQUES.

Lorsqu'on opère sur des liquides très peu alcooliques, contenant de 2 à 6° d'alcool environ, on augmente la précision du dosage en modifiant l'opération comme suit :

Rincer la carafe avec le liquide à essayer, verser dans la chaudière deux ou trois carafes de ce liquide, mesurées comme il est dit précédemment, et ensuite laver la dite carafe avec de l'eau qu'on ajoute également dans la chaudière.

Distiller jusqu'un peu au-dessus du trait inférieur gravé sur la carafe, compléter, par une addition d'eau, faite à l'aide de la pipette, le volume total jusqu'au trait gravé sur le col, mélanger le contenu de la carafe, verser dans l'éprouvette et prendre les degrés alcooliques et thermométrique avec les précautions indiquées. Le résultat obtenu sur la table, divisé par deux ou par trois, représente le degré alcoolique exact du liquide essayé.

III. ESSAI DES VINS DE LIQUEURS ET DES LIQUIDES DÉPASSANT 14°.

On coupe le liquide à moitié avec de l'eau en opérant ainsi : mesurer une carafe de ce liquide, bien affleurer très exactement au trait de jauge gravé sur le col ; le verser dans un vase bien sec, la laisser égoutter le plus possible, répéter le même mesurage avec de l'eau, avec les mêmes précautions. Bien mélanger le contenu du vase et opérer sur une carafe du mélange en suivant le mode d'emploi indiqué précédemment. Le résultat obtenu doit être multiplié par 2.

(1) Lorsqu'il s'agit de doser l'alcool dans un liquide industriel fermenté, par distillation, voici comment il convient d'opérer : on prend 200 cc du liquide (moût, etc.) et on distille de façon à recevoir 100 cc de distillat ; on mélange ces 100 cc avec 50 cc d'eau de chaux et 50 cc d'eau distillée ; on redistille le mélange et on recueille 100 cc de distillat ; on en prend le degré alcoolique à $\pm 15^{\circ}$; ou bien on prend sa densité (Voir page 89). On en déduit le volume d'alcool absolu contenu dans les 200 cc employés.

IV. ESSAI DES EAUX-DE-VIE, DES RHUMS SIRUPÉS ET DES LIQUEURS ALCOOLIQUE A HAUT DEGRÉ.

Pour ces essais spéciaux, l'alambic modèle 1903 est accompagné de deux carafes jaugées dans le col à 125 et 250^{cc}, se servir de l'alcoomètre légal.

Voici comment on opère :

Mesurer très exactement 125^{cc} du liquide à distiller, les verser dans la chaudière sans en perdre une seule goutte et, à cet effet, employer l'entonnoir. Rincer la carafe à deux reprises, en la remplissant deux fois d'eau, qu'on verse également dans la chaudière. Mettre le raccord H en place; placer une carafe jaugée à 250^{cc} sous le serpentín et distiller le plus possible de liquide jusqu'à la naissance du col; compléter le volume total jusqu'au trait 250 avec de l'eau, bien mélanger et peser avec l'alcoomètre et le thermomètre, en prenant les précautions d'usage.

NOTES IMPORTANTES RELATIVES AU DOSAGE DE L'ALCOOL DANS LES EAUX-DE-VIE ET LES RHUMS.

1° La température du liquide alcoolique au moment où on le mesure dans la carafe de 125^{cc} doit être, autant que possible, la même que celle du liquide affleuré à 250^{cc}.

2° Après l'affleurement au trait 250^{cc} et après le mélange du contenu de la carafe, il est indifférent d'employer tout ou partie du liquide quelle contient pour en peser l'alcool.

3° Adapter à la sortie du réfrigérant de l'alambic, un petit tube de verre descendant jusqu'au fond de la carafe de 250^{cc}, cette précaution est évidemment à recommander pour éviter toute déperdition d'alcool pendant la distillation, mais entre des mains inexpérimentées, elle deviendrait un inconvénient si on n'avait pas le soin de retirer la carafe avant d'éteindre la lampe, dans ce cas, tous le liquide distillé remonterait dans la chaudière par aspiration.

Nous signalons cependant ce détail comme très utile.

L'alambic qui vient d'être décrit peut être remplacé, dans les analyses courantes, soit par l'ébulliomètre (V. p. 119), soit par un simple appareil distillatoire composé d'un ballon de verre d'environ 500 à 600^{cc}, auquel on adopte un réfrigérant ordinaire. Il suffira, dans ce dernier cas, d'opérer comme il est dit pour l'alambic Salleron pour les différents cas qui peuvent se présenter; dans la pratique, on se munira d'une carafe jaugée à 250^{cc}, à 125^{cc} et d'un alcoomètre légal.

DEGRÉ APPARENT, RÉEL, ABSOLU, TITRE PONDÉRAL.

On appelle *degré apparent ou force apparente*, le degré que marque l'alcoomètre quand on le plonge dans un liquide dont la température est autre que 15° centigrade, c'est donc le degré lu avant la correction de la température.

Le degré réel est le degré indiqué par l'alcoomètre, quand le liquide dans lequel on le plonge est à la température de + 15°; c'est donc le degré fourni par les tables de correction, le degré réel indique la proportion en volume d'alcool absolu, contenu dans 100^{cc} de liquide essayé.

Le degré absolu est le degré lu et corrigé, c'est-à-dire le degré réel du liquide alcoolique, obtenu après distillation du liquide primitif (vin, eau-de-vie), lorsqu'on est obligé de recourir à la distillation, pour séparer l'alcool du mélange dans lequel il est engagé.

Le titre pondéral est la proportion centésimale en poids d'alcool absolu, contenu dans 100^{cc} d'alcool essayer.

On détermine le titre pondéral, en multipliant le degré réel par 0.79433 et divisant le produit par la densité de l'alcool examiné.

Densité. — On détermine la densité d'un alcool soit par la méthode du flacon, soit au moyen d'un aréomètre Baumé, soit au moyen de l'alcoomètre lui-même, soit enfin au moyen de la balance de Mohr. (Voir Documents physico-chimiques.)

Connaissant le nombre de degrés Baumé à + 12.5 on a la densité de l'alcool à + 15° par la formule :

$$d = \frac{144}{134 + a}$$

d = densité cherchée;

a = degré de l'aréomètre.

Si par exemple on trouve 11° Baumé, on a

$$d = \frac{144}{134 + 11} = 0.993$$

La Table suivante évite ce calcul :

Pour les degrés intermédiaires, calculer comme il est dit à la table III.

DEGRÉ BAUMÉ	DENSITÉ A 15°	DEGRÉ BAUMÉ	DENSITÉ A 15°	DEGRÉ BAUMÉ	DENSITÉ A 15°	DEGRÉ BAUMÉ	DENSITÉ A 15°
10	1000.0	20	935.2	30	878.3	40	827.9
11	993.1	21	929.2	31	872.9	41	823.1
12	986.3	22	923.2	32	867.7	42	818.5
13	979.6	23	917.3	33	862.5	43	813.9
14	973.0	24	911.6	34	857.4	44	809.3
15	966.5	25	905.8	35	852.3	45	804.8
16	960.0	26	900.1	36	847.3	46	800.3
17	953.7	27	894.6	37	842.4	47	795.9
18	947.4	28	889.1	38	837.5	47 1/4	791.8
19	941.3	29	883.6	39	832.7	48	791.5

C'est à l'aide de l'alcoomètre que l'on opère avec le plus de sûreté pour déterminer la densité, car avec les aéromètres il faut opérer à une température rigoureusement exacte, ce qui est difficile.

Au moyen du thermomètre, on mesure exactement la température du liquide, on prend ensuite le degré alcoolique, on ramène ce degré à ce qu'il serait à + 15° par la Table I, puis on cherche dans la table des densités des mélanges d'eau et d'alcool (Table III), la correspondance des degrés alcooliques et des densités. Ces densités sont rapportées à l'eau à + 15° centigrades et ramenées au vide.

La connaissance de la densité d'un alcool permet de résoudre plusieurs problèmes importants.

Si on se reporte à la Table III, on peut connaître le degré réel d'un alcool quelconque d'après le poids du litre, ou la densité de cet alcool à une température donnée, et réciproquement, connaissant le degré réel, d'en réduire le poids du litre ou la densité de liquide.

Ainsi, un litre d'alcool pèse 864 grammes à + 21. Quel est son titre alcoolique ?

La table montre que la densité 0.864, correspond à 80° centésimaux pour la température de + 15°. Or l'alcool essayé est à + 21, il suffira alors de se rapporter à la table de Gay-Lussac (Table I), pour voir que un alcool marquant 80° à + 21 ne titre réellement que 77°8 à + 15.

La connaissance de la densité permet, en outre, de passer au titre réel et au titre pondéral de l'alcool comme le montre la table suivante due à Hehner.

Enfin, la détermination de la densité d'un alcool permet pratiquement le dosage de l'alcool contenu dans un récipient quelconque.

Il suffit de prendre la densité du liquide alcoolique contenu dans le récipient, puis de peser le récipient plein et vide; la différence de poids donne celui du liquide. Le poids de liquide, divisé par sa densité, indique le nombre de litres de liquide alcoolique renfermé dans ce récipient.

Ex. : Le récipient plein pèse . . . 600 kilogr.
Le récipient vide pèse . . . 100 —

500 —

Le densimètre plongé dans le liquide accuse 0.865 à + 15°; le volume total du liquide alcoolique est de :

$$\frac{500}{0.865} = 578 \text{ litres } 03.$$

DOSAGE DE L'ALCOOL DANS UN LIQUIDE INDUSTRIEL FERMENTÉ AU MOYEN DE LA DENSITÉ.

Supposons qu'on ait un liquide sucré ayant fermenté et qu'après fermentation on veuille calculer sa teneur en alcool absolu à + 15°.

On prendra par exemple 1300° de ce liquide et on le distillera de façon à obtenir 400° de distillat; on redistillera ce distillat et on recueillera 350° de liqueur alcoolique. (On pourra effectuer la distillation comme il est dit page 86, note 1.)

On prendra la densité de ce liquide par la méthode du flacon : soit 0.9918 à + 18°4.

(V. la suite page 93).

Table de Hehner (D'après Frésenius, Zeitschrift, 7. Anal. Chimie. Vol. XIV).

Poids spécifique à 15 1/2 C	Alcool absolu 0/0 en poids	Alcool absolu 0/0 en volume	Poids spécifique à 15 1/2 C	Alcool absolu 0/0 en poids	Alcool absolu 0/0 en volume	Poids spécifique à 15 1/2 C	Alcool absolu 0/0 en poids	Alcool absolu 0/0 en volume	Poids spécifique à 15 1/2 C	Alcool absolu 0/0 en poids	Alcool absolu 0/0 en volume	Poids spécifique à 15 1/2 C	Alcool absolu 0/0 en poids	Alcool absolu 0/0 en volume
1.000	0.00	0.00	0.9964	2.06	2.58	0.9928	4.12	5.16	0.9879	6.64	8.27	0.9850	9.36	11.61
0.9999	0.05	0.07	3	2.41	2.62	7	4.19	5.24	8	6.71	8.36	0.9849	9.43	11.70
0.9998	0.10	0.14	3	2.47	2.72	5	4.25	5.32	6	6.78	8.45	7	11.85	14.65
0.9997	0.15	0.20	4	2.22	2.79	6	4.31	5.40	7	6.86	8.54	8	11.92	14.71
0.9996	0.20	0.26	4	2.28	2.86	3	4.37	5.47	5	7.00	8.72	6	12.08	14.84
0.9995	0.25	0.33	0.9939	2.33	2.93	2	4.44	5.55	3	7.07	8.80	4	12.15	15.02
0.9994	0.30	0.40	8	2.39	3.00	0	4.56	5.63	2	7.13	8.88	3	12.23	15.12
0.9993	0.35	0.46	7	2.44	3.07	0	4.62	5.71	1	7.20	8.97	2	12.30	15.21
0.9992	0.40	0.53	7	2.44	3.14	8	4.69	5.86	0	7.27	9.04	1	12.38	15.30
0.9991	0.45	0.60	6	2.50	3.14	8	4.75	5.94	7	7.40	9.13	6	12.44	15.40
0.9990	0.50	0.65	5	2.56	3.24	7	4.81	6.02	6	7.47	9.29	5	12.53	15.49
0.9989	0.55	0.73	4	2.61	3.28	6	4.87	6.10	5	7.53	9.37	4	12.63	15.58
0.9988	0.60	0.80	3	2.67	3.35	5	4.94	6.17	4	7.60	9.45	3	12.69	15.68
0.9987	0.65	0.87	2	2.72	3.42	4	5.00	6.24	3	7.67	9.54	2	12.77	15.77
0.9986	0.70	0.95	1	2.78	3.49	3	5.06	6.32	2	7.73	9.62	1	12.85	15.86
0.9985	0.75	1.03	0	2.83	3.55	2	5.12	6.40	1	7.80	9.70	0	12.92	15.96
0.9984	0.80	1.10	0.9949	2.89	3.62	1	5.19	6.48	0	7.87	9.78	0	13.00	16.05
0.9983	0.85	1.16	8	2.94	3.62	0	5.25	6.55	9	7.93	9.86	8	13.08	16.15
0.9982	0.90	1.23	7	3.00	3.76	0	5.31	6.63	8	8.00	9.93	7	13.15	16.24
0.9981	0.95	1.29	6	3.06	3.83	8	5.37	6.71	7	8.07	10.03	6	13.23	16.33
0.9980	1.00	1.34	5	3.12	3.90	6	5.44	6.78	6	8.14	10.12	5	13.31	16.43
0.9979	1.05	1.39	4	3.18	3.98	5	5.50	6.86	5	8.21	10.21	4	13.38	16.52
0.9978	1.10	1.42	3	3.24	4.05	4	5.56	6.94	4	8.26	10.30	3	13.46	16.61
0.9977	1.15	1.45	2	3.29	4.12	3	5.62	7.01	3	8.33	10.38	2	13.54	16.70
0.9976	1.20	1.48	1	3.35	4.20	2	5.69	7.09	2	8.40	10.47	1	13.62	16.80
0.9975	1.25	1.51	0	3.41	4.27	2	5.75	7.17	1	8.50	10.56	0	13.69	16.89
0.9974	1.30	1.54	0.9939	3.47	4.34	1	5.81	7.25	0	8.57	10.65	0	13.77	16.98
0.9973	1.35	1.57	8	3.53	4.42	0	5.87	7.32	0	8.64	10.73	8	13.85	17.08
0.9972	1.40	1.60	7	3.59	4.49	0	5.94	7.40	9	8.71	10.82	7	13.92	17.17
0.9971	1.45	1.63	6	3.65	4.56	8	6.00	7.48	8	8.79	10.91	6	14.00	17.27
0.9970	1.50	1.66	5	3.71	4.63	7	6.07	7.57	7	8.86	11.00	5	14.08	17.37
0.9969	1.55	1.69	4	3.76	4.71	6	6.14	7.65	6	8.93	11.08	4	14.16	17.47
0.9968	1.60	1.72	3	3.82	4.78	5	6.21	7.74	5	9.00	11.16	3	14.24	17.57
0.9967	1.65	1.75	2	3.88	4.85	4	6.28	7.83	4	9.07	11.25	2	14.32	17.67
0.9966	1.70	1.78	1	3.94	4.93	3	6.35	7.92	3	9.14	11.33	1	14.40	17.77
0.9965	1.75	1.81	0	4.00	5.00	2	6.42	8.01	2	9.21	11.42	0	14.48	17.87
0.9964	1.80	1.84	0.9929	4.06	5.08	1	6.50	8.10	1	9.29	11.51	0	14.56	17.97
0.9963	1.85	1.87	8	4.12	5.16	0	6.57	8.18	7	9.36	11.60	8	14.64	18.07

Table de Héhner (Suite).

Poids spécifique à 15/12 C.	Alcool absolu	0/0 en poids.	Alcool absolu	0/0 en vol.	Poids spécifique à 15/12 C.	Alcool absolu	0/0 en poids.	Alcool absolu	0/0 en vol.	Poids spécifique à 15/12 C.	Alcool absolu	0/0 en poids.	Alcool absolu	0/0 en vol.	Poids spécifique à 15/12 C.	Alcool absolu	0/0 en poids.	Alcool absolu	0/0 en vol.
0,9790	43,92	35,00	41,86	0,9190	17,17	49,64	37,45	62,82	70,35	0,8890	75,59	81,80	87,38	96,46	0,8290	81,80	87,38	96,46	100,00
80	14,82	35,30	42,40	80	18,23	30,09	37,92	63,26	70,77	80	76,04	82,19	87,96	91,75	80	82,19	87,96	91,75	94,76
70	13,67	35,00	42,40	70	19,28	30,32	38,36	63,70	71,17	70	76,46	82,34	88,36	92,01	70	82,34	88,36	92,01	95,03
60	16,46	36,56	43,56	60	20,24	30,96	38,80	64,13	71,98	60	76,88	82,90	89,16	93,20	60	82,90	89,16	93,20	96,34
50	17,25	37,14	44,18	50	21,19	31,38	39,22	64,57	72,38	50	77,20	83,25	89,54	94,94	50	83,25	89,54	94,94	98,23
40	18,08	37,67	44,79	40	22,18	31,79	39,63	65,00	72,77	40	77,54	83,60	89,92	96,34	40	83,60	89,92	96,34	100,00
30	18,85	38,22	45,44	30	23,10	32,23	40,07	65,42	73,15	30	77,82	83,94	90,29	97,70	30	83,94	90,29	97,70	100,00
20	19,67	38,78	46,02	20	24,08	32,58	40,52	65,83	73,54	20	78,12	84,27	90,64	99,08	20	84,27	90,64	99,08	100,00
10	20,50	39,30	46,59	10	25,07	33,43	40,97	66,26	73,93	10	78,42	84,60	91,00	100,00	10	84,60	91,00	100,00	100,00
0	21,34	39,80	47,13	0	26,04	33,57	41,40	66,70	74,33	0	79,32	84,93	91,40	100,00	0	84,93	91,40	100,00	100,00
0,9290	22,08	40,30	47,67	0,9090	26,95	34,00	41,84	67,13	74,74	0,8490	79,72	85,26	91,36	94,54	0,8490	85,26	91,36	94,54	100,00
80	22,83	40,80	48,21	80	27,86	34,48	42,31	67,54	75,15	80	80,43	86,29	92,07	95,03	80	86,29	92,07	95,03	100,00
70	23,62	41,30	48,75	70	28,77	34,95	42,79	67,96	75,58	70	80,96	86,94	92,44	95,55	70	86,94	92,44	95,55	100,00
60	24,38	41,80	49,29	60	29,67	35,44	43,24	68,38	75,93	60	81,50	87,61	92,81	96,06	60	87,61	92,81	96,06	100,00
50	25,14	42,30	49,81	50	30,57	35,86	43,69	68,79	76,33	50	82,03	88,33	93,18	96,58	50	88,33	93,18	96,58	100,00
40	25,85	42,76	50,31	40	31,40	36,32	44,14	69,21	76,70	40	82,55	89,03	93,55	97,08	40	89,03	93,55	97,08	100,00
30	26,53	43,24	50,82	30	32,19	36,77	44,58	69,63	77,07	30	83,07	89,74	93,96	97,56	30	89,74	93,96	97,56	100,00
20	27,21	43,78	51,32	20	32,98	37,21	45,01	70,04	77,45	20	83,59	90,46	94,38	98,03	20	90,46	94,38	98,03	100,00
10	27,93	44,48	51,82	10	33,81	37,63	45,44	70,44	77,85	10	84,11	91,16	94,80	98,48	10	91,16	94,80	98,48	100,00
0	28,56	45,04	52,27	0	34,54	38,03	45,87	70,84	78,25	0	84,63	91,88	95,52	98,94	0	91,88	95,52	98,94	100,00
0,9390	29,20	45,69	52,77	0,9290	35,28	38,50	46,25	71,25	78,60	0,8590	85,15	92,63	96,00	99,30	0,8590	92,63	96,00	99,30	100,00
80	29,87	46,35	53,24	80	36,04	38,95	46,69	71,67	78,95	80	85,67	93,39	96,48	99,72	80	93,39	96,48	99,72	100,00
70	30,45	46,90	53,72	70	36,70	39,39	47,11	72,02	79,33	70	86,19	94,08	97,03	99,99	70	94,08	97,03	99,99	100,00
60	31,00	47,44	54,19	60	37,34	39,80	47,53	72,52	79,72	60	86,70	94,79	97,54	100,00	60	94,79	97,54	100,00	100,00
50	31,62	48,04	54,65	50	38,04	40,26	47,93	73,06	80,10	50	87,20	95,50	98,03	100,00	50	95,50	98,03	100,00	100,00
40	32,25	48,73	55,13	40	38,75	40,67	48,33	73,56	80,49	40	87,70	96,29	98,57	100,00	40	96,29	98,57	100,00	100,00
30	32,87	49,47	55,60	30	39,47	41,08	48,72	74,09	80,88	30	88,20	97,08	99,06	100,00	30	97,08	99,06	100,00	100,00
20	33,47	50,14	56,07	20	40,14	41,50	49,11	74,68	81,20	20	88,69	97,97	99,54	100,00	20	97,97	99,54	100,00	100,00
10	34,05	50,79	56,54	10	40,79	41,92	49,41	75,14	81,40	10	89,18	98,86	99,97	100,00	10	98,86	99,97	100,00	100,00
0	34,52	51,32	56,98	0	41,32	42,36	49,82	75,14	81,40	0	89,18	99,17	100,00	100,00	0	99,17	100,00	100,00	100,00

Table III.

Tableau des densités des mélanges d'eau et d'alcool.

(Ces densités sont calculées à + 15° centig.).

DEGRÉS alcooliques	DENSITÉS (1)		DEGRÉS alcooliques	DENSITÉS		DEGRÉS alcooliques	DENSITÉS	
	Alcoomètre légal	Alcoomètre Gay-Lussac		Alcoomètre légal	Alcoomètre Gay-Lussac		Alcoomètre légal	Alcoomètre Gay-Lussac
0	1.00000	1.0000	34	0.96035	0.9608	68	0.85316	0.8956
1	0.99844	0.9985	35	95923	9594	69	89274	8932
2	99695	9970	36	95786	9581	70	89029	8907
3	99552	9956	37	95645	9567	71	88781	8882
4	99413	9942	38	95499	9553	72	88531	8857
5	99277	9929	39	95350	9538	73	88278	8831
6	99145	9916	40	95196	9523	74	88022	8806
7	99016	9903	41	95036	9507	75	87763	8779
8	98891	9891	42	94872	9491	76	87500	8753
9	98770	9878	43	94705	9474	77	87234	8726
10	98652	9867	44	94535	9457	78	86965	8699
11	98537	9855	45	94361	9440	79	86692	8672
12	98424	9844	46	94183	9422	80	86416	8645
13	98314	9833	47	94002	9404	81	86137	8617
14	98206	9822	48	93817	9386	82	85854	8589
15	98100	9812	49	93629	9367	83	85567	8560
16	97995	9802	50	93437	9348	84	85275	8531
17	97892	9792	51	93241	9329	85	84979	8502
18	97790	9782	52	93041	9309	86	84678	8472
19	97688	9773	53	92837	9289	87	84372	8442
20	97587	9763	54	92630	9269	88	84060	8411
21	97487	9753	55	92420	9248	89	83741	8379
22	97387	9742	56	92209	9227	90	83445	8346
23	97286	9732	57	91997	9206	91	83081	8312
24	97185	9721	58	91784	9185	92	82738	8278
25	97084	9711	59	91569	9163	93	82385	8242
26	96984	9700	60	91351	9141	94	82020	8206
27	96876	9690	61	91130	9119	95	81641	8168
28	96769	9679	62	90907	9096	96	81245	8128
29	96659	9668	63	90682	9073	97	80829	8086
30	96545	9657	64	90454	9050	98	80390	8042
31	96428	9645	65	90224	9027	99	79926	7996
32	96307	9633	66	89991	9004	100	79433	7947
33	96183	9621	67	89755	8980			

(1) Ce sont les densités relatives : les densités absolues s'obtiennent en multipliant les chiffres de densités relatives par 0,999125.

Exemple de calcul : ° Le degré alcoolique est 44°6 ; quelle est la densité ?

La densité correspondante au degré 44°6 est comprise entre 0,94535 et 0,94361.

Pour 1° alcoolique la différence de densité est 0,00174.

La différence entre l'alcool considéré (44°6) de l'alcool à 44° est 0°6.

En se reportant à la Table III on voit que la densité 0,9918 est comprise entre la densité 0,99145 correspondant à 6° alcooliques

$$\begin{aligned} & \text{et la } \text{---} \quad 0,99277 \quad \text{---} \quad 5^\circ \quad \text{---} \\ & 0,99277 - 0,99145 = 0,00132 : \text{correspond à } 1^\circ (6^\circ - 5^\circ) \\ & 0,99277 - 0,9918 = 0,00097 \end{aligned}$$

$$\frac{1 \times 0,00097}{0,00132} = 0,734$$

$$\text{donc } 5^\circ + 0,734 = 5,734$$

la densité 0,9918 correspond donc à 5,734 alcooliques.

En se reportant alors à la Table I on verra qu'un alcool marquant 57° à + 18°4 correspond à un titre de 5°4 à + 15° :

Donc si 100° du liquide distillé, contiennent 5°4 d'alcool absolu.

$$1^\circ \text{ contiendra } \frac{5,4}{100}$$

et 350 (représente les 1300° de liquide fermenté) en contiendront :

$$\frac{5,4 \times 350}{100} = 18,9.$$

les 1300° de liquide fermenté contiennent donc à + 15° 18°9 d'alcool absolu.

SOLUTIONS DE PROBLÈMES DE COUPAGE, MOUILLAGE, REMONTAGE DES LIQUIDES ALCOOLIQUES.

Coupage. — Abaissement du titre d'une eau-de-vie par l'addition d'une autre eau-de-vie moins forte.

1° Réduire à 47° 350 litres d'eau-de-vie marquant 55° en y mêlant de l'eau-de-vie à 40° :

Pour connaître la quantité de cette dernière on opère ainsi :

$$350 \text{ litres} \times 55^\circ \text{ titre actuel} = 19.250^\circ$$

$$350 \text{ ---} \times 47^\circ \text{ --- cherché} = 16.450^\circ$$

$$\text{Excédent. . . } 2.800^\circ$$

La différence entre le titre 40° de l'eau-de-vie à ajouter, et le titre 47° étant 7°, on divisera l'excédent par ce nombre $\frac{2.800}{7} = 400$, qui représente le nombre de litres d'eau-de-vie à 40° qui, avec 350 litres à 55° produisent 750 litres d'eau-de-vie 47°.

2° Réduire à 47° 580 litres d'eau-de-vie à 53°, et 427 litres d'eau-de-vie à 50°, en les coupant avec de l'eau-de-vie à 40°.

$$580 \text{ litres à } 53^\circ = 30.740$$

$$\frac{427 \text{ ---}}{1.007} \text{ --- à } 50^\circ = 21.350$$

$$\frac{52.090}{1.007} \text{ --- à } 47^\circ = 47.329$$

$$\text{Excédent. . . } 4.761$$

La quantité à retrancher de la densité 0,94535 (correspondant à 44°) sera :

$$0,00174 \times 0,6 \text{ (soit } 1,74 \times 0,6) = 1,044.$$

$$\text{Donc : Densité de l'alcool à } 44,6^\circ = 0,94535 - 0,00104 = 0,94431.$$

2° La densité d'un alcool est 0,9918 ; Quel est son degré alcoolique ? le degré du liquide correspondant est compris entre 5 et 6°.

Pour 1° alcoolique la différence de densité est 1,32. Or la différence de densité entre l'alcool à 5° et l'alcool considéré est 0,99277 - 0,9918 = 0,00097.

$$\text{La quantité à ajouter à } 5^\circ \text{ est donc : } \frac{1^\circ \times 0,97}{1,32} = 0,734$$

Donc le degré alcoolique du liquide est 5° × 0,732 = 5,734.

La différence entre 47° et 44° de l'eau-de-vie à ajouter étant 3°, on divisera $\frac{4.761}{3} = 1.587$, c'est-à-dire qu'il faut ajouter 1.587 litres d'eau-de-vie à 45°.

Table III bis.

Indiquant en volume la quantité d'eau à ajouter à un alcool de titre donné pour le réduire. (Voir aussi page 100.)

	90° Alcool.	85° Alcool.	80° Alcool.	75° Alcool.	70° Alcool.	65° Alcool.	60° Alcool.	55° Alcool.	50° Alcool.
85	6.56								
80	13.79	6.83							
75	21.89	14.48	7.20						
70	31.10	23.14	15.35	7.64					
65	41.53	33.03	24.66	16.37	8.15				
60	53.65	44.48	35.44	26.47	17.58	8.76			
55	67.87	57.90	48.07	38.32	28.63	19.02	9.47		
50	84.71	73.90	63.04	52.43	41.73	31.25	20.47	10.35	
45	105.34	93.30	81.38	69.54	57.78	46.09	34.46	22.90	11.41
40	130.80	117.34	104.01	90.78	77.58	64.48	51.43	38.46	25.53
35	163.28	148.01	132.88	117.82	102.84	87.93	70.08	58.31	43.59
30	206.22	188.57	171.05	153.53	136.34	118.94	101.71	84.54	67.45
25	266.12	245.15	224.30	203.61	182.83	162.21	144.65	121.16	100.73
20	355.80	329.84	304.01	278.26	252.58	226.98	201.43	175.96	150.55
15	505.27	471.00	436.83	402.81	368.83	334.91	301.07	267.29	233.64
10	804.50	753.65	702.89	652.21	601.60	551.06	500.50	450.19	399.85

Exemple : Pour ramener un alcool de 60 pour 100 (en vol.) au titre de 40 pour 100, on cherche dans la colonne verticale correspondant à 60 pour 100 le nombre correspondant à la ligne horizontale 40; on trouve 51.43. Donc à 100 volumes alcool 60 pour 100, il faut ajouter 51.43 volumes d'eau pour obtenir de l'alcool à 40 pour 100.

Mouillage. — Abaissement du titre avec de l'eau.

1° Réduire à 47° 450 litres d'eau-de-vie marquant 65°, en employant de l'eau pure :

$$450 \text{ litres à } 65^\circ = 29.250$$

$$\text{— à } 47^\circ = 21.150$$

$$\text{Excédent. } 8.100$$

$$\text{Diviser } \frac{8.100}{47^\circ} = 172 \text{ litres } 34 \text{ centilitres d'eau.}$$

2° Réduire à 47° 560 litres d'eau-de-vie à 80°, et 245 litres à 60° en employant de l'eau.

$$560 \text{ litres à } 80^\circ = 44.800$$

$$245 \text{ — à } 60^\circ = 14.750$$

$$805 \text{ — — — } 59.500$$

$$805 \text{ — à } 47^\circ = 21.665$$

$$\text{Diviser } \frac{21.665}{47^\circ \text{ titre cherché}} = 40 \text{ litres } 95 \text{ centilitres d'eau à ajouter.}$$

Table III ter.

Indiquant les quantités en poids d'alcool à un degré donné et d'eau distillée nécessaires pour obtenir 1 kilogr. d'alcool à l'un des titres indiqués ci-dessous.

DEGRÉ de l'alcool em- ployé.	TITRE A OBTENIR									
	50°		60°		80°		85°		90°	
	Alcool.	Eau.	Alcool.	Eau.	Alcool.	Eau.	Alcool.	Eau.	Alcool.	Eau.
96	453	547	555	445	783	217	846	154	913	87
95	460	540	564	436	796	204	859	141	927	73
94	467	533	573	427	808	192	873	127	942	58
93	474	526	582	418	820	180	886	114	956	44
92	481	519	590	410	832	168	899	101	970	30
91	489	511	599	401	845	155	913	87	985	15
90	496	504	609	391	858	142	927	73		
89	504	496	618	382	871	129	941	59		
88	511	489	627	373	884	116	955	45		
87	519	481	637	363	898	102	978	30		
86	527	473	646	354	912	88	985	15		
85	535	465	656	344	925	74				
84	543	457	667	333	940	60				
83	552	448	677	323	955	45				
82	560	440	687	313	969	31				
81	569	431	698	302	984	16				
80	578	422	709	291						
79	587	413	720	280						
78	597	403	732	268						
77	606	394	744	256						
76	616	384	756	244						
75	625	374	768	232						
74	636	364	781	219						
73	647	353	794	206						
72	658	342	807	193						
71	669	331	821	179						
70	681	319	835	165						
69	692	308	849	151						
68	705	295	864	136						
67	717	283	880	120						
66	730	270	896	104						
65	743	257	911	89						
64	756	244	928	72						
63	770	230	946	54						
62	785	215	963	37						
61	800	200	981	19						
60	815	185								
59	831	169								
68	847	153								
57	864	136								
56	881	119								
55	901	99								
54	918	82								
53	938	62								
52	958	42								

3° Ayant une quantité indéterminée d'eau-de-vie au titre 60°, on veut on préparer 150 litres au titre 47°.

$$150 \text{ litres à } 47^\circ = 7.050.$$

Diviser $\frac{7.050}{60^\circ \text{ titre de l'eau-de-vie dont on dispose.}}$ = 117 litres 500, le quotient 117 litres 500 représente

la quantité d'eau-de-vie à employer, en y ajoutant 32 litres 50 centilitres d'eau pure, pour obtenir 150 litres nécessaires.

Remontage. — Augmentation de la force du liquide.

Rehausser à 47° une quantité d'eau-de-vie, qui ne marque que 40° en y mêlant de l'eau-de-vie à 85°.

$$300 \text{ litres au titre cherché de } 47^\circ = 14.100$$

$$- \text{ actuel de } 40^\circ = 12.000$$

$$\text{Manquant. . . } 2.100$$

La différence entre le titre cherché 47° et celui de 85° de l'eau-de-vie à employer est 38°, on a : $\frac{2.100}{38} = 55 \text{ litres } 26 \text{ centilitres d'eau-de-vie à } 85^\circ \text{ à ajouter.}$

Nous empruntons enfin à l'excellent *Guide pratique du Fabricant d'alcool et du Distillateur liquoriste*, de M. Victor Sébastian (Paris, Masson, éditeurs), les données et les tableaux suivants, concernant le mouillage, le remontage et le coupage des liquides alcooliques.

Solution par les densités des problèmes de mouillage ou réduction, de remontage et de coupage des liquides alcooliques.

PROBLÈME N° 1. — Combien faut-il employer d'eau et d'alcool à 93° (D = 82385) (1) pour faire 1,000 litres d'eau-de-vie à 51° (D = 93241) ?

Solution. — Le poids total de ces 1,000 litres sera :

$$1000 \times 93241 = 932^41$$

Il faudra employer en alcool :

$$\frac{1000 \times 51}{93} = 548.38$$

dont le poids est :

$$823^85 \times 548,38 = 451,782$$

Il restera donc à ajouter en eau :

$$93241 - 451.782 = 480.628$$

soit 480 lit. 62, puisque 1 litre pèse 1000 grammes.

Remarque. — On emploiera

$$548.38 + 480.62 = 1.029 \text{ litres}$$

pour obtenir 1000 litres après mélange. La différence 29 litres provient de la contraction qui s'est produite.

PROBLÈME N° 2. — Combien faut-il ajouter d'eau à 1000 litres d'alcool à 95° (D = 81641) pour les réduire à 45° (D = 94361). Quel sera le volume total du mélange ?

(1) Pour les densités, voir la table III des densités des mélanges d'eau et d'alcool.

Solution. — Le volume sera $\frac{1000 \times 95}{45} = 2111 \text{ lit. } 11 \text{ d'eau-de-vie}$
à 45°.

Par conséquent il faudra obtenir $2111.11 \times 94361 = 1992^{\circ}064$

Or, nous employons déjà..... $1000 \times 81641 = 816410$
nous devons donc ajouter en eau..... $\frac{1175^{\circ}654}{1175^{\circ}654}$
soit *1175 lit. 65.*

Et nous aurons :

$$(1000 + 1175.65) - 2111.11 = 64.54$$

soit 64 lit. 54 de diminution de volume par contraction.

PROBLÈME N° 3. — Combien faudra-t-il ajouter de litres d'eau à 1120 litres d'eau-de-vie titrant 52° (D = 93041) pour obtenir un volume total de 1550 litres. Quel sera le degré alcoolique du mélange ?

Les 1550 litres obtenus seront à

$$\frac{1120 \times 52}{1550} = 37^{\circ}5 \text{ (D = 955.72)}$$

par conséquent il faudra en tout : $1550 \times 955.72 = 1481^{\circ}366$

On a déjà en eau-de-vie : $1120 \times 930.41 = 1042^{\circ}059$

Il reste donc à mettre en eau : $\frac{439^{\circ}307}{439^{\circ}307}$
soit *439 lit. 307.*

PROBLÈME N° 4. — On a 500 litres d'eau-de-vie à 35° (D = 95923) qu'il faudrait remonter à 55° (D = 92420) avec de l'alcool à 94° (D = 82020) Combien emploiera-t-on d'alcool à 94° et quel sera le volume du mélange ?

$$\frac{500 \times 35}{55} = 318$$

Donc, les 500 litres à 35° renferment autant d'alcool pur que 318 litres à 55°, mais ils donnent un excédent de poids de

$$(500 \times 95923) - (318 \times 92420) = 185^{\circ}7094$$

D'autre part, 1 litre à 94° renferme autant d'alcool pur que :

$$\frac{94}{55} = 1 \text{ lit. } 70 \text{ à } 55^{\circ}$$

mais donne un manquant de

$$(1.70 \times 924.20) - (1 \times 820.20) = 0^{\circ}75094$$

Alors, pour absorber l'excédent fourni par les 500 litres à 35°, nous devons ajouter :

$$\frac{185.7194}{0.75094} = 247 \text{ lit. } 31 \text{ d'alcool à } 94^{\circ}$$

et des 247 lit. 41 se réduisent sous l'influence de la contraction :

$$\frac{(500 \times 35) + (247.31 \times 94)}{55} = 740 \text{ lit. } 8$$

PROBLÈME N° 5. — Combien faut-il employer d'alcool à 93° (D = 82385) et d'eau-de-vie à 40° (D = 95196) pour faire 200 litres à 51° (D = 93241)

$$\frac{200 \times 51}{40} = 255 \text{ litres}$$

par conséquent, 255 litres à 40° renferment autant d'alcool pur que 200 litres à 51°, mais ont un excédent de poids de

$$(255.0 \times 95.196) - (200 \times 93.241) = 56^{\circ}26$$

D'un autre côté, 1 litre à 93° renferme autant d'alcool pur que $\frac{93}{51} = 1 \text{ lit. } 82 \text{ à } 51^{\circ}$, mais pèse

$$(1.82 \times 93.241) - (1.00 \times 82.385) = 0^{\circ}8731 \quad 7$$

de moins. D'où il résulte que, pour absorber l'excédent fourni par les 255 litres à 40°, il faudrait employer en même temps :

$$\frac{56.26}{0.8731} = 64 \text{ lit. } 43 \text{ d'alcool à } 93^\circ.$$

Or, $64.43 \times 1.82 = 117 \text{ lit. } 26 \text{ d'eau-de-vie à } 51^\circ$. Dans ces conditions, on aurait au total

$$200 + 117.26 = 317 \text{ lit. } 26$$

d'eau-de-vie à 51°.

Nous en déduisons :

$$\begin{array}{r} 317.26 - 255 \\ 200.00 - x \end{array} \quad x = \frac{255 \times 200}{317.26} = 160 \text{ lit. } 7 \text{ à } 40^\circ.$$

$$\begin{array}{r} 317.26 - 64.43 \\ 200.00 - x' \end{array} \quad x' = \frac{64.43 \times 200}{317.26} = 40 \text{ lit. } 6 \text{ à } 93^\circ.$$

PROBLÈME N° 6. — On mélange 700 litres d'eau ($D = 1000$) avec 500 litres d'alcool à 95° ($D = 81641$); quels seront le volume et le degré de l'eau-de-vie obtenue ?

Réponse. — S'il ne se produisait pas de contraction, nous pourrions établir nos comptes ainsi :

$$\begin{array}{r} 700 \times 1000 = 700^000 \\ 500 \times 81641 = 408\ 20 \end{array}$$

Et ces 1200^l pèseraient 1108^g20

par conséquent, un litre pèserait :

$$\frac{1108.20}{1200} = 925^{\text{g}}.16$$

D'autre part, nous aurions :

$$\frac{500 \times 95}{1200} = 39^{\text{g}}.58,$$

ce qui donnerait une densité de 925.16 pour de l'eau-de-vie à 39°58. Or, en consultant le tableau des densités (page 3) et celui des contractions (page), nous voyons qu'une eau-de-vie de 39°58 possède une densité de 952606; il y a donc une différence de :

$$952.606 - 925.160 = 27^{\text{g}}.446$$

par litre, soit un total de :

$$27^{\text{g}}.446 \times 1.200 = 32^{\text{g}}.935$$

Donc, 700 litres d'eau mélangés avec 500 litres d'alcool à 95° absorbent, par contraction, un volume évalué à 32 lit. 935; le volume sera :

$$1200 - 32.935 = 1167 \text{ lit. } 065$$

$$\text{d'eau-de-vie à : } \frac{500 \times 95}{1167.065} = 40^{\text{g}}.70.$$

PROBLÈME N° 7. — On veut obtenir 500 litres d'eau-de-vie à 50° ($D = 93437$) avec 60 litres d'alcool à 90° ($D = 83415$), du cognac à 45° ($D = 94361$) et de l'eau. Combien faudra-t-il employer de cognac et d'eau ?

Réponse. — Si l'on n'employait que du cognac à 45° et de l'eau, il faudrait :

$$\frac{500 \times 50}{45} = 555 \text{ lit. } 55,$$

soit 555 lit. 55 de cognac à 45°, mais notre coupage doit contenir aussi 60 litres d'alcool à 90° qui représentent :

$$\frac{60 \times 90}{45} = 120 \text{ lit. } 00$$

de cognac à 45° — On ne pourra donc mettre que
555.55 — 120.00 = 435 lit. 55
de cognac à 45°.

Mais il faudrait un total de $500 \times 93437 = 467^*185$

$$\text{Or, on emploie. } \left\{ \begin{array}{l} 435.55 \times 943.61 = 410989 \\ 60.00 \times 834.65 = 50049 \end{array} \right\} \underline{461\ 038}$$

Il reste donc à mettre 6^*147 d'eau. 6*147

PROBLÈME N° 8. — On a de l'alcool à 65° (D = 90224) renfermant 26 p. % de parfum, et de l'alcool à 86° (D = 84678) parfumé à 90 p. % ; combien faudra-t-il employer de l'un et de l'autre alcool pour obtenir 1500 litres d'alcool à 45° (D = 94361) et renfermant 25 % de parfum ?

Réponse. — Si l'alcool à 65° était seul employé, il en faudrait :

$$\frac{1500 \times 25}{26} = 1480 \text{ lit. } 07$$

pour obtenir 25 p. % de parfum, mais on aurait alors un excédent d'alcool de :

$$1480.07 \times 65 - 1500 \times 45 = 28704.55.$$

Cet excédent doit disparaître sans que la proportion du parfum soit modifiée. Pour atteindre ce résultat, il faudra remplacer de l'alcool à 65° par de l'alcool à 86°, à raison de 1 litre d'alcool à 86° pour $\frac{90}{26} = 3 \text{ lit. } 461$ d'alcool à 65°, ce qui entraînera une diminution de :

$$3.461 \times 65 - 1.00 \times 86 = 138.965,$$

il faudra donc employer en tout :

$$\frac{28704.55}{138.965} = 206.563$$

d'alcool à 86° et :

$$1480.87 - 206.563 \times 3.461 = 765 \text{ lit. } 15$$

d'alcool à 65° et :

$$1500 \times 943.61 - 206.563 \times 846.78 - 765.15 \times 90224$$

Tous les problèmes précités montrent qu'il se produit une contraction lorsqu'on mélange de l'alcool avec de l'eau, mais il n'en est pas toujours ainsi. Exemple : si nous ajoutons à 1.000 litres d'eau-de-vie à 30° (D = 965.45) jusqu'à ce que le titre alcoolique descende à 20°, le

volume sera $\frac{1000 \times 30}{20} = 1500$ litres.

$$\text{qui pèseront} \dots\dots\dots 1500 \times 975.87 = 1463^*805$$

$$\text{Or, nous avons déjà } 1000.00 \times 965.45 = \underline{965\ 450}$$

$$\text{Il faudra donc ajouter} \dots\dots 498^*355$$

soit 498 lit 35 d'eau.

Dans ces conditions, il y aura une dilatation de

$$1500.00 - 1000.00 - 498.35 = 1 \text{ lit. } 65$$

En appliquant la formule du 2° problème

$$V' = \frac{V \times d}{d'}$$

V' volume de l'alcool à obtenir.

V volume de l'alcool à employer.

d degré de l'alcool à employer.

d' degré de l'alcool à obtenir.

On constate qu'il y a toujours dilatation quand le titre de l'alcool est compris entre 1 et 29 degrés, quelle que soit la quantité d'eau ajoutée ; qu'il y a contraction ou dilatation, suivant la proportion d'eau, quand la force de l'alcool est comprise entre 30 et 69 degrés ; qu'il y a toujours contraction quand l'alcool employé est compris entre 70 et 100 degrés.

Table de Mouillage

Indiquant la quantité d'eau à employer par hectolitre d'alcool, pour réduire un degré alcoolique supérieur en un degré inférieur.

Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.
de	à		de	à		de	à	
97°	40°	150.2	97°	79°	25.5	96°	61°	62.3
»	41	144.2	»	80	24.1	»	62	59.6
»	42	138.4	»	81	22.4	»	63	57.0
»	43	132.9	»	82	20.8	»	64	54.5
»	44	127.7	»	83	19.2	»	65	52.1
»	45	122.7	»	84	17.7	»	66	49.7
»	46	117.9	»	85	16.2	»	67	47.4
»	47	113.3	»	86	14.7	»	68	45.2
»	48	108.9	»	87	13.3	»	69	43.0
»	49	104.6	»	88	11.9	»	70	40.9
»	50	100.6	»	89	10.6	»	71	38.8
»	51	96.6	»	90	9.2	»	72	36.8
»	52	92.8	»	91	7.8	»	73	34.9
»	53	89.2	»	92	6.4	»	74	33.0
»	54	85.7	»	93	5.1	»	75	31.1
»	55	82.3	»	94	3.9	»	76	29.3
»	56	79.2	»	95	2.6	»	77	27.5
»	57	75.9	»	96	1.7	»	78	25.8
»	58	72.8	96°	40°	147.3	»	79	24.1
»	59	69.8	»	41	141.4	»	80	22.5
»	60	67.2	»	42	135.7	»	81	20.9
»	61	64.2	»	43	130.3	»	82	19.0
»	62	61.5	»	44	125.1	»	83	17.8
»	63	58.9	»	45	120.2	»	84	16.3
»	64	56.4	»	46	115.4	»	85	14.8
»	65	53.9	»	47	110.8	»	86	13.3
»	66	51.5	»	48	106.5	»	87	11.9
»	67	49.2	»	49	102.3	»	88	10.5
»	68	46.9	»	50	98.2	»	89	9.2
»	69	44.8	»	51	94.3	»	90	7.8
»	70	42.6	»	52	90.6	»	91	6.4
»	71	40.5	»	53	87.0	»	92	5.1
»	72	38.5	»	54	83.5	»	93	3.8
»	73	36.5	»	55	80.2	»	94	2.5
»	74	34.6	»	56	76.9	»	95	1.3
»	75	32.8	»	57	73.8	95°	40°	144.5
»	76	30.9	»	58	70.8	»	41	138.6
»	77	29.1	»	59	67.8	»	42	133.1
»	78	27.4	»	60	65.0	»	43	127.6

Degré de l'alcool à réduire,		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire,	Degré qu'on veut obtenir.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré de l'alcool à réduire,		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire,			
de	à		de	à		de	à				
95°	83°	16.3	94°	73°	30.2	93°	62°	52.2	92°	52°	80.1
»	84	14.8	»	74	28.4	»	63	49.8	»	53	76.7
»	85	13.3	»	75	26.7	»	64	47.4	»	54	73.4
»	86	11.9	»	76	25.1	»	65	45.1	»	55	70.3
»	87	10.5	»	77	23.3	»	66	42.9	»	56	67.2
»	88	9.1	»	78	21.7	»	67	40.8	»	57	64.3
»	89	7.8	»	79	20.1	»	68	38.7	»	58	61.5
»	90	6.4	»	80	18.6	»	69	36.7	»	59	58.7
»	91	5.1	»	81	17.1	»	70	34.7	»	60	56.1
»	92	3.8	»	82	15.6	»	71	32.7	»	61	53.5
»	93	2.5	»	83	14.2	»	72	30.9	»	62	51.0
»	94	1.2	»	84	12.7	»	73	29.0	»	63	48.6
94°	40°	135.6	»	85	11.4	»	74	27.2	»	64	46.2
»	41	130.0	»	86	10.0	»	75	25.5	»	65	43.9
»	42	124.7	»	87	8.7	»	76	23.8	»	66	41.7
»	43	119.6	»	88	7.4	»	77	22.1	»	67	39.6
»	44	114.8	»	89	6.1	»	78	20.5	»	68	37.5
»	45	110.1	»	90	4.8	»	79	18.9	»	69	35.5
»	46	105.7	»	91	3.6	»	80	17.4	»	70	33.5
»	47	101.4	»	92	2.4	»	81	15.9	»	71	31.5
»	48	97.3	»	93	1.2	»	82	14.4	»	72	29.7
»	49	93.4	93°	38°	146.4	»	83	13.0	»	73	27.8
»	50	89.6	»	39	140.3	»	84	11.5	»	74	26.0
»	51	86.1	»	40	138.4	»	85	10.2	»	75	24.3
»	52	82.5	»	41	128.4	»	86	8.8	»	76	22.6
»	53	79.1	»	42	123.5	»	87	7.5	»	77	20.9
»	54	75.8	»	43	118.4	»	88	6.2	»	78	19.3
»	55	72.7	»	44	113.6	»	89	4.9	»	79	17.7
»	56	69.6	»	45	108.9	»	90	3.6	»	80	16.2
»	57	66.7	»	46	104.5	»	91	2.4	»	81	14.7
»	58	63.9	»	47	100.2	»	92	1.2	»	82	13.2
»	59	61.1	»	48	96.1	92°	38°	145.2	»	83	11.8
»	60	58.5	»	49	92.2	»	»	139.1	»	84	10.3
»	61	55.9	»	50	88.4	»	»	133.2	»	85	9.1
»	62	53.4	»	51	84.8	»	»	127.6	»	86	7.6
»	63	51.1	»	52	81.3	»	»	122.3	»	87	6.3
»	64	48.6	»	53	77.9	»	»	117.2	»	88	5.0
»	65	46.3	»	54	74.6	»	»	112.4	»	89	3.7
»	66	44.1	»	55	71.6	»	»	107.7	»	90	2.4
»	67	42.1	»	56	68.4	»	»	103.3	»	91	1.2
»	68	39.9	»	57	65.5	»	»	99.1	91°	38°	144.0
»	69	37.9	»	58	62.7	»	»	94.9	»	39	137.9
»	70	35.9	»	59	59.9	»	»	91.1	»	40	132.0
»	71	33.9	»	60	57.3	»	»	87.2	»	41	126.4
»	72	32.1	»	61	54.7	»	»	83.6	»	42	121.1

Degré de l'alcool à réduire.		Degré qu'on veut obtenir.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	
de	à	de	à	de	à
91°	43°	116.2	91°	88°	3.8
»	44	111.2	»	89	2.5
»	45	106.5	»	90	1.3
»	46	102.1	90°	38°	142.8
»	47	97.8	»	39	136.7
»	48	93.7	»	40	130.8
»	49	89.8	»	41	125.2
»	50	86.2	»	42	119.9
»	51	82.4	»	43	114.8
»	52	78.9	»	44	110.0
»	53	75.5	»	45	105.3
»	54	72.2	»	46	100.9
»	55	69.1	»	47	96.6
»	56	66.0	»	48	92.5
»	57	63.1	»	49	88.8
»	58	60.3	»	50	84.6
»	59	57.5	»	51	81.2
»	60	54.9	»	52	77.7
»	61	52.3	»	53	74.3
»	62	49.8	»	54	71.0
»	63	47.4	»	55	67.9
»	64	45.0	»	56	64.8
»	65	42.7	»	57	61.9
»	66	40.5	»	58	59.1
»	67	38.4	»	59	56.3
»	68	36.3	»	60	53.7
»	69	34.3	»	61	51.1
»	70	32.3	»	62	48.6
»	71	30.3	»	63	46.2
»	72	28.5	»	64	43.8
»	73	26.6	»	65	41.5
»	74	24.8	»	66	39.3
»	75	23.1	»	67	37.2
»	76	21.4	»	68	35.1
»	77	19.7	»	69	33.1
»	78	18.1	»	70	31.1
»	79	16.5	»	71	29.1
»	80	15.1	»	72	27.3
»	81	13.3	»	73	25.4
»	82	12.0	»	74	23.6
»	83	10.6	»	75	21.9
»	84	9.1	»	76	20.2
»	85	7.8	»	77	18.5
»	86	6.4	»	78	16.9
»	87	5.1	»	79	15.3

Degré de l'alcool à réduire.		Degré qu'on veut obtenir.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	
de	à	de	à	de	à
90°	80°	13.8	89°	73°	23.9
»	81	12.3	»	74	22.1
»	82	10.2	»	75	20.4
»	83	9.4	»	76	18.7
»	84	7.9	»	77	17.1
»	85	6.6	»	78	15.5
»	86	5.2	»	79	13.9
»	87	3.9	»	80	12.4
»	88	2.6	»	81	10.9
»	89	1.3	»	82	9.4
89°	38°	140.0	»	83	8.0
»	39	133.9	»	84	6.6
»	40	128.1	»	85	5.2
»	41	122.6	»	86	3.9
»	42	117.3	»	87	2.6
»	43	112.3	»	88	1.3
»	44	107.5	88°	38°	137.1
»	45	102.9	»	39	131.1
»	46	98.5	»	40	125.4
»	47	94.3	»	41	120.0
»	48	90.2	»	42	114.7
»	49	86.3	»	43	109.8
»	50	82.6	»	44	105.0
»	51	79.0	»	45	100.5
»	52	75.5	»	46	96.1
»	53	72.2	»	47	92.0
»	54	69.0	»	48	88.0
»	55	65.9	»	49	84.1
»	56	62.9	»	50	80.4
»	57	60.0	»	51	76.9
»	58	57.2	»	52	73.4
»	59	54.4	»	53	70.1
»	60	51.8	»	55	66.9
»	61	49.3	»	54	63.9
»	62	46.8	»	56	60.9
»	63	44.4	»	57	58.0
»	64	42.1	»	58	55.3
»	65	39.8	»	59	52.6
»	66	37.6	»	60	50.0
»	67	35.5	»	61	47.4
»	68	33.4	»	62	45.0
»	69	31.4	»	63	42.6
»	70	29.5	»	64	40.3
»	71	27.5	»	65	38.1
»	72	25.7	»	66	35.9

Degré de l'alcool à réduire.		Degré qu'on veut obtenir.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.				
de	à	de	à	de	à			
88°	67°	87°	62°	43.2	86°	58°	51.5	
»	68	»	63	40.9	»	59	48.8	
»	69	»	64	38.6	»	60	46.3	
»	70	»	65	36.4	»	61	43.8	
»	71	»	66	34.3	»	62	41.5	
»	72	»	67	32.2	»	63	39.1	
»	73	»	68	30.2	»	64	36.9	
»	74	»	69	28.2	»	65	34.7	
»	75	»	70	26.3	»	66	32.6	
»	76	»	71	24.4	»	67	30.5	
»	77	»	72	22.6	»	68	28.5	
»	78	»	73	20.8	»	69	26.6	
»	79	»	74	19.1	»	70	24.7	
»	80	»	75	17.4	»	71	22.9	
»	81	»	76	15.8	»	72	21.1	
»	82	»	77	14.2	»	73	19.3	
»	83	»	78	12.6	»	74	17.6	
»	84	»	79	11.1	»	75	15.9	
»	85	»	80	9.6	»	76	14.3	
»	86	»	81	8.1	»	77	12.7	
»	87	»	82	6.7	»	78	11.2	
87°	38'	»	83	5.3	»	79	9.7	
»	39	»	84	3.9	»	80	8.2	
»	40	»	85	2.6	»	81	6.8	
»	41	»	86	1.3	»	82	5.4	
»	42	86°	38	131.5	»	83	4.0	
»	43	»	39	125.6	»	84	2.6	
»	44	»	40	121.0	»	85	1.3	
»	45	»	41	114.7	85°	38°	128.7	
»	46	»	42	109.6	»	39	122.9	
»	47	»	43	104.8	»	40	117.3	
»	48	»	44	100.1	»	41	112.1	
»	49	»	45	95.7	»	42	107.1	
»	50	»	46	91.4	»	43	102.3	
»	51	»	47	87.4	»	44	97.7	
»	52	»	48	83.4	»	45	93.3	
»	53	»	49	79.7	»	46	89.1	
»	54	»	50	76.1	»	47	85.1	
»	55	»	51	72.6	»	48	81.2	
»	56	»	52	69.2	»	49	77.5	
»	57	»	53	66.0	»	50	73.9	
»	58	»	54	62.9	»	51	70.5	
»	59	»	55	59.9	»	52	67.1	
»	60	»	56	57.0	»	53	64.0	
»	61	»	57	54.2	»	54	60.9	
						84°	38°	125.9
						»	39	120.1
						»	40	114.7
						»	41	109.5
						»	42	104.5
						»	43	99.8
						»	44	95.2
						»	45	90.9
						»	46	86.7
						»	47	82.8
						»	48	78.3
						»	49	75.3
						»	50	71.7
						»	51	68.3
						»	52	65.1

Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.
de	à										
84°	53°	61.9	83°	52°	63.0	82°	52°	60.9	81°	53°	55.8
»	54	58.9	»	53	59.9	»	53	57.8	»	54	52.9
»	55	55.9	»	54	56.9	»	54	54.9	»	55	50.0
»	56	53.1	»	55	54.0	»	55	52.0	»	56	47.3
»	57	50.4	»	56	51.2	»	56	49.2	»	57	44.7
»	58	47.7	»	57	48.5	»	57	46.5	»	58	42.1
»	59	45.1	»	58	45.8	»	58	44.0	»	59	39.6
»	60	42.7	»	59	43.3	»	59	41.5	»	60	37.2
»	61	40.3	»	60	40.9	»	60	39.0	»	61	34.9
»	62	37.9	»	61	38.5	»	61	36.7	»	62	32.7
»	63	35.7	»	62	36.2	»	62	34.4	»	63	30.5
»	64	33.5	»	63	33.9	»	63	32.2	»	64	28.4
»	65	31.3	»	64	31.8	»	64	30.1	»	65	26.3
»	66	29.3	»	65	29.7	»	65	28.0	»	66	24.3
»	67	27.3	»	66	27.6	»	66	26.0	»	67	22.4
»	68	25.3	»	67	25.6	»	67	24.0	»	68	20.5
»	69	23.4	»	68	23.7	»	68	22.1	»	69	18.7
»	70	21.6	»	69	21.8	»	69	20.3	»	70	16.9
»	71	19.8	»	70	20.0	»	70	18.4	»	71	15.2
»	72	18.0	»	71	18.2	»	71	16.7	»	72	13.5
»	73	16.3	»	72	16.5	»	72	15.0	»	73	11.8
»	74	14.6	»	73	14.8	»	73	13.3	»	74	10.2
»	75	13.0	»	74	13.1	»	74	11.7	»	75	8.6
»	76	11.4	»	75	11.6	»	75	10.1	»	76	7.1
»	77	9.9	»	76	10.0	»	76	8.5	»	77	5.6
»	78	8.4	»	77	8.5	»	77	7.0	»	78	4.2
»	79	6.9	»	78	7.0	»	78	5.6	»	79	2.7
»	80	5.5	»	79	5.5	»	79	4.1	»	80	1.4
»	81	4.0	»	80	4.1	»	80	2.7			
»	82	2.7	»	81	2.7	»	81	1.3	80°	38°	114.7
»	83	1.3	»	82	1.3	81°	38°	117.5	»	39	109.2
83'	38°	123.1	82°	38°	120.3	»	39	111.9	»	40	104.0
»	39	117.4	»	39	114.7	»	40	106.7	»	41	99.1
»	40	112.0	»	40	109.3	»	41	101.7	»	42	94.3
»	41	106.9	»	41	104.3	»	42	96.9	»	43	89.8
»	42	102.0	»	42	99.4	»	43	92.3	»	44	85.5
»	43	97.3	»	43	94.8	»	44	87.9	»	45	81.3
»	44	92.8	»	44	90.4	»	45	83.7	»	46	79.4
»	45	88.5	»	45	86.1	»	46	79.7	»	47	73.6
»	46	84.4	»	46	82.1	»	47	75.9	»	48	70.0
»	47	80.5	»	47	78.2	»	48	72.2	»	49	66.5
»	48	76.7	»	48	74.5	»	49	68.7	»	50	63.1
»	49	73.1	»	49	70.9	»	50	65.3	»	51	59.9
»	50	69.6	»	50	67.4	»	51	62.0	»	52	56.8
»	51	66.2	»	51	64.1	»	52	58.8	»	53	53.8
									»	54	50.9

Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.
de	à										
80°	55°	48.1	79°	58°	38.4	78°	62°	27.4	77°	67°	15.9
»	56	45.4	»	59	36.0	»	63	25.3	»	68	14.2
»	57	42.8	»	60	33.6	»	64	23.3	»	69	12.4
»	58	40.2	»	61	31.4	»	65	21.3	»	70	10.7
»	59	37.8	»	62	29.2	»	66	19.4	»	71	9.1
»	60	35.4	»	63	27.1	»	67	17.6	»	72	7.5
»	61	33.1	»	64	25.0	»	68	15.7	»	73	5.9
»	62	30.9	»	65	23.0	»	69	14.0	»	74	4.4
»	63	28.8	»	66	21.1	»	70	12.3	»	75	2.9
»	64	26.7	»	67	19.2	»	71	10.6	»	76	1.4
»	65	24.7	»	68	17.3	»	72	9.0	»	77°	38°
»	66	22.7	»	69	15.5	»	73	7.4	»	»	39
»	67	20.8	»	70	13.8	»	74	5.8	»	»	40
»	68	18.9	»	71	12.1	»	75	4.3	»	»	41
»	69	17.1	»	72	10.5	»	76	2.8	»	»	42
»	70	15.3	»	73	8.8	»	77	1.4	»	»	43
»	71	13.6	»	74	7.3	»	76°	38°	»	»	44
»	72	12.0	»	75	5.7	»	»	106.3	»	»	45
»	73	10.3	»	76	4.3	»	»	101.1	»	»	46
»	74	8.7	»	77	2.8	»	»	96.1	»	»	47
»	75	7.2	»	78	1.4	»	»	91.3	»	»	48
»	76	5.7	78°	38°	109.1	»	»	86.7	»	»	49
»	77	4.2	»	39	103.8	»	»	82.4	»	»	50
»	78	2.8	»	40	98.7	»	»	78.2	»	»	51
»	79	1.4	»	41	93.9	»	»	74.3	»	»	52
79°	38°	111.9	»	42	83.3	»	»	70.5	»	»	53
»	39	106.5	»	43	84.9	»	»	66.8	»	»	54
»	40	101.4	»	44	80.7	»	»	63.3	»	»	55
»	41	96.5	»	45	76.6	»	»	59.9	»	»	56
»	42	91.8	»	46	72.8	»	»	56.7	»	»	57
»	43	87.3	»	47	69.1	»	»	53.6	»	»	58
»	44	83.1	»	48	65.5	»	»	50.6	»	»	59
»	45	79.0	»	49	62.1	»	»	47.7	»	»	60
»	46	75.1	»	50	58.8	»	»	44.9	»	»	61
»	47	71.3	»	51	55.7	»	»	42.2	»	»	62
»	48	67.8	»	52	52.7	»	»	39.6	»	»	63
»	49	64.3	»	53	49.7	»	»	37.1	»	»	64
»	50	61.0	»	54	46.9	»	»	34.7	»	»	65
»	51	57.8	»	55	44.2	»	»	32.3	»	»	66
»	52	54.7	»	56	41.5	»	»	30.0	»	»	67
»	53	51.7	»	57	39.0	»	»	27.8	»	»	68
»	54	48.9	»	58	36.5	»	»	25.7	»	»	69
»	55	46.1	»	59	34.1	»	»	23.5	»	»	70
»	56	43.4	»	60	31.8	»	»	21.6	»	»	71
»	57	40.9	»	61	29.6	»	»	19.7	»	»	72
»			»			»	»	17.8	»	»	

Degré de l'alcool à réduire.		Degré qu'on veut obtenir.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.		Degré de l'alcool à réduire.		Degré qu'on veut obtenir.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	
de	à			de	à	de	à	de	à	de	à
76°	73°	4.4	74°	43°	75.0	73°	52°	42.4	72°	62°	17.1
»	74	2.2	»	44	71.0	»	53	39.6	»	63	15.1
»	75	1.4	»	45	67.2	»	54	37.0	»	64	13.2
75°	38°	100.8	»	46	63.5	»	55	34.4	»	65	11.4
»	39	95.6	»	47	60.0	»	56	32.0	»	66	9.7
»	40	90.8	»	48	56.7	»	57	29.6	»	67	7.9
»	41	86.1	»	49	53.4	»	58	27.3	»	68	6.3
»	42	81.7	»	50	50.3	»	59	25.1	»	69	4.6
»	43	77.5	»	51	47.3	»	60	22.3	»	70	3.0
»	44	73.4	»	52	44.4	»	61	20.8	»	71	1.5
»	45	69.5	»	53	41.6	»	62	18.8	71°	38°	89.7
»	46	65.8	»	54	39.0	»	63	16.8	»	39	84.8
»	47	62.3	»	55	36.4	»	64	14.9	»	40	80.2
»	48	58.3	»	56	33.9	»	65	13.1	»	41	75.8
»	49	55.6	»	57	31.5	»	66	11.3	»	42	71.6
»	50	52.4	»	58	29.1	»	67	9.5	»	43	67.6
»	51	49.4	»	59	26.9	»	68	7.8	»	44	63.8
»	52	46.5	»	60	24.7	»	69	6.2	»	45	60.1
»	53	43.7	»	61	22.6	»	70	4.6	»	46	56.6
»	54	40.9	»	62	20.5	»	71	3.0	»	47	53.2
»	55	38.3	»	63	18.5	»	72	1.5	»	48	50.0
»	56	35.8	»	64	16.6	72°	38°	92.4	»	49	46.9
»	57	33.3	»	65	14.7	»	39	87.5	»	50	43.9
»	58	31.0	»	66	12.9	»	40	82.8	»	51	41.1
»	59	28.7	»	67	11.1	»	41	78.4	»	52	38.3
»	60	26.5	»	68	9.4	»	42	70.1	»	53	35.6
»	61	24.3	»	69	7.7	»	43	79.1	»	54	33.1
»	62	22.2	»	70	6.1	»	44	66.2	»	55	30.6
»	63	20.2	»	71	4.5	»	45	62.5	»	56	28.2
»	64	18.3	»	72	3.0	»	46	58.9	»	57	25.9
»	65	16.4	»	73	1.5	»	47	55.5	»	58	23.6
»	66	14.5	73°	38°	95.2	»	48	52.2	»	59	21.4
»	67	12.7	»	39	90.2	»	49	49.1	»	60	19.3
»	68	11.0	»	40	85.5	»	50	46.0	»	61	17.3
»	69	9.3	»	41	81.0	»	51	43.1	»	62	15.3
»	70	7.6	»	42	76.7	»	52	40.3	»	63	13.4
»	71	6.0	»	43	72.5	»	53	37.6	»	64	11.6
»	72	4.5	»	44	68.6	»	54	35.0	»	65	9.8
»	73	2.9	»	45	64.4	»	55	32.5	»	66	8.0
»	74	1.4	»	46	61.2	»	56	30.1	»	67	5.3
74°	38°	98.0	»	47	57.8	»	57	27.7	»	68	4.7
»	39	92.9	»	48	54.4	»	58	25.5	»	69	3.1
»	40	88.1	»	49	51.2	»	59	23.2	»	70	1.5
»	41	83.5	»	50	48.2	»	60	21.1	70°	38°	86.9
»	42	79.2	»	51	45.2	»	61	19.1	»	39	82.1

Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.
de	à										
70°	40°	77.6	69°	53°	31.6	68°	67°	1.6	66°	52°	28.1
»	41	73.2	»	54	29.1	»	39°	78.6	»	53	25.6
»	42	69.1	»	55	26.7	»	40	74.1	»	54	23.2
»	43	65.2	»	56	24.4	»	41	69.7	»	55	20.9
»	44	61.4	»	57	22.1	»	42	65.6	»	56	18.7
»	45	57.8	»	58	20.0	»	43	61.6	»	57	16.6
»	46	54.3	»	59	17.8	»	44	57.8	»	58	14.5
»	47	51.0	»	60	15.8	»	45	54.2	»	59	12.5
»	48	47.8	»	61	13.8	»	46	50.8	»	60	10.5
»	49	44.7	»	62	11.9	»	47	47.4	»	61	8.6
»	50	41.8	»	63	10.1	»	48	44.3	»	62	6.8
»	51	39.0	»	64	8.2	»	49	41.2	»	63	5.0
»	52	36.2	»	65	6.5	»	50	38.3	»	64	3.3
»	53	33.6	»	66	4.8	»	51	35.5	»	65	1.6
»	54	31.1	»	67	3.2	»	52	32.8	65°	38°	73.1
»	55	28.6	»	68	1.6	»	53	30.1	»	39	68.7
»	56	26.3	68°	38°	81.4	»	54	27.6	»	40	64.5
»	57	24.0	»	39	76.7	»	55	25.2	»	41	60.5
»	58	21.8	»	40	72.3	»	56	22.9	»	42	56.6
»	59	19.6	»	41	68.1	»	57	20.6	»	43	52.9
»	60	17.6	»	42	64.1	»	58	18.4	»	44	49.4
»	61	15.6	»	43	60.3	»	59	16.3	»	45	46.1
»	62	13.6	»	44	56.6	»	60	14.3	»	46	42.9
»	63	11.7	»	45	53.1	»	61	12.3	»	47	39.8
»	64	9.9	»	46	49.7	»	62	10.4	»	48	36.8
»	65	8.1	»	47	46.5	»	63	8.5	»	49	34.0
»	66	6.4	»	48	43.4	»	64	6.7	»	50	31.3
»	67	4.7	»	49	40.4	»	65	4.9	»	51	28.6
»	68	3.1	»	50	37.6	»	66	3.2	»	52	26.1
»	69	1.5	»	51	34.8	»	66°	1.6	»	53	23.7
69°	38°	84.1	»	52	32.2	»	38°	75.9	»	54	21.3
»	39	79.4	»	53	29.6	»	39	71.4	»	55	19.0
»	40	75.0	»	54	27.2	»	40	67.1	»	56	16.8
»	41	70.7	»	55	24.8	»	41	63.0	»	57	14.7
»	42	66.6	»	56	22.5	»	42	59.1	»	58	12.7
»	43	62.7	»	57	20.3	»	43	55.4	»	59	10.7
»	44	59.0	»	58	18.1	»	44	51.8	»	60	8.8
»	45	55.4	»	59	16.0	»	45	48.4	»	61	6.9
»	46	52.0	»	60	14.0	»	46	46.1	»	62	5.1
»	47	48.7	»	61	12.1	»	47	42.0	»	63	3.3
»	48	45.6	»	62	10.2	»	48	39.0	»	64	1.6
»	49	42.6	»	63	9.4	»	49	36.1	64°	38°	70.4
»	50	39.7	»	64	6.6	»	50	33.4	»	39	66.0
»	51	36.9	»	65	4.9	»	51	30.7	»	40	61.9
»	52	34.2	»	66	3.2	»					

Degré de l'alcool à réduire.			Degré qu'on veut obtenir.			Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	
de	à		de	à		de	à
64°	41°	57.9	63°	60°	5.2	61°	55°
»	42	54.1	»	61	3.4	»	56
»	43	50.5	»	62	1.7	»	57
»	44	47.1				»	58
»	45	43.8	62°	38°	64.9	»	59
»	46	40.6	»	39	60.7	»	60
»	47	37.5	»	40	56.6		
»	48	34.6	»	41	52.8	60°	38°
»	49	31.8	»	42	49.1	»	39
»	50	29.2	»	43	45.6	»	40
»	51	26.6	»	44	42.3	»	41
»	52	24.1	»	45	39.1	»	42
»	53	21.7	»	46	36.0	»	43
»	54	19.4	»	47	33.1	»	44
»	55	17.1	»	48	30.3	»	45
»	56	15.0	»	49	27.6	»	46
»	57	12.8	»	50	25.0	»	47
»	58	10.9	»	51	22.5	»	48
»	59	8.9	»	52	20.0	»	49
»	60	7.0	»	53	17.7	»	50
»	61	5.2	»	54	15.5	»	51
»	62	3.4	»	55	13.3	»	52
»	63	1.7	»	56	11.2	»	53
			»	57	9.2	»	54
			»	58	7.2	»	55
63°	38°	67.6	»	59	5.3	»	56
»	39	63.3	»	60	3.5	»	57
»	40	59.3	»	61	1.7	»	58
»	41	55.4				»	59
»	42	51.6	61°	38°	62.2	»	38°
»	43	48.1	»	39	58.0	59°	38°
»	44	44.7	»	40	54.0	»	39
»	45	41.4	»	41	50.3	»	40
»	46	38.3	»	42	46.7	»	41
»	47	35.3	»	43	43.2	»	42
»	48	32.5	»	44	39.9	»	43
»	49	29.7	»	45	36.8	»	44
»	50	27.1	»	46	33.8	»	45
»	51	24.5	»	47	30.9	»	46
»	52	22.1	»	48	28.1	»	47
»	53	19.7	»	49	25.4	»	48
»	54	17.4	»	50	22.9	»	49
»	55	15.2	»	51	20.4	»	50
»	56	13.1	»	52	18.0	»	51
»	57	11.0	»	53	15.7	»	52
»	58	9.0	»	54	13.5	»	53
»	59	7.1					
Degré de l'alcool à réduire.			Degré qu'on veut obtenir.			Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	
de	à		de	à		de	à
59°	54°	9.6					
»	55	7.6					
»	56	5.6					
»	57	3.7					
»	58	1.8					
			58°	38°	54.0		
			»	39	50.0		
			»	40	46.2		
			»	41	42.6		
			»	42	39.2		
			»	43	35.9		
			»	44	32.8		
			»	45	29.8		
			»	46	26.9		
			»	47	24.2		
			»	48	21.6		
			»	49	19.0		
			»	50	16.6		
			»	51	14.2		
			»	52	12.0		
			»	53	9.9		
			»	54	7.7		
			»	55	5.7		
			»	56	3.7		
			»	57	1.8		
			57°	38°	51.2		
			»	39	47.3		
			»	40	43.6		
			»	41	40.1		
			»	42	36.7		
			»	43	33.5		
			»	44	30.5		
			»	45	27.5		
			»	46	24.7		
			»	47	22.0		
			»	48	19.4		
			»	49	16.9		
			»	50	14.5		
			»	51	12.2		
			»	52	10.0		
			»	53	7.8		
			»	54	5.8		
			»	55	3.8		
			»	56	1.9		

Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré qu'on veut obtenir.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à ajouter.	Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.	Degré de l'alcool à réduire.		Quantité d'eau à ajouter à l'hecto d'alcool à réduire.
de	à		de	à		de	à		de	à	
56°	38°	48.5	54°	47°	15.3	51°	46°	11.2	47°	43°	9.5
»	39	44.7	»	48	12.9	»	47	8.7	»	44	7.0
»	40	41.1	»	49	10.5	»	48	6.4	»	45	4.6
»	41	37.6	»	50	8.3	»	49	4.2	»	46	2.2
»	42	34.3	»	51	6.1	»	50	2.1	46°	38°	21.4
»	43	31.1	»	52	4.0	50°	38°	32.2		»	39	18.3
»	44	28.1	53°	53	1.9	»	39	28.8	»	40	15.3
»	45	25.2		38°	40.3	»	40	25.6	»	41	12.4
»	46	22.4	»	39	36.7	»	41	22.5	»	42	9.7
»	47	19.8	»	40	33.3	»	42	19.5	»	43	7.0
»	48	17.2	»	41	30.0	»	43	16.7	»	44	4.6
»	49	14.8	»	42	26.9	»	44	14.0	»	45	2.3
»	50	12.4	»	43	23.9	»	45	11.4	45°	38°	18.7
»	51	10.2	»	44	21.0	»	46	8.9		»	39	15.7
»	52	8.0	»	45	18.3	»	47	6.6	»	40	12.7
»	53	5.9	»	46	15.7	»	48	4.3	»	41	9.9
»	54	3.8	»	47	13.2	»	49	2.1	»	42	7.3
»	55	1.9	»	48	10.7	40°	38°	29.5	»	43	4.7
55°	38°	45.8	»	49	8.4		»	39	26.2	»	44	2.3
»	39	42.0	»	50	6.2	»	40	23.0	44°	38°	16.0
»	40	38.5	»	51	4.1	»	41	20.0		»	39	13.0
»	41	35.0	»	52	2.0	»	42	17.1	»	40	10.2
»	42	31.8	52°	38°	37.6	»	43	14.3	»	41	7.5
»	43	28.7		»	39	34.1	»	44	11.6	»	42
»	44	25.7	»	40	30.7	»	45	9.1	»	43	2.4
»	45	22.9	»	41	27.5	»	46	6.7	43°	38°	13.4
»	46	20.2	»	42	24.4	»	47	4.4		»	39	10.1
»	47	17.6	»	43	21.5	»	48	2.1	»	40	7.6
»	48	15.1	»	44	18.7	48°	38°	26.8	»	41	5.0
»	49	12.7	»	45	16.0		»	39	23.5	»	42	2.4
»	50	10.3	»	46	13.4	»	40	20.4	42°	38°	10.7
»	51	8.1	»	47	11.0	»	41	17.5		»	39	7.8
»	52	6.0	»	48	8.6	»	42	14.6	»	40	5.1
»	53	3.9	»	49	6.3	»	43	11.9	»	41	2.5
»	54	1.9	»	50	4.1	»	44	9.3	41°	38°	8.0
54°	38°	43.1	»	51	2.0	»	45	6.8		»	39	5.2
»	39	39.4	51°	38°	34.9	»	46	4.5	»	40	2.5
»	40	35.9		»	39	31.4	»	47	2.2	»	40	2.5
»	41	32.5	»	40	28.1	47°	38°	24.1	40°	38°	5.3
»	42	29.3	»	41	25.0		»	39	20.9	»	39	2.6
»	43	26.3	»	42	22.0	»	40	17.9	39°	38°	2.7
»	44	23.4	»	43	19.1	»	41	14.9		»	38°	2.7
»	45	20.6	»	44	16.3	»	42	12.2			
»	46	17.9	»	45	13.7						

APPENDICE

On emploie encore quelquefois en France, pour peser les liquides alcooliques, les aréomètres de *Baumé* ou de *Cartier* (voir densimétrie) :

Pour transformer les degrés Cartier en degrés Baumé, il suffit d'ajouter au nombre de degrés du Cartier le produit de la multiplication d'autant de fois 8 centièmes qu'il y a de degrés à compter de 10°, point de départ des deux aréomètres.

Exemple : on a 30°3 Cartier à transformer en degré Baumé : on dit
 $30 \cdot 3 + 20 \text{ fois } 8 \text{ centièmes ou } 1,16 = 31 \cdot 9 \text{ Baumé.}$

Table IV.

Comparaison des degrés Baumé (moins lourds), Cartier et Gay-Lussac.

DEGRÉS			POIDS spécifique.	DEGRÉS			POIDS spécifique.	DEGRÉS			POIDS spécifiques.
Baumé moins lourd.	Cartier.	Gay-Lussac.		Baumé moins lourd.	Cartier.	Gay-Lussac.		Baumé moins lourd.	Cartier.	Gay-Lussac.	
10	10	0	1.000	16	»	34	0.962	»	25	68	0.896
»	»	1	0.999	»	»	35	960	27	»	69	893
»	»	2	997	»	»	36	939	»	26	70	891
»	»	3	996	»	16	37	957	28	»	71	888
»	»	4	994	»	»	38	936	»	27	72	886
11	11	5	993	17	»	39	934	29	»	73	884
»	»	6	992	»	»	40	933	»	28	74	881
»	»	7	990	»	17	41	931	30	»	75	879
»	»	8	989	»	»	42	949	»	»	76	876
»	»	9	988	18	»	43	948	31	29	77	874
12	»	10	987	»	»	44	946	»	»	78	871
»	12	11	986	»	»	45	945	32	30	79	868
»	»	12	984	»	18	46	943	»	»	80	865
»	»	13	983	19	»	47	941	33	31	81	863
»	»	14	982	»	»	48	940	»	»	82	860
»	»	15	981	»	»	49	938	34	32	83	857
»	»	16	980	20	19	50	936	35	»	84	854
13	»	17	979	»	»	51	934	»	33	85	851
»	13	18	978	»	»	52	932	36	34	86	848
»	»	19	977	21	20	53	930	»	»	87	845
»	»	20	976	»	»	54	928	37	35	88	842
»	»	21	975	»	»	55	926	38	36	89	838
»	»	22	974	22	21	56	924	»	»	90	835
14	»	23	973	»	»	57	922	39	37	91	832
»	»	24	972	»	»	58	920	»	»	92	829
»	14	25	971	23	22	59	918	40	38	93	826
»	»	26	970	»	»	60	915	41	39	94	822
»	»	27	969	»	»	61	913	42	40	95	818
»	»	28	968	24	23	62	911	43	41	96	814
15	»	29	967	»	»	63	909	44	42	97	810
»	»	30	966	25	»	64	906	45	43	98	805
»	»	31	965	»	24	65	904	46	44	99	800
»	15	32	964	»	»	66	902	47	45	100	795
»	»	33	963	26	»	67	899	48	46	»	791

Veut-on réduire les Baumé en Cartier, on diminue autant de fois 8 centièmes qu'il y a de degrés Baumé.

Ainsi de 32°B, on diminue 22 fois 8 centièmes ou 1,76 : il reste 30°24 Cartier.

Quant aux corrections de température, l'aréomètre de Cartier est réglé pour 12°5 ; on compte 1° en plus ou moins par 5° au-dessus ou au-

Table IV bis.

Conversion des degrés centésimaux en degrés Cartier.

Degrés centésimaux.	Degrés Cartier.								
1	10.2	21	13.4	41	16.9	61	22.8	81	31.3
2	10.4	22	13.5	42	17.1	62	23.2	82	31.8
3	10.6	23	13.6	43	17.4	63	23.5	83	32.3
4	10.8	24	13.8	44	17.6	64	23.9	84	32.8
5	10.9	25	14. »	45	17.9	65	24.3	85	33.3
6	11.1	26	14.1	46	18.1	66	24.7	86	33.7
7	11.3	27	14.2	47	18.4	67	25.1	87	34.4
8	11.5	28	14.4	48	18.7	68	25.5	88	35. »
9	11.6	29	14.5	49	19. »	69	25.8	89	35.6
10	11.8	30	14.7	50	19.2	70	26.3	99	36.7
11	12. »	31	14.9	51	19.5	71	26.7	91	36.9
12	12.1	32	15. »	52	19.8	72	27.1	92	37.6
13	12.3	33	15.2	53	20.1	73	27.5	93	38.3
14	12.4	34	15.4	54	20.5	74	28. »	94	39. »
15	12.5	35	15.6	55	20.8	75	28.4	95	39.7
16	12.7	36	15.8	56	21.1	76	28.9	96	40.5
17	12.8	37	16. »	57	21.4	77	29.4	97	41.4
18	12.9	38	16.2	58	21.8	78	29.8	98	42.3
19	13.1	39	16.4	59	22.1	79	30.3	99	43.2
20	13.2	40	16.6	60	22.5	80	30.8	100	44.2

Table IV ter.

Conversion des degrés de l'alcoomètre Cartier en degrés centésimaux.

CARTIER.	0/0.	CARTIER.	0/0	CARTIER.	0/0
10	0.0	22	58.7	34	86.2
11	5.3	23	61.5	35	88
11	11.3	24	64.2	36	89.6
13	13.4	25	66.9	37	91.1
14	25.4	26	69.4	38	92.6
15	31.7	27	71.8	39	94
16	37	28	74	40	95.4
17	41.5	29	76.3	41	96.6
18	45.5	30	78.4	42	97.7
19	49.2	31	80.5	43	98.8
20	52.5	32	82.4	44	99.9
21	55.7	33	84.3		

dessous de cette température (Pour l'eau-de-vie on compte 1° pour 10° de température).

La Table IV permet de passer de l'une à l'autre de ces indications.

En *Hollande* on emploie l'alcoomètre *Wolchmester*; il est divisé en 144 parties, le zéro étant marqué au point d'affleurement de l'appareil dans l'eau distillée à 60° Fahrenheit (soit 15°56 centig.) et 144 dans l'alcool absolu. Cet appareil plonge jusqu'au 10° degré dans l'eau-de-vie *Preuve de Hollande* à 54°5; Fahrenheit (12°5 centig.), eau-de-vie qui, ramenée à + 15° centigrades, marque 50° centisémaux (c'est-à-dire 19° Cartier; 20° Baumé).

En *Allemagne* on emploie l'alcoomètre de *Tralles*. Cet appareil porte une échelle marquant 0° dans l'eau pure et 100° dans l'alcool absolu à + 15°16 centigrades et d'une densité de 0,7939. L'échelle est divisée en 100 parties, en volumes, elle diffère donc à peine de celle de Gay-Lussac et de celle de l'alcoomètre légal; la seule différence entre les instruments de Tralles, l'alcoomètre légal et de Gay-Lussac est que Gay-Lussac a pris pour base l'alcool absolu d'une densité de 0,7947 à + 15° et que l'alcoomètre légal est basé sur un alcool de densité 0,7943, alors que le Tralles est basé sur une densité de 0,7939.

Le degré Tralles donne donc à + 15°56 centigrades la richesse alcoolique en volume des liquides alcooliques, il y a donc une très petite différence entre ces deux appareils puisque :

100° Tralles	=	0,7939	densité.	
100° centésim.	=	0,7943	densité à l'alcoomètre légal.	
100° centésim.	=	0,7947	—	Gay-Lussac.
0 degré Tralles représente une densité de 0,9991				
10	—	—	—	0,9857
20	—	—	—	0,9751
30	—	—	—	0,9646
40	—	—	—	0,9510
50	—	—	—	0,9335
60	—	—	—	8,9126
70	—	—	—	0,8892
75	—	—	—	0,8765
80	—	—	—	0,8630
85	—	—	—	0,8488
90	—	—	—	0,8332
95	—	—	—	0,8157
100	—	—	—	0,7939

L'alcoomètre de *Richter* est identique à celui de Tralles, mais sa graduation est faite en poids et non en volume d'alcool.

La Table V donne la concordance entre ces trois instruments.

L'alcoomètre de *Beck* est divisé en 100 parties égales, son 0° est pris dans l'eau distillée à 12°5 centigrades et le 30° dans un liquide de poids spécifique 0,830.

Voici quelques chiffres de comparaison :

Degrés Tralles.	Degrés Beck.
100	42,28
99,4	42
97,7	40
85,9	30
69,2	20
45,8	10
0	0

Table V.

Transformation des degrés Gay-Lussac, Tralles et Richter.

Degrés Gay-Lussac.	Degrés Tralles.	Degrés Richter.	Degrés Gay-Lussac.	Degrés Tralles.	Degrés Richter.
0	0	0	73	72.7	59.5
5	4.8	4.3	75	74.6	62.0
10	9.5	7.6	77	76.5	64.3
17	16.5	12.0	79	78.7	67.2
23	22.2	15.0	81	80.6	69.6
29	28.0	18.6	83	82.9	72.3
34	33.0	22.3	84	83.9	73.8
39	38.0	25.8	86	86.0	76.2
43	42.6	30.0	88	87.9	78.7
47	46.5	33.3	89	88.9	80.3
50	49.5	35.6	91	91.2	83.3
53	52.5	38.5	93	93.2	86.3
56	55.6	41.2	94	94.3	88.0
59	58.9	44.3	95	95.0	89.2
62	61.5	47.1	96	96.2	91.0
64	63.2	49.0	97	97.2	98.0
67	66.6	52.7	98	98.3	95.5
69	68.6	55.0	99	99.4	93.3
71	70.6	57.2	100	100.0	100.0

Table V bis.

Table comparative des alcoomètres de Richter, Tralles, Cartier et Gay-Lussac.

Richter.	Tralles.	Cartier.	Gay-Lussac.
76	85 1/2	33 2/3	86
73	83	32	82
69	80	30 3/4	80
65	77	29 1/2	77
62	74	28	74
59	71 1/2	27	72
55 1/2	68 1/2	26	69
52	66	25	67
40	63	24	64
46	60	23	61
43 1/2	57 1/2	22	59
41	55	21	56
38 1/2	52	20	53
35 1/4	49	19	49
33	46	18	45

Table VI.

Conversion des richesses en proof spirit en richesses en alcool pur.

RICHESSES.		RICHESSES.		RICHESSES.		RICHESSES.	
Proof spirit.	Alcool pur.	Proof spirit.	Alcool pur.	Proof Spirit.	Alcool pur.	Proof spirit.	Alcool pur.
1	0.6	44	25.7	87	50.2	129	74.0
2	1.2	45	26.3	88	50.8	130	74.6
3	1.8	46	26.9	89	51.3	131	75.2
4	2.4	47	27.4	90	51.8	132	75.8
5	3.1	48	27.9	91	52.4	133	76.4
6	3.6	49	28.4	92	52.8	134	77.0
7	4.2	50	29.0	93	53.3	135	77.6
8	4.8	51	29.6	94	53.9	136	78.2
9	5.4	52	30.1	95	54.4	137	78.8
10	6.0	53	30.6	96	55.0	138	79.4
11	6.6	54	31.2	97	55.6	139	79.9
12	7.2	55	31.8	98	56.2	140	80.5
13	7.8	56	32.3	99	56.7	141	81.0
14	8.4	57	32.9	100	57.2	142	81.6
15	9.0	58	33.4	101	57.8	143	82.0
16	9.6	59	34.0	102	58.3	144	82.6
17	10.2	60	34.6	103	58.9	145	83.2
18	10.8	61	35.2	104	59.4	146	83.7
19	11.4	62	35.8	105	60.0	147	84.3
20	12.0	63	36.4	106	60.5	148	84.8
21	12.5	64	36.9	107	61.0	149	85.3
22	13.1	65	37.6	108	61.6	150	85.9
23	13.7	66	38.1	109	62.2	151	86.4
24	14.3	67	38.7	110	62.7	152	87.0
25	14.9	68	39.3	111	63.3	153	87.6
26	15.5	69	39.9	112	63.9	154	88.1
27	16.1	70	40.5	113	64.3	155	88.6
28	16.6	71	41.1	114	64.9	156	89.2
29	17.2	72	41.7	115	65.5	157	89.7
30	17.8	73	42.3	116	66.1	158	90.3
31	18.3	74	42.8	117	66.7	159	90.8
32	18.9	75	43.4	118	67.3	160	91.4
33	19.4	76	44.0	119	68.0	161	91.9
34	20.0	77	44.6	120	68.6	162	92.5
35	20.6	78	45.2	121	69.2	163	93.0
36	21.1	79	45.8	122	69.8	164	93.6
37	21.7	80	46.4	123	70.4	165	94.1
38	22.2	81	47.0	124	71.0	166	94.7
39	22.8	82	47.6	125	71.6	167	95.2
40	23.4	83	48.1	126	72.2	168	95.8
41	23.9	84	48.6	127	72.8	169	96.3
42	24.6	85	49.1	128	73.4	170	96.9
43	25.1	86	49.7				

En Angleterre l'alcool n'est pas exprimé d'après sa teneur en alcool absolu, ou l'apprécie par un chiffre qui indique combien il faut mélanger de volumes d'alcool considéré pour faire par dilution 100 volumes d'alcool d'épreuve (proof spirit). Le *proof spirit* est un alcool qui titre 57°2 Gay-Lussac; il est préparé avec 103,09 d'eau et 100 d'alcool absolu, comptés en poids, à la température de 51° F (10°56 centigrades); le poids de 1 litre de cet esprit est égal au $\frac{12}{13}$ du poids d'un litre d'eau; sa densité relative est à 60°F (15°56 centigrades) 0,918633.

L'aréomètre qui sert en alcoométrie est l'hydromètre de Sikes: c'est un aréomètre à poids et à volumes variables. Il est en cuivre et formé d'une carène surmontée d'une tige portant une graduation de 0° à 10°; au-dessous de la carène se trouve une deuxième tige terminée par un bouton et sur laquelle on enfle des poids additionnels, marqués 10, 20, 30, etc., 90.

L'hydromètre, sans poids, marque 0° dans l'alcool de densité 0,825 à 60°F (*standart alcool*), ce qui correspond à 93° Gay-Lussac (40° Baumé, 38° Cartier); il marque 10° dans l'eau distillée, chargé du poids 90.

Table VII.

Conversion des richesses en alcool en richesses en proof spirit.

RICHESSES.		RICHESSES.		RICHESSES.		RICHESSES.	
Alcool pur.	Proof Spirit.	Alcool pur.	Proof spirit.	Alcool pur.	Proof Spirit.	Alcool pur.	Proof spirit
1	1.6	26	44.8	51	88.5	76	132.3
2	3.3	27	46.5	52	90.3	77	134.0
3	5.0	28	48.3	53	92.2	78	135.7
4	6.6	29	50.0	54	94.1	79	137.3
5	8.3	30	51.9	55	95.9	80	139.2
6	10.0	31	53.7	56	97.8	81	141.0
7	11.7	32	55.4	57	99.6	82	142.8
8	13.3	33	57.2	58	101.6	83	144.7
9	15.0	34	59.0	59	103.4	84	146.5
10	17.7	35	60.7	60	105.2	85	148.3
11	18.4	36	62.4	61	106.9	86	150.1
12	20.2	37	64.1	62	108.7	87	152.0
13	21.9	38	65.8	63	110.5	88	153.8
14	23.6	39	67.5	64	112.2	89	155.6
15	25.3	40	69.2	65	113.9	90	157.4
16	27.1	41	70.9	66	115.6	91	159.2
17	28.8	42	72.6	67	117.3	92	161.2
18	30.5	43	74.3	68	119.0	93	162.9
19	32.2	44	76.0	69	120.7	94	164.7
20	34.0	45	77.6	70	122.3	95	166.5
21	35.9	46	79.3	71	124.0	96	168.3
22	37.6	47	81.0	72	125.7	97	170.2
23	39.4	48	82.9	73	127.3	98	
24	41.2	49	84.8	74	129.0	99	
25	43.0	50	86.6	75	130.7	100	

Table VIII.

Conversion des densités des alcools en degrés Over ou under proof et réciproquement (Hure).

Over proof.	Densité.	Over proof.	Densité.	Under proof	Densité.
67/00	0.8156	28.0	0.8825	8.0	0.9295
65.0	0.8199	27.0	0.8840	9.0	0.9306
64.6	0.8221	26.0	0.8854	10.0	0.9318
63.1	0.8238	25.0	0.8869	11.0	0.9329
62.0	0.8259	24.0	0.8883	12.1	0.9341
61.1	0.8277	23.0	0.8897	13.1	0.9353
60.0	0.8298	21.9	0.8912	14.2	0.9364
59.1	0.8315	20.9	0.8921	15.3	0.9376
58.0	0.8336	19.9	0.8940	16.6	0.9384
57.1	0.8354	19.1	0.8950	17.1	0.9396
56.0	0.8376	18.0	0.8966	18.2	0.9407
55.0	0.8366	16.9	0.8981	19.3	0.9419
54.1	0.8413	15.9	0.8996	20.0	0.9426
53.1	0.8431	15.0	0.9008	21.2	0.9437
52.1	0.8448	13.9	0.9023	22.2	0.9448
51.1	0.8465	13.1	0.9034	23.1	0.9456
50.1	0.8482	12	0.9049	23.9	0.9464
49.1	0.8499	11.1	0.9060	25.1	0.9476
48.0	0.8516	10	0.9075	26.3	0.9488
47.0	0.8533	8.9	0.9089	27.1	0.9496
46.0	0.8550	8.0	0.9100	28.0	0.9503
45.0	0.8566	7.1	0.9111	29.2	0.9515
43.9	0.8583	5.9	0.9126	30.1	0.9522
43.1	0.8597	5.0	0.9137	35.1	0.9565
42.0	0.8615	3.9	0.9152	40.1	0.9603
41.1	0.8629	3.0	0.9163	45.0	0.9638
40.	0.8646	1.9	0.9178	50.3	0.9674
39.1	0.8660	1.0	0.9189	54.8	0.9701
38.0	0.8678	Proof spirit.	0.9200	60.4	0.9794
37.1	0.8692			65.3	0.9762
35.9	0.8709	Under proof		70.1	0.9790
35.0	0.8723	1.3°/o	0.9214	75.4	0.9822
34.1	0.8737	2.2	0.9226	80.4	0.9854
32.9	0.8755	3.1	0.9237	85.2	0.9886
32.0	0.8769	4.0	0.9248	90.2	0.9922
31.0	0.8783	5.0	0.9259	95.4	0.9962
30.0	0.8797	6.0	0.9270	100	1.000
29.0	0.8811	7.0	0.9282		

Si on le plonge dans un alcool *plus fort* que le proof spirit (57°₂ Gay-Lussac), il affleura sur la tige à une division qui indiquera le degré *over proof*.

Si on le plonge dans un alcool *plus faible* que le proof spirit, il faudra le lester avec des poids additionnels pour obtenir l'affleurement du liquide sur la tige. Ce poids placé au-dessous de la carène et augmenté du chiffre d'affleurement donne le degré *under proof*.

Si par exemple on a atteint par addition du petit poids l'affleurement 5 avec le poids 20, on aura *under proof* 25, avec le poids 30 on aurait *under proof* 35.

Un alcool marquant 20 degrés *over proof* est un alcool auquel on doit ajouter 20 litres d'eau pour 100 de liquide alcoolique pour faire du *proof spirit* : ou encore 100 volumes d'alcool titrant 20 *over proof* donnent par dilution avec 20 volumes d'eau, 120 volumes *proof spirit*.

20 *under proof* signifie qu'il faut retrancher 20 de 100 de l'alcool pour avoir *proof spirit*, ou que 100 volumes d'alcool 20 *under proof* renferment $100 - 20 = 80$ volumes de *proof spirit*.

Les tables ci-contre permettent, la première (Table VI), de convertir les richesses *proof spirit* en richesses d'alcool pur ; la seconde (Table VII), de convertir le titre d'alcool pur en titre *proof spirit* ;

Ainsi la richesse en *proof spirit* étant 40, la première colonne de la Table VI nous montre que le *proof spirit* 40 correspond à 23 litres 4 d'alcool pur par hectolitre.

Inversement on connaît le titre d'un alcool, il est de 80° par exemple : la Table VII nous montre que 100 litres d'alcool à 80° forment 139 litres 2 de *proof spirit*.

Les droits sur les alcools sont en effet perçus, en Angleterre, d'après la richesse de ces alcools en *proof spirit*.

La table VIII (Table de Hure) donne la correspondance des degrés *over* ou *under proof* avec les densités (à 15°5 centig., celle de l'eau à cette température étant 1) et réciproquement.

Table IX.

Comparaison des degrés de l'alcoomètre centésimal avec les degrés correspondants de Sykes (au-dessous de preuve) à 15° (59° Fahrenheit).

Degrés de l'alcoomètre centésimal.	Degrés Sykes.						
1	1.7	16	27.8	31	53.9	46	80
2	3.5	17	29.6	32	55.7	47	81.8
3	5.2	18	31.3	33	57.4	48	83.5
4	7	19	33.1	34	59.2	49	85.3
5	8.7	20	34.8	35	60.9	50	87
6	10.4	21	36.5	36	62.6	51	88.7
7	12.9	22	38.3	37	64.4	52	90.5
8	13.7	23	40	38	66.1	53	92.2
9	15.2	24	41.8	39	67.9	54	94
10	17.4	25	43.5	40	69.6	55	95.7
11	19.1	26	45.2	41	71.3	56	97.4
12	20.9	27	47	42	73.1	57	99.2
13	22.6	28	48.7	43	74.8	58	100.9
14	24.4	29	50.5	44	76.6		
15	26.1	30	52.2	45	78.3		

Table X.

Comparaison des degrés Sykes (au-dessous de preuve) et des degrés correspondants de l'alcoomètre centésimal à 15° (59° Fahrenheit).

Degrés Sykes.	Degrés de l'alcoomètre centésimal.	Degrés Sykes.	Degrés de l'alcoomètre centésimal.	Degrés Sykes	Degrés de l'alcoomètre centésimal.	Degrés Sykes.	Degrés de l'alcoomètre centésimal.
1	0.6	26	15	51	29.3	76	43.7
2	1.1	27	15.5	52	29.9	77	44.3
3	1.7	28	16.1	53	30.5	78	44.8
4	2.3	29	16.7	54	31	79	45.4
5	2.9	30	17.2	55	31.6	80	46
6	3.4	31	17.8	56	32.2	81	46.6
7	4	32	18.4	57	32.8	82	47.1
8	4.6	33	18.9	58	33.3	83	47.7
9	5.2	34	19.5	59	33.9	84	48.3
10	5.7	35	20.1	60	34.5	85	48.9
11	6.3	36	20.7	61	35.1	86	49.4
12	6.9	37	21.3	62	35.6	87	50
13	7.5	38	21.8	63	36.2	88	50.6
14	8	39	22.4	64	36.8	89	51.1
15	8.6	40	23	65	37.4	90	51.7
16	9.2	41	23.6	66	37.9	91	52.3
17	9.8	42	24.1	67	38.5	92	52.9
18	10.3	43	24.7	68	39.1	93	53.4
19	10.9	44	25.3	69	39.7	94	54
20	11.5	45	25.9	70	40.2	95	54.6
21	12.1	46	26.4	71	40.8	96	55.2
22	12.6	47	27	72	41.4	97	55.7
23	13.2	48	27.6	73	41.9	98	56.3
24	13.8	49	28.2	74	42.5	99	56.9
25	14.4	50	28.9	75	43.1	100	57.5

L'alcoomètre de *Tagliabue*, officiel aux Etats-Unis d'Amérique, marque 200° dans l'alcool absolu et 0° dans l'eau pure à 15°55.

Il doit plonger jusqu'au 100° degré dans un alcool-type contenant la moitié de son volume d'alcool pur, ayant une densité de 0.7496 à 80° Fahrenheit (15°56 centigrades), la densité de l'eau à cette température étant 1000.

La Table X bis montre que l'alcoomètre de *Tagliabue* se rapproche beaucoup de l'alcoomètre de *Gay-Lussac* pour le poids de l'alcool pur et si on tient compte de la différence de température on obtient le même chiffre.

Table X bis.

DEGRÉS Tagliabue.	VOLUMES DE		DENSITÉS relatives à 15°56.	DEGRÉS Tagliabue.	VOLUMES DE		DENSITÉS relatives à 15°56.
	alcool.	eau			alcool.	eau.	
10	5	95.32	0.99289	30	45.0	86.20	0.98114
11	5.5	94.85	99224	31	45.5	85.75	98063
12	6	94.39	99160	32	46.0	85.30	98011
13	6.5	93.93	99098	40	20	81.71	97600
14	7	93.48	99036	50	25	77.22	97087
15	7.5	93.02	98974	60	30	72.70	96541
16	8	92.56	98911	70	35	68.10	95515
17	8.5	92.10	98849	80	40	63.44	95192
18	9	91.64	98787	90	45	58.60	94359
19	9.5	91.18	98725	100	50	53.71	93437
20	10	90.72	98663	110	55	48.72	92427
21	10.5	90.26	98608	120	60	43.67	91346
22	11	89.81	98552	130	65	38.56	90211
23	11.5	89.36	98497	140	70	33.38	89003
24	12	88.91	98441	150	75	28.13	87730
25	12.5	88.45	98386	160	80	21.81	86384
26	13	88.00	98330	170	85	17.41	84950
27	13.5	87.55	98275	180	90	19.87	83385
28	14	87.10	98220	190	95	6.10	81958
29	14.5	86.55	98167	200	100	0.80	79461

EBULLIOMÈTRES.

Le procédé de dosage de l'alcool par distillation est le seul officiel et qui donne des résultats exacts ; dans la pratique, pour les essais industriels on remplace les appareils distillatoires par les ébulliomètres.

Parmi ceux-ci, celui qui donne les résultats les plus précis est l'ébulliomètre de Salleron.

L'ébulliomètre de Salleron est employé dans le commerce pour déterminer le degré alcoolique du vin. Il permet de mener rapidement l'opération du dosage de l'alcool avec une approximation très suffisante pour les analyses ordinaires.

Cet instrument repose sur ce fait : c'est qu'un mélange d'eau pure et d'alcool bout exactement à la même température qu'un mélange d'eau, d'alcool et de 5 % des matières dissoutes.

Ainsi un vin contenant 15 vol. d'alcool
 — 5 — de matières dissoutes
 — 80 — d'eau,
 Total..... 100 volumes

bout exactement à la même température qu'un autre liquide contenant

$$\begin{array}{r} 15 \text{ vol. d'alcool} \\ 80 \text{ — d'eau} \\ \hline 95 \text{ volumes.} \end{array}$$

Cependant la richesse alcoolique du premier est $\frac{15}{100}$ tandis que celle du second est $\frac{15}{95}$ ou 15,000. La richesse alcoolique de deux mélanges sera donc également accusée par le point d'ébullition sans que la matière dissoute dans cette faible proportion influe sur le degré. Une réglette graduée, jointe à l'appareil, permet de déduire le degré alcoolique.

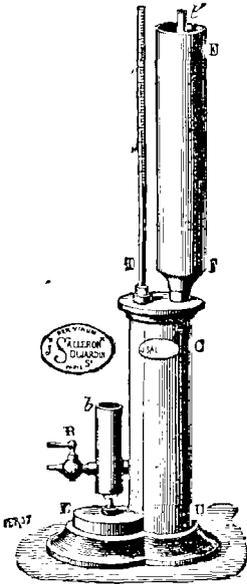


Fig. 1.

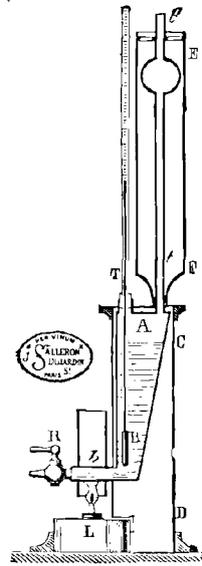


Fig. 2.

L'ébulliomètre se compose d'une chaudière métallique A (fig. 1 et 2), dans laquelle on verse le liquide à essayer.

Un condenseur renfermé dans un réfrigérant E, qui surmonte la chaudière, condense les vapeurs alcooliques qui s'échappent du vin et maintient l'uniformité de la température du liquide en ébullition.

Un thermomètre T, divisé sur verre par dixièmes de degré centigrade, est fixé au moyen d'un bouchon de caoutchouc, dans la tubulure de la chaudière, son réservoir plonge au sein du liquide chauffé.

Une réglette ébulliométrique (fig. 3) à coulisse, a pour objet de transformer en richesse alcoolique les températures accusées en degrés centigrades par le thermomètre.

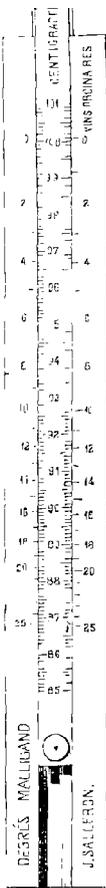


Fig. 3.

Cette réglette ébulliométrique à coulisse, se compose d'une réglette médiane mobile entre deux échelles fixes. Cette réglette reproduit en dixièmes de degrés la graduation du thermomètre centigrades depuis 85° jusqu'à 101.

L'échelle fixe de gauche intitulée *degrés Malligand* donne les degrés de l'ébullioscope Vidal-Malligand, de façon à pouvoir comparer les degrés de cet ébullioscope avec ceux de l'ébulliomètre Salleron.

L'échelle fixe de droite intitulée *Vins ordinaires* est divisée de la même manière et dans les mêmes limites.

Voici comment on procède au réglage de l'instrument :

Un tube de verre, gradué en 100 parties, sert à mesurer le volume du liquide sur lequel on doit opérer.

On verse, dans la chaudière, 15 centimètres cubes d'eau mesurés au moyen du tube gradué, c'est-à-dire 30 divisions, et l'on introduit, dans la tubulure t, le thermomètre T qui ferme la chaudière; on allume la lampe à alcool L et on pose le fourneau A B par dessus la lampe. Après trois minutes, le thermomètre s'arrête; en mesurant la température d'ébullition de l'eau, on lit l'indication du thermomètre, soit 100 degrés 1 dixième.

On prend alors l'échelle graduée et on amène le degré 100,1 juste en face du 0 de l'échelle fixe. On serre le bouton qui fixe l'échelle mobile et le réglage est terminé.

Pour titrer les liquides alcooliques, on renverse l'appareil pour vider l'eau que contient la chaudière, et l'on introduit 50^{cc} de liquide ou 100 divisions; on remplit d'eau froide le

réfrigérant D par l'ouverture *b*, et l'on fixe le thermomètre dans sa tubulure. On allume la lampe L et après cinq minutes, la colonne thermométrique s'arrête de nouveau et marque, nous supposons 91°7. L'opération est terminée.

Au moyen de l'échelle ébulliométrique, on transforme la différence entre 100°1, température de l'ébullition de l'eau, et 91°7 température d'ébullition du liquide, en richesse alcoolique. Pour cela, on n'a qu'à lire en face du degré 91°7, sur l'échelle fixe marquée : *Vin ordinaire*, le titre indiqué, qui est 11,5, ce qui veut dire que le liquide essayé contient 11,5 o/o d'alcool pur en volume.

Cet appareil ne permet pas de doser l'alcool d'une façon rigoureuse dans les vins et liqueurs très alcooliques, les vins sucrés et les liqueurs ; il faut dans ces différents cas employer l'alambic précédemment décrit (page 84).

III

Boissons fermentées.

Vin et Vinaigre, Bière, Cidre.

VIN

L'analyse d'un vin comprend :

- 1° L'examen des caractères physiques ;
- 2° L'analyse chimique proprement dite ;
- 3° La recherche des falsifications des substances étrangères et des altérations.

1° Examen des caractères physiques.

Il comporte :

- 1° La détermination de la densité ;
- 2° La détermination de l'intensité colorante ;
- 3° L'épreuve de dégustation ;
- 4° L'examen polarimétrique.

1° *Détermination de la densité.* — Cette détermination se fait au moyen d'un densimètre donnant la 4^e décimale ou de l'œnobaromètre de Houdart. La densité du vin ne dépasse presque jamais 1000, elle est comprise entre 0.985 et 0.990 à + 15°.

Le densimètre doit être gradué en 1/5° de degré : introduire dans une éprouvette bouchée à l'émeri 200° de vin, placer l'éprouvette dans un bain d'eau courante jusqu'à ce que la température soit descendue à + 15° ; y plonger le thermomètre et le densimètre (la lecture se fait au-dessus du ménisque).

Si la température à laquelle on fait la lecture n'est pas exactement de 15°, on fait la correction de température conformément aux indications suivantes :

Si la température est de 10° centigrades, retrancher 0.6 du degré indiquée par le densimètre.

—	11°	—	0.5	—
—	12°	—	0.4	—
—	13°	—	0.3	—
—	14°	—	0.1	—
—	15°	—	0	—
—	16°	ajouter	0.2	—
—	17°	—	0.3	—
—	18°	—	0.5	—
—	19°	—	0.7	—
—	20°	—	0.9	—

Si la température était de 11°6 par exemple, on calculerait ainsi :

Correction pour 11° = 0.5

— 12° = 0.4

différence entre 11° et 11°6 = 0.6

correction à effectuer 0,5 — [(0,5 — 0,4) × 0,6] = 0,44.

De même pour toutes les températures intermédiaires.

L'œnobaromètre de Houdart, dont il sera parlé plus loin (Voir Extrait), peut servir à déterminer la densité; c'est un densimètre gradué spécialement dont le zéro correspond à une densité de 0,9866, et chacune des grandes divisions de l'échelle à autant de millièmes en plus de ce chiffre, c'est-à-dire que le dixième degré, par exemple, correspond à une densité de 0,9966; c'est ce qu'indique le tableau suivant :

Indication de l'œno-baromètre à + 15°	Densité correspondante
0	0,9866
1	0,9876
2	0,9886
3	0,9896
4	0,9906
5	0,9916
6	0,9926
7	0,9936
8	0,9946
9	0,9956
10	0,9966
11	0,9976
12	0,9986
13	0,9996

La lecture se fait au sommet du ménisque, comme il sera indiqué au dosage de l'extrait; chaque petite division comprise entre les grandes correspond à deux dixièmes de degrés; pour en déduire la densité, on calculera comme suit :

Si la température est différente de + 15°, on se reportera aux tables de l'œnobaromètre (Voir extrait) qui indiquent la correction à faire subir aux indications de l'instrument pour les températures supérieures ou inférieures à + 15°; soit a la correction à faire subir à l'indication de

l'œnobaromètre. (Cette correction est additive quand la lecture de l'œnobaromètre est faite à une température supérieure à + 15° ; soustractive dans le cas contraire.)

Soit A l'indication de l'œnobaromètre avant correction.

Après correction, cette valeur sera $A \pm a$.

La densité amenée à + 15° sera donc $0,9866 + \frac{A \pm a}{1000}$

Pour les degrés intermédiaires, voir Extrait.

2° *Détermination de l'intensité colorante.* — L'intensité colorante se détermine, soit avec le colorimètre de Salleron, si on dispose d'un vin de comparaison, sinon avec le vinocolorimètre du même constructeur.

1° *Colorimètre de Salleron.* — Cet instrument (fig. 4) se compose d'une caisse en bois allongée, C, présentant la forme d'un tronc de pyramide dont la grande base est une ouverture où l'on peut appliquer la tête sans être gêné par la lumière ambiante. La partie anté-

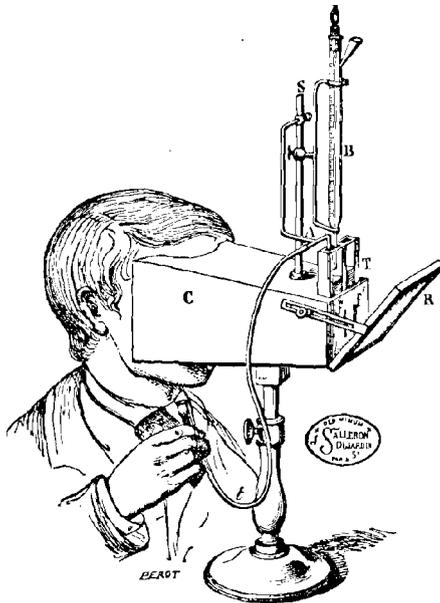


Fig. 4.

rieure de la boîte, c'est-à-dire celle qui correspond à la petite base, est fermée par un double diaphragme métallique. Les deux lames noircies qui constituent ce diaphragme sont percées chacune de deux fentes verticales $f f'$ absolument semblables. C'est dans l'intervalle compris entre ces deux plaques que vient se loger l'auge rectangulaire

T, divisée en deux compartiments égaux par une cloison médiane intérieure, et dont la destination est de recevoir le liquide. Un miroir opalin R, dont on peut faire varier l'inclinaison à volonté, réfléchit la lumière. Cette lumière franchit la fente de la plaque extérieure, traverse la couche liquide et ressort à l'intérieur de la boîte par la fente correspondante de la seconde plaque.

Si l'on désire, avec cet instrument, déterminer les intensités relatives de coloration de deux vins, on place dans le compartiment de droite un certain volume du vin le plus coloré ; le compartiment de gauche reçoit, lui, un volume égal du vin qui l'est le moins. Une disposition permet d'arriver rapidement à l'identité de teinte. Elle consiste en un tube gradué B, rempli d'eau, fixé au-dessus de l'auge sur un support S porté par la caisse C.

Le contenu de ce tube est veré goutte à goutte dans le compartiment de droite. Un tube en verre A, dont une extrémité plonge dans le liquide et dans lequel on fait arriver de l'air, sert d'agitateur et opère le mélange du vin en expérience et de l'eau ajoutée. Lorsque, mettant les yeux dans la partie ouverte de la boîte, on aperçoit l'égalité des deux teintes, on lit sur le tube gradué B le nombre de centimètres cubes d'eau employés.

L'intensité colorante relative est en raison directe du volume total produit par l'addition d'eau.

Exemple : Soit un vin type 50^{mm} étendu d'eau à 200^{mm} ; de l'autre côté on a mis 50^{mm} de vin à essayer et on a ajouté de l'eau jusqu'à 150^{mm} ; le rapport du second vin au premier sera de 150 à 200, soit 75 centièmes de l'intensité de la couleur type.

2° *Le vino-colorimètre de Salleron* permet de comparer la teinte du vin à examiner avec une gamme de teintes établies par la manufacture des Gobelins.

La gamme admise pour les vins rouges comprend huit tons qui sont :

Violet rouge . .	{	1 ^{er} violet rouge.
		2 ^e — —
		3 ^e — —
		4 ^e — —
		5 ^e — —
Rouge	{	1 ^{er} rouge.
		2 ^e —
		3 ^e —

L'appareil se compose :

1° D'une bande de carton (fig. 5) sur laquelle sont collés des disques de soie, teints chacun d'une des couleurs précédentes et placés dans l'ordre ci-dessus. A côté de cette série de disques colorés et parallèlement à elle, est collée, sur le même carton, une série de disques en soie blanche.

2° D'une petite lunette (colorimètre) composée d'un godet en cuivre argenté et à fond de verre, dans lequel entre un tube de même métal fermé lui-même par un disque de verre. L'écartement des deux verres est variable au moyen d'un pas de vis métrique, ce qui permet de mesurer l'épaisseur de la couche liquide avec une très grande précision. (Le pas de vis est de un millimètre, subdivisé en cent

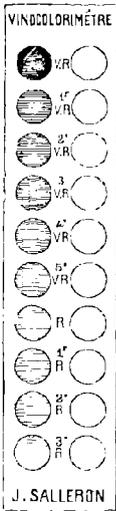


Fig. 5.

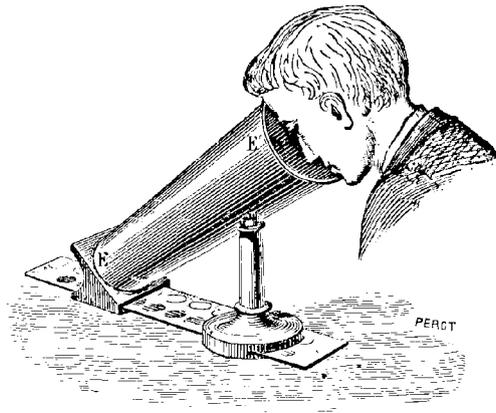


Fig. 6.

parties; l'unité de l'échelle est donc le centième de millimètre.)

Ce colorimètre est fixé sur un petit support incliné à 45°

3° D'une seconde lunette semblable à la première (mais dont les deux disques de verre sont fixés), et placée sur le même support, à côté de la première, à une distance à peu près égale à celle de l'écartement des deux yeux.

Pour faire un essai, on dévisse le couvercle du Colorimètre et l'on verse dans la capsule une petite quantité de vin à expérimenter (un trait gravé dans l'intérieur de la capsule indique la hauteur à laquelle le vin doit s'élever pour qu'on puisse l'incliner sans qu'il déborde); on ferme le Colorimètre en vissant le couvercle jusqu'au fond, c'est-à-dire jusqu'à ce que les deux verres soient en contact; à ce moment, le trait zéro de la division gravée autour du cercle se trouve en face du trait zéro de l'échelle tracée sur le corps de l'instrument, on fixe celui-ci sur son support en bois noir, en ayant soin de repérer la goupille qui

assure au Colorimètre une position invariable. Cette opération doit être faite sans trop incliner l'instrument, afin que le vin qu'il contient ne puisse se répandre (1).

On introduit la gamme colorée sous le support et on la fait glisser usqu'à ce qu'un disque rouge et un blanc apparaissent dans les deux lunettes. Il va sans dire qu'on obtient ce résultat en dirigeant son regard parallèlement à l'axe de ces dernières. Le disque gauche apparaît donc rouge, tandis que celui de droite est blanc. En dévissant légèrement le couvercle du Colorimètre, on voit le disque blanc se colorer en rose : c'est une couche de vin qui s'interpose entre les deux verres. En dévissant encore, le rose s'accroît et tourne au rouge violacé. Après une révolution suffisante, les tons rouges des deux disques acquièrent une intensité égale. Mais il arrive, le plus souvent, que les deux couleurs ne sont pas tout à fait pareilles, l'une est plus rouge ou plus violacée que l'autre : on fait alors glisser la gamme sous le Colorimètre, afin de substituer un disque rouge à un autre, jusqu'à ce que l'identité de nuance soit exactement obtenue. On corrige, s'il est besoin, l'intensité trouvée tout d'abord, en vissant ou dévissant le couvercle jusqu'à ce que les deux disques colorés soit absolument identiques. Il est à remarquer que les comparaisons sont beaucoup plus faciles si l'on enveloppe le Colorimètre d'un écran qui le protège contre la lumière extérieure : il sera donc bon d'intercaler entre les yeux et le Colorimètre l'écran conique EE' (fig. 6) qui garantit la vue de toute influence étrangère. Il faut ici faire remarquer que des yeux déjà exercés à l'examen des couleurs apprécient beaucoup plus facilement les moindres différences qui peuvent exister entre les disques colorés. Il faudra donc, lors des premières expériences, recommencer chaque essai plusieurs fois et prendre la moyenne des résultats obtenus.

Admettons donc que les deux disques sont parfaitement identiques ; on note le numéro du disque coloré de la gamme qui a servi de comparaison, soit : le 5^e *violet rouge* ; il faut ensuite lire sur le Colorimètre l'indication de son échelle. On compte d'abord sur la graduation de la capsule le nombre de traits qui se trouvent découverts ; supposons qu'il y en ait 2 : on écrit 200, puis on cherche quelle est la division du couvercle qui se trouve en face du trait gravé sur la capsule. Supposons que ce soit le 50^e : on ajoute 50 à 200 et on dit que l'intensité colorante du vin est représentée par le chiffre 250. On abrège ces désignations en dénommant ce vin : COULEUR, 5^e *violet rouge* ; INTENSITÉ, 250.

Mais quelle valeur peut avoir ce chiffre, quel parti peut-on en tirer, quelles seront les conséquences à en déduire ?

N'oublions pas que le nombre 250 représente l'épaisseur de la couche sous laquelle la coloration du vin essayé est aussi intense que celle des

(1) On a fréquemment construit le VINO-Colorimètre avec les deux lunettes divisées, placées à côté l'une de l'autre, afin de permettre de comparer l'intensité colorante de deux vins différents. Dans ce cas, on ne se sert pas de la gamme des couleurs, on a ajouté à l'intérieur du pupitre une plaque d'opale blanche sur laquelle la couleur des vins examinés se reflète très nettement. Ce dispositif est, en outre, destiné à mesurer l'intensité colorante des vins jaunes en interposant dans la lunette de droite des disques de verre jaune.

nuances types. Or, plus ce chiffre est élevé, plus la couche de vin est épaisse, et, par conséquent, moins le vin est coloré ; c'est-à-dire que les intensités sont en raison inverse des épaisseurs. Si donc on essaye un autre vin qui donne 125, on en conclura que ce dernier, ayant la même intensité que le précédent sous une épaisseur moitié moindre, est nécessairement deux fois plus coloré.

En général, pour obtenir le rapport qui existe entre la coloration de deux vins, il faut diviser leurs épaisseurs l'une par l'autre.

Exemple :

Un vin n° 1 possède l'intensité 90.

Un vin n° 2 possède l'intensité 270.

En divisant 270 par 90, le quotient 3 fait savoir que le vin n° 1 est 3 fois plus coloré que le vin n° 2 ; et en divisant, au contraire, 90 par 270, le quotient 0,33 indique que le n° 2 n'est que les 33 centièmes ou le tiers du n° 1.

Les nombres fournis par le Colorimètre peuvent conduire, par de simples opérations arithmétiques, à la solution de nombreux problèmes fort intéressants pour le chimiste-œnologue. Voici quelques exemples :

1^{er} *Problème*. — Etant donné du vin 80, on le coupe avec du vin blanc pour obtenir du vin 120. Quelle est la proportion de chacun d'eux nécessaire pour effectuer le coupage ?

On divise 120 par 80, le quotient 1,5 fait savoir que l'intensité du vin donné est 1 fois et 5 dixièmes celle du vin qu'on désire obtenir. Il faut donc prendre une partie du vin 80 et y ajouter 0,5 partie de vin blanc, en supposant que la coloration de ce dernier soit négligeable.

2^e *Problème*. — On possède du vin 160 et du vin 80 ; on demande dans quelle proportion il faut les mélanger pour obtenir du vin 130 ?

La solution arithmétique de ce problème est fort simple, mais son exposé détaillé serait long et inutile : aussi, voici une solution presque mécanique qui simplifiera beaucoup les explications.

On écrit l'un au-dessus de l'autre les nombres 160 et 80, représentant les vins donnés, et à leur gauche 130, intensité du vin cherché. On fait la différence des premiers nombres 160 et 80 au troisième 130, et l'on écrit les restes 30 et 50 à droite, en regard des intensités correspondantes, ce qui donne le tableau suivant :

$$130 \left\{ \begin{array}{l} 160 \\ 80 \end{array} \right. \begin{array}{l} \times 30 = 160 - 130 \\ \times 50 = 130 - 80 \end{array}$$

On prendra 50 parties du vin 160 et 30 parties du vin 80. En effet, ce dernier donnera un excès d'intensité égal à $(130 - 80) \times 30 = 1,500$, et le vin 160 donnera une perte égale à $(160 - 130) \times 50 = 1,500$ qui établira la compensation.

3^e *Problème*. — Etant donnés les mêmes vins, on demande combien de litres il faudra prendre de chacun d'eux pour obtenir une pièce de 225 litres, l'intensité du mélange devant toujours être 130 ?

On vient de voir (2^e problème) que cette intensité sera obtenue en mélangeant 30 litres de vin 80 avec 50 litres de vin 160 ; on aura donc 80 litres de vin 130. Pour obtenir 225 litres, il faudra répéter cette opération autant de fois que 80 est contenu dans 225, c'est-à-dire 225 divisés par 80 = 2,812.

Il faut, dès lors, prendre :

$$\begin{array}{r} 30 \times 2,812 \text{ du vin } 80, \text{ soit } 84 \text{ lit. } 4 \\ 50 \times 2,813 \text{ — } 160, \text{ — } 140 \text{ } 6 \\ \hline \text{Total..... } 225 \text{ lit. } 0 \end{array}$$

On peut établir, pour la solution de toutes les questions semblables, la règle générale suivante :

Pour trouver le nombre de litres d'un vin qui doit être coupé avec un autre vin pour former un volume total donné, à un litre aussi donné, il faut multiplier ce volume total par la différence du second vin au vin cherché, et diviser le produit par la différence des deux vins donnés.

Après avoir obtenu, de cette manière, le volume du premier vin que l'on doit employer, on trouvera le volume du second en retranchant du volume total le résultat fourni par le calcul.

Exemple: on donne du vin 150 et du vin 90; quelles quantités faut-il prendre de chacun pour obtenir 225 litres de vin 110?

Pour le vin 90,

$$225 \times \frac{150 - 110}{150 - 90} = 225 \times \frac{40}{60} = 150 \text{ litres;}$$

et, pour le vin 150, il faudra, par conséquent,

$$225 - 150 = 75 \text{ litres.}$$

4^e Problème. — Etant donnés 150 litres de vin 80, 100 litres de vin 70, 120 litres de vin 110, 65 litres de vin 150, on demande ce qu'il faut ajouter de vin blanc pour obtenir du vin 120?

On commencera par faire un coupage des divers vins donnés dans les proportions indiquées, et l'on cherchera, au moyen du *Vino-Colorimètre*, le titre de ce coupage. On sera ainsi ramené au premier problème.

On prendra, par exemple, 15 centilitres de vin 80

$$\begin{array}{r} 10 \quad \text{—} \quad 70 \\ 12 \quad \text{—} \quad 110 \\ 6,5 \quad \text{—} \quad 150 \\ \hline \end{array}$$

Total..... 43,5 pour 435 litres.

On mélangera, et l'essai au *Colorimètre* fournira le titre correspondant. Supposons que l'on trouve 95; il faudra chercher combien de litres de vin blanc devront être ajoutés aux 435 litres de vin 95 pour obtenir du vin 120.

En appliquant la méthode du premier problème, on trouve que le rapport du vin cherché au vin donné est 120 divisé par 95 = 1,263. On prendra donc 1 litre de vin 95 et l'on y ajoutera 0 lit. 263 de vin blanc, et, par suite, à 435 litres du vin 95, il faudra ajouter $435 \times 0,263 = 114 \text{ lit. } 4$ de vin blanc.

Si, au lieu d'ajouter du vin blanc, on employait du vin rouge faible en couleur, 180 par exemple, et si l'on cherchait combien il faut en ajouter à 435 litres de vin 95 pour produire du vin 120, ce serait la question résolue dans les 2^e et 3^e problèmes.

3° *Epreuve de dégustation.* — Cette épreuve est des plus difficiles, elle exige une grande habitude et il sera nécessaire de recourir aux connaissances d'un expert dégustateur lorsque faire se pourra.

4° *Examen polarimétrique.* — Décolorer le vin au sous acétate de plomb suivant les proportions suivantes :

Vin	45 ^{cc}	40 ^{cc}	30 ^{cc}	25 ^{cc}
Sous acétate de plomb	5 ^{cc}	10 ^{cc}	20 ^{cc}	25 ^{cc} .

La proportion $\frac{40}{10}$ est très convenable pour les vins rouges ordinaires.

On obtient dans tous le cas 50^{cc} de liquide ; agiter, filtrer, examiner au polarimètre, avec le tube de deux décimètres ; faire la lecture en degrés saccharimétriques et ajouter au degré lu le 1/10, le 1/5, le 2/5 ou le 1/2 suivant la dilution employée. (Voir Saccharimétrie.)

Les vins normaux bien fermentés sont à peu près sans action sur la lumière polarisée.

Les vins de raisins secs et les vins naturels sucrés, mal préparés et ceux chez lesquels la fermentation a été arrêtée sont levogyres.

Les vins qui dévient à droite de plus 0°5 en degrés saccharimétriques et qui contiennent du sucre réducteur doivent être tenus pour suspects.

Si le chiffre des substances réductrices trouvé à l'analyse (voir dosage des matières réductrices), divisé par 2.25 donne un nombre inférieur à la déviation dextrogyre lue, c'est que le vin renferme du saccharose ou de la dextrine. Il n'est pas naturel.

2° Analyse chimique.

L'analyse chimique ordinaire comprend :

Dosage de l'alcool ;

- *de l'extrait sec ;*
- *des cendres ;*
- *de l'acidité totale ;*
- *de la crème de tartre ;*
- *des matières réductrices ;*
- *du sulfate de potasse ;*
- *de la glycérine.*

Détermination du mutage.

Pour une analyse complète on fera en plus les déterminations suivantes :

Analyse des cendres (dosage des chlorures et de leur alcalinité).

Dosage de l'acidité volatile;

- du saccharose;
- des principes astringents;
- de l'acide succinique.

DOSAGE DE L'ALCOOL.

Le degré alcoolique d'un vin est le nombre de centimètres cubes d'alcool absolu que renferment 100^{cc} de ce vin.

En France, le Comité des Arts et Manufactures conseille les ébullioscopes pour les essais sommaires et dans les cas litigieux il ordonne l'emploi de l'alcoomètre légal sur le liquide obtenu, en distillant au moins 300^{cc} de vin neutralisé préalablement.

Le seul procédé exact de dosage de l'alcool d'un vin consiste à distiller 300^{cc} de vin pour en retirer 200^{cc} de distillatum puis à déterminer, au moyen de l'alcoomètre ou du picnomètre (voir alcoométrie), la proportion d'alcool absolu contenu dans le liquide séparé du vin par distillation (1), après avoir ramené le volume du liquide distillé à 300^{cc}, par addition d'eau distillée.

L'alambic Salleron est l'appareil le plus généralement employé pour ce dosage. (Voir alcoométrie.)

Contrôle de dosage de l'alcool par la différence qui existe entre la densité du vin et la densité de ce même vin privé de son alcool. — Si on représente par x la densité du vin, par D celle de l'alcool qu'il contient, par d celle du vin privé de son alcool, et enfin par 1,000 la densité de l'eau distillée, on obtient l'équation :

$$D + (d - 1,000) = x.$$

Connaissant d et x , il est donc facile de calculer la densité de l'alcool contenu, c'est-à-dire D , et, par suite, le degré alcoolique, il suffit d'appliquer l'équation :

$$D = 1,000 - (d - x).$$

(1) En employant ce volume de vin, si le vin n'a pas été neutralisé avant la distillation, déterminer l'acidité de 20 cc. de liquide distillé avec la soude $\frac{N}{10}$. Si la neutralisation du liquide exige plus de 3 cc. de la solution alcaline on doit doser l'acidité volatile du vin (voir page 144).

On connaît déjà la densité x du vin ; pour déterminer d on laisse refroidir à + 15° le résidu de la distillation, que l'on complète ensuite exactement au volume primitif du vin avec de l'eau distillée à + 15°. On n'a plus qu'à en prendre la densité en faisant, s'il y a lieu, la correction de température. (Voir densité.)

La Table XI donne de suite le degré alcoolique à + 15° résultant de la différence entre d et x :

Table XI.

DIFFÉRENCE ENTRE LES 2 DENSITÉS	ALCOOL P. 100 EN VOL.	DIFFÉRENCE ENTRE LES 2 DENSITÉS	ALCOOL P. 100 EN VOL.	DIFFÉRENCE ENTRE LES 2 DENSITÉS	ALCOOL P. 100 EN VOL.	DIFFÉRENCE ENTRE LES 2 DENSITÉS	ALCOOL P. 100 EN VOL.	DIFFÉRENCE ENTRE LES 2 DENSITÉS	ALCOOL P. 100 EN VOL.
	degrés		degrés		degrés		degrés		degrés
8.4	6.0	40.1	7.3	12.0	8.9	14.0	10.6	16.0	12.4
8.5	6.1	40.2	7.4	12.1	8.9	14.1	10.7	16.1	12.5
8.6	6.2	40.3	7.5	12.2	9.0	14.2	10.8	16.2	12.6
8.7	6.3	40.4	7.6	12.3	9.1	14.3	10.8	16.3	12.6
8.8	6.4	40.5	7.7	12.4	9.2	14.4	10.9	16.4	12.7
8.9	6.5	40.6	7.8	12.5	9.3	14.5	11.0	16.5	12.8
9.0	6.6	40.7	7.8	12.6	9.4	14.6	11.1	16.6	12.9
9.1	6.7	40.8	7.9	12.7	9.5	14.7	11.2	16.7	13.0
9.2	6.7	40.9	8.0	12.8	9.6	14.8	11.3	16.8	13.1
9.3	6.8	41.0	8.1	12.9	9.7	14.9	11.4	16.9	13.2
9.4	6.9	41.1	8.2	13.0	9.8	15.0	11.5	17.0	13.3
9.5	6.9	41.2	8.2	13.1	9.8	15.1	11.5	17.1	13.4
9.6	7.0	41.3	8.3	13.2	9.9	15.2	11.6	17.2	13.5
9.7	7.0	41.4	8.4	13.3	10.0	15.3	11.7	17.3	13.6
9.8	7.1	41.5	8.5	13.4	10.1	15.4	11.8	17.4	13.6
9.9	7.2	41.6	8.6	13.5	10.2	15.5	11.9	17.5	13.7
10.0	7.3	41.7	8.6	13.6	10.3	15.6	12.0	17.6	13.8
»	»	41.8	8.7	13.7	10.4	15.7	12.1	17.7	13.9
»	»	41.9	8.8	13.8	10.4	15.8	12.2	17.8	14.0
»	»	»	»	13.9	10.5	15.9	12.3	17.9	14.1

DOSAGE DE L'EXTRAIT SEC.

On nomme extrait sec, les matières solides en dissolution dans l'eau et l'alcool du vin, et qui restent, après évaporation des dissolvants.

1° *Méthode Œnobarométrique.* — Houdart a trouvé que le poids x de l'extrait sec d'un vin non sucré, était égal au nombre constant 2062 multiplié par la différence entre la densité à + 15° D de ce vin et la densité D' d'un mélange d'eau et d'alcool de même titre et à la même température.

$$x = 2062 \times (D - D').$$

Il faut donc, pour connaître x , déterminer D et D'. Or, la densité à + 15° d'un mélange d'eau et d'alcool de même titre que le vin, est donnée par les tables de Gay-Lussac, à condition qu'on connaisse ce titre alcoolique.

La densité du vin est fournie par l'œnobaromètre de Houdart (fig. 7), densimètre dont la graduation spéciale a été donnée page 124.

Voici comment on détermine l'extrait d'un vin avec ce densimètre :

1° On verse dans une éprouvette en verre un volume de vin suffisant pour que l'œnobaromètre puisse y flotter sans toucher le fond; l'éprouvette doit être assez large pour que l'aréomètre ne puisse frotter le long de ses parois.

Quand l'instrument s'est mis en équilibre dans le liquide, on lit ses indications; mais la coloration du vin empêchant, le plus souvent, de lire les divisions à travers le liquide, il est nécessaire de faire les lectures *au sommet du ménisque, c'est-à-dire au point le plus haut auquel le liquide s'élève le long de la tige de l'instrument*. L'œnobaromètre est d'ailleurs gradué en conséquence (il faudrait tenir compte de ce mode de graduation particulier, si l'on comparait cet aréomètre à un densimètre construit) pour être lu à la surface libre du liquide.



Fig. 7

Il est nécessaire que la tige de l'œnobaromètre soit maintenue dans un très grand état de propreté; une bonne précaution consiste à mouiller la tige, au préalable, avec le liquide à essayer et à l'essuyer ensuite à l'aide d'un linge fin et bien propre.

On doit toujours faire plusieurs lectures et prendre la moyenne des nombres trouvés.

L'opération est facile, mais elle demande à être exécutée avec beaucoup de soin; le volume de l'instrument est très considérable par rapport à celui de la tige; malgré cela, les divisions tracées sur celle-ci sont très rapprochées et la moindre négligence peut amener des écarts dans les lectures.

2° Après avoir noté l'indication de l'œnobaromètre, on plonge dans le vin un thermomètre dont on note également l'indication quand le mercure est devenu stationnaire.

3° On détermine la richesse alcoolique du vin par la distillation ou par l'ébullition.

4° On corrige l'indication de l'œnobaromètre, prise à une température quelconque, de manière à la ramener à la température de 15° qui a servi de base à tous les calculs. Cette correction s'exécute au moyen des Tables XII et XIII de la manière suivante, ou au moyen d'une réglette spéciale :

1^o Usage de la Table. — On cherche dans la première ligne verticale le degré lu sur le thermomètre et dans la première colonne horizontale le titre alcoolique. En suivant la ligne horizontale afférente au degré thermométrique et la colonne verticale correspondant à la richesse alcoolique on trouve, à leur intersection, la correction qu'il faut *ajouter* au nombre fourni par l'œnobaromètre ou *en retrancher*. Ce chiffre ainsi corrigé est celui qu'aurait indiqué l'instrument si la température avait été de 15°. On remarquera que les corrections de la Table I doivent être *retranchées*, tandis que celles de la Table II doivent être *ajoutées*.

Exemple : La lecture de l'œnobaromètre donne 7, et celle du thermomètre 18; la richesse alcoolique du vin est 14. On trouve dans la Table II la correction 0,5. Par conséquent la densité œnobarométrique à 15° sera $7 + 0,5 = 7,5$.

Passant alors à la Table XIV, on cherche dans la première ligne horizontale la richesse alcoolique et dans la première colonne verticale la densité œnobarométrique *corrigée* à + 15°; puis on descend la colonne verticale en tête de laquelle se trouve le titre alcoolique, et l'on suit la ligne horizontale qui commence par la densité œnobarométrique à 15°; au croisement de ces lignes, on trouve le poids de l'extrait sec du vin.

Exemple. — La densité œnobarométrique à 15° est 7,5 et la richesse alcoolique 14. La table indique que le poids de l'extrait est 25^{gr}1 par litre de vin.

Voici trois exemples pouvant servir de types aux calculs à exécuter lorsque les indications fournies par l'œnobaromètre et l'alcoomètre ne sont pas inscrites à la table.

1^o Indication de l'œnobaromètre 5°7 (non compris sur la table).

Richesse alcoolique 10°5 (compris sur la table).

Prendre 5°5 œnobarométrique et 10°5 richesse alcoolique, ce qui donne : *Poids d'extrait* 12^{gr}9.

Prendre 5° œnobarométrique et 10°5 richesse alcoolique, ce qui donne *Poids d'extrait* 13^{gr}9.

La différence entre 5,5 et 6° est 0,5.

La différence entre 5,5 et 5,7 est 0,2.

On écrira alors :

$$\text{Extrait sec cherché} = 12,9 + (13,9 - 12,9) \times \frac{2}{5} = 13,3$$

2^o Indication de l'œnobaromètre 7° (compris sur la table).

Richesse alcoolique 8°8 (Non compris sur la table).

On écrira de même :

Extrait sec correspondant à une indication de 7° œnobarométrique et à une richesse alcoolique de 8,5, 11^{gr}20.

Extrait sec correspondant à une indication de 7° œnobarométrique, et à une richesse alcoolique de 9°, 12^{gr}50. (Voir la suite page 140.)

Méthode de l'œnaromètre Houdart pour le dosage de l'extrait sec des Vins.

TABLE XII indiquant l'augmentation de densité (en grammes) causée par la diminution de la température au dessous de 15°. Ces quantités doivent être retranchées des chiffres fournis par l'œnaromètre E. Houdart.

		FORCE ALCOOLIQUE DES LIQUIDES.														
		5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	
Température.	5°	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	
	6°	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	
	7°	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,1	1,2	1,1	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,8
	8°	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,1	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5
	9°	0,7	0,8	0,7	0,9	0,9	1,1	1,2	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4
	10°	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1
	11°	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
	12°	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	13°	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
	14°	0,1	0,1	0,1	0,1	0, 1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

TABLE XIII indiquant la diminution de densité (en grammes) causée par l'élevation de la température au-dessus de 15°.
Ces quantités doivent être ajoutées aux chiffres fournis par l'œnobromètre E. Houdart.

FORCE ALCOOLIQUE DES LIQUIDES.														
Température.														
	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°
16°	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
17°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
18°	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6
19°	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9
20°	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1,1	1,2	1,2
21°	0,9	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,4
22°	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,6
23°	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,9	2	1,9
24°	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,8	1,9	2,1	2,2	2,1
25°	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2	2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,4	2,5	2,3

TABLE XIV donnant le

	RICHESSÉ															
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
1,0																
1,5																
1,0																
2,5																
3,0																
3,5																
4,0																3,9
4,5														3,4	4,7	5,0
5,0													3,2	4,4	5,7	7,0
5,5													4,2	5,5	6,7	8,1
6,0													5,3	6,5	7,7	9,1
6,5											3,6	5,0	6,3	7,5	8,8	10,1
7,0											4,7	6,0	7,3	8,6	9,8	11,2
7,5									3,0	4,36	5,7	7,04	8,37	9,6	10,8	12,2
8,0									4,1	5,4	6,7	8,07	9,4	10,6	11,9	13,2
8,5								3,7	5,1	6,4	7,76	9,10	10,4	11,7	12,9	14,2
9,0							3,4	4,8	6,1	7,4	8,8	10,1	11,5	12,7	13,9	15,3
9,5						3,0	4,5	5,8	7,1	8,5	9,8	11,2	12,5	13,7	15,0	16,3
10,0						4,0	5,5	6,8	8,2	9,5	10,9	12,2	13,6	14,8	16,0	17,4
10,5					3,6	5,1	6,5	7,9	9,2	10,6	11,9	13,3	14,6	15,8	17,0	18,4
11,0				3,2	4,7	6,1	7,5	8,9	10,3	11,6	12,9	14,3	15,6	16,8	18,1	19,4
11,5				4,3	5,7	7,1	8,6	9,9	11,3	12,6	14,0	15,3	16,7	17,9	19,1	20,5
12,0			3,8	5,3	6,7	8,2	9,6	10,9	12,3	13,7	15,0	16,3	17,7	18,9	20,1	21,5
12,5		3,3	4,8	6,3	7,7	9,2	10,6	12,0	13,3	14,7	16,0	17,4	18,7	20,0	21,2	22,5
13,0		4,3	5,9	7,3	8,8	10,2	11,7	13,0	14,4	15,8	17,1	18,4	19,7	21,0	22,2	23,5
13,5	3,8	5,4	6,9	8,4	9,8	11,3	12,7	14,1	15,4	16,8	18,1	19,4	20,8	22,0	23,2	24,6
14,0	4,9	6,4	8,0	9,4	10,8	12,3	13,7	15,1	16,4	17,8	19,1	20,4	21,8	23,0	24,3	25,6
14,5	5,9	7,4	9,0	10,4	11,9	13,3	14,8	16,1	17,5	18,8	20,1	21,5	22,8	24,1	25,3	26,7
15,0	6,9	8,5	10,0	11,5	12,9	14,3	15,8	17,1	18,5	19,6	21,2	22,5	23,8	25,1	26,3	27,6
15,5	8,0	9,5	11,0	12,5	13,9	15,4	16,8	18,2	19,5	20,9	22,2	23,6	24,9	26,1	27,3	28,7
16,0	9,0	10,5	12,1	13,5	15,0	16,4	17,9	19,2	20,6	22,0	23,2	24,6	25,9	27,1	28,3	29,7
16,5	10,0	11,6	13,1	14,6	16,0	17,4	18,9	20,2	21,6	23,0	24,3	25,7	26,9	28,1	29,4	30,7
17,0	11,1	12,6	14,1	15,6	17,1	18,5	20,0	21,3	22,6	23,9	25,3	26,6	27,9	29,2	30,4	31,7
17,5	12,1	13,6	15,2	16,6	18,1	19,5	21,0	22,3	23,6	24,9	26,3	27,6	29,0	30,2	31,4	32,8
18,0	13,1	14,7	16,2	17,7	19,1	20,5	22,0	23,4	24,6	26,0	27,3	28,6	30,0	31,2	32,5	33,8

INDICATION DE L'ENOBAROMÈTRE E. HOUDART

poids de l'extrait sec des vins.

ALCOOLIQUE

9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18
			3,6	4,87	6,0	7,1	8,2	9,3	10,5	11,7	12,7	13,7	14,8	15,8	16,8	17,9	18,9	19,9
		3,4	4,6	5,9	7,0	8,16	9,3	10,5	11,6	12,7	13,8	14,8	15,8	16,8	17,8	18,9	19,9	21,0
	3,3	4,46	5,7	6,9	8,06	9,2	10,3	11,5	12,6	13,8	14,8	15,8	16,8	17,8	18,9	19,9	21,0	22,0
3,2	4,3	5,5	6,7	7,9	9,1	10,2	11,36	12,5	13,6	14,8	15,8	16,8	17,9	18,9	19,9	21,0	22,0	23,0
4,25	5,4	6,5	7,7	9,0	10,1	11,3	12,4	13,5	14,7	15,8	16,8	17,9	18,9	19,9	21,0	22,0	23,0	24,0
5,3	6,4	7,5	8,7	10,0	11,1	12,3	13,4	14,6	15,7	16,8	17,9	18,9	19,9	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
6,3	7,4	8,6	9,8	11,0	12,2	13,3	14,5	15,6	16,7	17,9	18,9	19,9	21,0	21,97	23,0	24,04	25,07	26,1
7,3	8,5	9,6	10,8	12,1	13,2	14,4	15,5	16,6	17,8	18,9	19,9	21,0	22,0	23,0	24,0	25,07	26,1	27,1
8,37	9,5	10,6	11,8	13,1	14,2	15,4	16,5	17,6	18,8	19,9	21,0	22,0	23,0	24,0	25,1	26,1	27,1	28,16
9,4	10,5	11,7	12,9	14,2	15,3	16,4	17,6	18,7	19,8	21,0	22,0	23,0	24,0	25,1	26,1	27,1	28,1	29,2
10,4	11,6	12,7	13,9	15,2	16,3	17,4	18,6	19,7	20,8	22,0	23,0	24,0	25,1	26,1	27,1	28,1	29,2	30,2
11,5	12,6	13,7	15,0	16,2	17,3	18,5	19,6	20,7	21,9	23,0	24,1	25,1	26,1	27,1	28,1	29,2	30,2	31,2
12,5	13,6	14,8	16,0	17,3	18,4	19,5	20,6	21,8	22,9	24,0	25,1	26,1	27,1	28,1	29,2	30,2	31,2	32,3
13,5	14,7	15,8	17,0	18,3	19,4	20,5	21,6	22,8	23,9	25,1	26,1	27,1	28,2	29,1	30,2	31,2	32,3	33,3
14,6	15,7	16,8	18,1	19,3	20,4	21,6	22,7	23,8	25,0	26,1	27,1	28,2	29,2	30,2	31,25	32,3	33,3	34,3
15,6	16,7	17,8	19,1	20,3	21,4	22,6	23,7	24,8	26,0	27,1	28,1	29,2	30,2	31,2	32,3	33,3	34,3	35,4
16,6	17,7	18,9	20,1	21,4	22,5	23,6	24,8	25,9	27,0	28,2	29,2	30,2	31,2	32,3	33,3	34,3	35,4	36,4
17,6	18,8	19,9	21,2	22,4	23,5	24,6	25,8	26,9	28,1	29,2	30,2	31,2	32,3	33,3	34,3	35,4	36,4	36,5
18,7	19,8	21,0	22,2	23,4	24,6	25,7	26,8	28,0	29,1	30,2	31,3	32,3	33,3	34,3	35,4	36,4	37,4	38,5
19,7	20,8	22,0	23,2	24,4	25,6	26,7	27,8	29,0	30,1	31,2	32,3	33,3	34,3	35,4	36,4	37,4	38,5	39,5
20,7	21,9	23,0	24,3	25,5	26,6	27,7	28,9	30,0	31,2	32,3	33,3	34,3	35,4	36,4	37,4	38,4	39,5	40,7
21,8	22,9	24,1	25,3	26,5	27,7	28,8	29,9	31,1	32,2	33,4	34,4	35,4	36,5	37,4	38,5	39,5	40,5	41,5
22,8	24,0	25,1	26,3	27,6	28,7	29,8	31,0	32,1	33,2	34,4	35,4	36,4	37,5	38,4	39,5	40,5	41,5	42,4
23,9	25,0	26,2	27,4	28,6	29,8	30,9	32,0	33,2	34,3	35,4	36,5	37,5	38,6	39,5	40,5	41,5	42,6	43,6
24,9	26,0	27,2	28,4	29,6	30,8	31,9	33,0	34,2	35,3	36,4	37,5	38,5	39,5	40,5	41,56	42,6	43,6	44,6
25,9	27,1	28,2	29,4	30,7	31,9	33,0	34,1	35,2	36,4	37,5	38,5	39,6	40,6	41,5	42,6	43,6	44,6	45,7
27,0	28,1	29,2	30,5	31,7	32,8	33,9	35,1	36,2	37,4	38,5	39,5	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,7	46,7
29,0	29,8	30,2	31,5	32,7	33,9	35,0	36,2	37,3	38,4	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,7	46,7	47,7
29,0	30,1	31,3	32,5	33,8	34,9	36,0	37,1	38,3	39,4	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,7	46,7	47,7	48,7
30,0	31,2	32,3	33,5	34,8	35,9	37,1	38,2	39,3	40,5	41,6	42,6	43,7	44,7	45,7	46,7	47,7	48,7	49,8
31,0	32,2	33,3	34,5	35,8	36,9	37,8	39,2	40,3	41,4	42,6	43,6	44,6	45,7	46,7	47,7	48,7	49,8	
32,1	33,2	34,3	35,6	36,8	37,9	39,1	40,2	41,3	42,5	43,6	44,6	45,7	46,7	47,7	48,7	49,8		
33,1	34,2	35,3	36,6	37,8	39,0	40,1	41,2	42,4	43,5	44,6	45,7	46,7	47,7	48,7	49,8			
34,1	35,2	36,4	37,6	38,9	40,0	41,1	42,3	43,4	44,5	45,7	46,7	47,7	48,7	49,8				
35,1	36,3	37,4	38,7	39,9	41,0	42,2	43,3	44,4	45,6	46,7	47,7	48,8	49,8					

$$\text{Extrait sec cherché} = 11,2 + (12,5 - 11,2) \times \frac{3}{5} = 11,98$$

Car : Différence entre 8,5 et 8,8 = 0,3.

Différence entre 8,5 et 9 = 0,5.

3° Indication de l'œnobaromètre 7°3 (non compris sur la table).

Richesse alcoolique 8°2 (non compris sur la table).

On a :

Extrait sec de 7° (œnob.) et de 8° (alcool)... 9,8

Extrait sec de 6°5 (œnob.) et de 8° (alcool).. 10,8

Différence entre 7° et 7°5 = 0,5.

Différence entre 7° et 7°3 = 0,3.

Extrait sec de 6°5 (œnob.) et de 8°5 (alcool).. 10°1

Extrait sec de 6°5 (œnob.) et de 8° (alcool).. 8°8

Différence entre 8° et 8°5 = 0,5.

Différence entre 8° et 8°2 = 0,2.

$$\text{Extrait cherché} = 9,8 + (10,8 - 9,8) \times \frac{3}{5} + (10,1 - 8,8) \times \frac{2}{5} = 13^{\circ}32$$

2° Usage de la réglette. — Tous les nombres qui composent les tables à l'usage de l'œnobaromètre, étant les résultats de calculs proportionnels, ont pu être transformés en échelles tracées sur une règle à coulisse. Cette règle, dont la manipulation est très simple, est d'un usage plus commode que les Tables III ci-contre, parce qu'elle permet de lire toutes les fractions de degrés et de grammes sans recourir à aucune interpolation. Il n'est cependant pas possible de calculer, au moyen de la même règle, la correction afférente à la température du vin au moment où il est pesé ; cette correction sera nécessairement effectuée au moyen des Tables I et II imprimées au dos de la règle.

Exemple. — Le poids œnobarométrique est 10,4, la température 12° et la richesse alcoolique 11°3.

La Table I au dos de la règle donne la correction

$$10,4 - 0,6 = 9^{\circ}8 \text{ à la température de } 15^{\circ}.$$

Le second problème à résoudre au moyen de la règle œnobarométrique est le suivant :

La richesse alcoolique est 11°3.

Le poids œnobarométrique corrigé 9,8 à + 15°.

Quel est le poids de l'extrait sec ?

La règle à coulisse porte trois graduations différentes ; la première, celle de droite, nommée œnobaromètre, représente les indications de cet instrument avec ses degrés fractionnés en cinq parties ; la seconde, celle du milieu, alcool, indique les richesses alcooliques subdivisées en cinquièmes de degrés ; enfin la troisième, extrait sec, fait connaître le poids de l'extrait sec du vin exprimé en grammes et cinquièmes de gramme. On amène la flèche tracée sur l'échelle du milieu (alcool) en face du chiffre œnobarométrique 9,8 (9 degrés et 4 cinquièmes), puis on lit sur l'échelle de gauche (extrait sec), le chiffre qui se trouve placé devant 11,3 de la réglette du milieu (alcool) ; on trouve 23,3, ce qui veut dire que le vin contient 23 grammes et 6 décigr. d'extrait sec par litre.

2° Méthode par évaporation. — A 100°, évaporer au bain-marie d'eau bouillante 20° de vin placés dans une capsule de platine tarée, à fond plat de diamètre tel que la hauteur du liquide ne dépasse pas un centi-

mètre. La capsule sera plongée dans la vapeur, elle émergera seulement de un centimètre de la plaque sur laquelle elle sera supportée. La capsule devra être placée sur le bain préalablement porté à l'ébullition et l'évaporation sera continuée pendant six heures.

3° *Méthode par évaporation dans le vide* (Magnier de la Source. *Ann. de Chimie*, 1896). — Verser dans un vase à extrait taré 5^{cc} de vin, placer le tout sous une cloche et faire le vide en présence d'acide sulfurique concentré, pendant trois jours au bout desquels le résidu est déjà suffisamment sec, remplacer alors le cristalliseur à acide sulfurique par une soucoupe sur laquelle on a étendu un peu d'acide phosphorique; après deux jours, peser.

L'extrait dans le vide est en général de 1/5 plus élevé que l'extrait œnobarométrique (1).

On transforme le poids d'extrait œnobarométrique en poids d'extrait dans le vide en multipliant le poids de l'extrait œnobarométrique par 1.204.

Inversement on obtient le poids d'extrait œnobarométrique connaissant le poids d'extrait dans le vide, en multipliant ce dernier par 0.830.

Exemple : L'œnobaromètre accuse, pour un vin donné, le poids de 20^{gr}; nous savons que ce vin contient 25^{gr} d'extrait sec au bain-marie ou dans l'étuve chauffée à 100° et $25 \times 1.204 = 30^{\text{gr}}1$ indique que ce vin contient 30^{gr}1 d'extrait obtenu dans le vide sec, et si cette dernière méthode avait donné 30^{gr} d'extrait, il suffirait de multiplier 30 par 0.830 pour trouver 24^{gr}9, chiffre correspondant à l'indication de l'œnobaromètre.

DOSAGE DES CENDRES.

Placer la capsule contenant l'extrait sec obtenu par évaporation à 100°, à l'entrée d'un fourneau à moufle légèrement chauffé. Elever progressivement la température jusqu'au rouge sombre et avancer peu à peu la capsule dans le moufle. Continuer l'incinération jusqu'à cendre blanches ou légèrement rougeâtres (fer) ou verdâtres (manganèse), mais ne présentant plus de points noirs. Peser après refroidissement et multiplier l'augmentation de poids par 50.

Un vin normal renferme généralement 2 à 3 grammes de cendres.

ANALYSE DES CENDRES. — α) *Dosage de l'alcalinité totale*. — Un vin non falsifié donne toujours des cendres alcalinés :

Traiter les cendres pesées de 20^{gr} de vin par l'eau bouillante; à la solution obtenue, ajouter quelques gouttes de solution alcoolique de

(1) On obtient encore la teneur E en extrait au moyen de la formule Ackermann.

$$E = (S - S') \times 2.400$$

S = poids spécifique du vin.

S' = poids spécifique du liquide distillé ayant servi au dosage de l'alcool.

phtaléine du phénol, puis un excès de solution normale décime d'acide sulfurique en notant la quantité totale versée, soit N^{cc} . Verser le contenu de la capsule dans un ballon à fond plat, laver la capsule avec de l'eau bouillante, et réunir cette eau de lavage au contenu du ballon; faire bouillir 1/4 d'heure, en remplaçant l'eau qui s'évapore par de l'eau distillée.

Déterminer au moyen de la solution $\frac{N}{10}$ de potasse, l'acide sulfurique non combiné : Soit N^{cc} de solution alcaline employés dans ce deuxième dosage.

$(N - N') \times 0.00691 =$ alcalinité totale en Co^3K^* de 20^{cc} de vin, en multipliant le résultat par 50 on a l'alcalinité totale des cendres en Co^3K^* de 1 litre de vin.

Si au lieu du facteur 0.00691, on emploie le facteur 0.01881 on obtient l'alcalinité en crème de tartre (dont la calcination a produit la majeure partie de Co^3K^* auquel est due l'alcalinité). Exprimée en crème de tartre, cette alcalinité est par litre de vin de 1^{re}50 au minimum, elle est en moyenne de 3 à 4 grammes.

β) *Dosage des chlorures.* — La quantité de chlorures (en NaCl) contenue dans les vins ne doit pas dépasser 1 gramme par litre.

Le procédé *Blarez* est le plus pratique pour ce dosage ; à 50^{cc} de vin placés dans un flacon de 100^{cc} environ, ajouter 5 grammes de noir animal en poudre exempt de chlorures, et 5 grammes de bioxyde de manganèse pulvérisé, agiter et laisser en contact 15 à 20 minutes; ajouter 0^{re}25 CO^3Ca en poudre, agiter le tout et filtrer.

Prélever 20^{cc} du filtrat, y ajouter 150^{cc} d'eau distillée, quelques gouttes d'une solution saturée de chromate jaune de potasse, puis goutte à goutte la solution décime normale d'azotate d'argent jusqu'à virage rouge brique. Soit N^{cc} .

$$1^{\text{re}} \text{ solution } \frac{N}{10} \text{ AgAzO}_3 = 0^{\text{re}}00585 \text{ NaCl.}$$

$$\text{donc } (N \times 0^{\text{re}}00585) \times 50 = \text{NaCl de 1 litre de vin.}$$

DOSAGE DE L'ACIDITÉ.

1^o *Acidité totale.* — Placer dans un vase à saturation 250^{cc} d'eau, 2 à 3 gouttes de phénol phtaléine et ajouter goutte à goutte la solution de soude déci-normale, jusqu'à teinte rose persistant par agitation (inutile de noter le nombre de centi-cubes employés), verser alors dans le vase 25^{cc} du vin (bien agité préalablement pour chasser CO^2), puis goutte à goutte la solution déci-normale de soude ou de potasse; le liquide d'abord rouge, devient carmin, puis violet noir, noir, enfin prend une teinte verte; arrêter à ce point et n'ajouter alors la solution alcaline qu'avec grande précaution; on verra alors nettement se manifester la teinte rose du réactif.

Soit N^{cc} employés; en se reportant à la Table XV on aura l'acidité de un litre de vin, exprimée en SO^4H^* .

Table XV.

Centimètres cubes de liqueur de potasse décime.		ACIDITÉ EN ACIDE SULFURIQUE SEC 25 c. c. DE PRISE D'ESSAI.									
		Dixièmes de centimètre cube de liqueur décime de potasse.									
		4/10	2/10	3/10	4/10	5/10	6/10	7/10	8/10	9/10	
10.....	1.96	1.98	2.00	2.02	2.04	2.06	2.08	2.10	2.11	2.13	
11.....	2.15	2.17	2.19	2.21	2.23	2.25	2.27	2.29	2.30	2.32	
12.....	2.35	2.37	2.39	2.41	2.43	2.45	2.47	2.49	2.50	2.52	
13.....	2.54	2.56	2.58	2.60	2.62	2.64	2.66	2.68	2.69	2.71	
14.....	2.74	2.76	2.78	2.80	2.82	2.84	2.86	2.88	2.89	2.91	
15.....	2.94	2.96	2.98	3.00	3.02	3.04	3.06	3.08	3.09	3.11	
16.....	3.13	3.15	3.17	3.19	3.21	3.23	3.25	3.27	3.28	3.30	
17.....	3.33	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.45	3.47	3.48	3.50	
18.....	3.52	3.54	3.56	3.58	3.60	3.62	3.63	3.66	3.68	3.70	
19.....	3.72	3.74	3.76	3.78	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	
20.....	3.92	3.94	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04	4.06	4.07	4.09	
21.....	4.11	4.13	4.15	4.17	4.19	4.21	4.23	4.25	4.26	4.28	
22.....	4.30	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46	4.48	
23.....	4.51	4.53	4.55	4.57	4.59	4.61	4.63	4.65	4.66	4.68	
24.....	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82	4.84	4.86	4.88	
25.....	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98	5.00	5.02	5.04	5.05	5.07	
26.....	5.09	5.11	5.13	5.15	5.17	5.19	5.21	5.23	5.25	5.27	
27.....	5.29	5.31	5.33	5.35	5.37	5.39	5.41	5.43	5.45	5.46	
28.....	5.48	5.50	5.52	5.55	5.56	5.58	5.60	5.62	5.64	5.66	
29.....	5.68	5.70	5.72	5.74	5.76	5.78	5.80	5.82	5.84	5.86	
30.....	5.88	5.90	5.92	5.96	5.96	5.98	6.00	6.02	6.04	6.05	
31.....	6.07	6.09	6.11	6.13	6.15	6.17	6.19	6.21	6.23	6.25	
32.....	6.27	6.29	6.31	6.33	6.35	6.37	6.39	6.41	6.43	6.44	
33.....	6.46	6.48	6.50	6.52	6.54	6.56	6.58	6.60	6.62	6.64	

L'acidité en $\text{SO}^4\text{H}^2 \times 1.53 =$ acidité en acide tartrique.

Si le vin contenait de l'acide carbonique en forte proportion, il faudrait en porter rapidement 100° à l'ébullition et pour le dosage prendre 5° de ce liquide refroidi et amené à 100° par addition d'eau distillée.

2° *Acidité volatile* (1). — Dans un ballon de 300° , verser 50° de vin et une pincée de tanin pour empêcher la mousse, faire arriver dans ce vin au moyen d'un tube plongeant jusqu'au fond du ballon, un courant de vapeur d'eau en ayant soin de maintenir le vin en ébullition (faire passer le courant de vapeur d'eau avant de porter le vin à l'ébullition).

Le ballon contenant le vin ayant été mis d'autre part en communication avec un réfrigérant, la distillation se produit ; continuer la distillation jusqu'à ce que le liquide qui distille ne présente plus de réaction acide.

Ajouter au distillat de la phtaléine du phénol et de la solution déci-normale de soude contenue dans une éprouvette graduée jusqu'à virage au rose. Soit N° .

Ajouter alors dans le liquide coloré en rose de l'empois d'amidon, 1° SO^4H^2 et la solution déci-normale d'iode jusqu'à coloration bleue (pour titrer SO^2 s'il existe dans le vin). Soit N'° .

Au liquide coloré en bleu ajouter enfin 200° d'eau, de la phtaléine du phénol (autant que dans le 1° titrage), et la solution décinormale de soude jusqu'à virage au rose. Soit N''° .

On a pour l'acidité volatile x de 1 litre de vin (cette acidité exprimée en acide acétique)

$$x = [N + 0.2 - (N' + N'')] \times 0.8712.$$

Si on exprime l'acidité volatile en SO^4H^2 , elle est généralement le $1/4$ ou le $1/20$ de l'acidité totale, elle est plus forte si le vin est piqué.

DOSAGE DE LA CRÈME DE TARTRE.

Procédé Berthelot et Fleurieu. — Dans un vase conique placer 25° de vin (2), quelques grains de sable lavé et 100° d'un mélange à VE d'alcool absolu et d'éther à 65° , boucher, agiter et abandonner en lieu frais pendant deux ou trois jours ; la crème de tartre se dépose.

(1) Le dosage de l'acidité volatile sera nécessaire lorsque l'essai indiqué précédemment (dosage de l'alcool, page 132, note 1), aura été positif.

(2) Si le vin est plâtré, le débarrasser de la chaux en traitant 100° par une solution d'acétate de soude $1/10^\circ$, puis par une solution d'oxalate d'ammoniaque saturée, en léger excès, filtrer, laver le précipité et opérer le dosage de la crème de tartre sur la liqueur filtrée.

Décanter le liquide sur un petit filtre en évitant d'y entraîner les cristaux formés, laver le résidu du vase avec le mélange éthero-alcoolique précédent, placer le filtre dans le vase contenant la crème de tartre, ajouter 500^{cc} d'eau, porter à l'ébullition et tirer l'alcalinité de la solution avec la solution déci-normale de soude, en présence de la phthaléine du phénol comme indicateur.

La Table XVI donne la quantité de crème de tartre par litre en opérant comme il vient d'être dit (dans ce tableau la quantité de crème de tartre est majorée de 0^{sr}20 par litre, pour compenser la crème de tartre dissoute dans le liquide éthero-alcoolique).

Table XVI.

CRÈME DE TARTRE. — PRISE D'ESSAI DE 25 cc. DE VIN											
DIXIÈMES DE CENTIMÈTRES CUBES											
	0	1/10	2/10	3/10	4/10	5/10	6/10	7/10	8/10	9/10	
Centimètres cubes de KOH $\frac{N}{10}$	0		0.27	0.35	0.42	0.50	0.57	0.65	0.72	0.80	0.87
	1	0.95	1.02	1.10	1.18	1.25	1.33	1.40	1.48	1.55	1.63
	2	1.76	1.78	1.85	1.93	2.01	2.08	2.16	2.23	2.30	2.38
	3	2.46	2.53	2.61	2.68	2.76	2.83	2.91	2.98	3.06	3.13
	4	3.21	3.28	3.36	3.43	3.50	3.57	3.65	3.73	3.81	3.89
	5	3.96	4.03	4.10	4.17	4.25	4.33	4.40	4.48	4.55	4.63
	6	4.70	4.78	4.85	4.93	5.01	5.08	5.16	5.23	5.30	5.38
	7	5.46	5.55	5.61	5.68	5.76	5.86	5.91	5.98	6.06	6.13
	8	6.21	6.28	6.36	6.43	6.50	6.57	6.61	6.73	6.81	6.89
	9	6.96	7.03	7.10	7.17	7.25	7.33	7.40	7.48	7.55	7.63

La proportion de crème de tartre varie de 2 à 5 grammes par litre de vin.

DOSAGE DES MATIÈRES RÉDUCTRICES.

Placer 50^{cc} de vin dans un flacon gradué de 100^{cc}, y ajouter goutte à goutte du sous-acétate de plomb liquide jusqu'à ce qu'il ne provoque plus de précipité. Ajouter alors au mélange une quantité suffisante de solution de sulfate de soude à 1/10 pour précipiter l'excès de plomb. Compléter les 100^{cc} avec de l'eau distillée, agiter et filtrer.

Placer la liqueur filtrée dans une burette graduée et y doser les matières réductrices (qu'on exprime en glucose) au moyen de la liqueur cupro-alcaline. (Voir saccharimétrie.)

Soit N^o de liqueur sucrée nécessaire pour réduire 10^o de liqueur cupro-alcaline correspondant à 0^o5 de glucose.

En se reportant à la Table XVII et en doublant le chiffre trouvé de glucose, on aura (en glucose) le poids des matières réductrices contenues dans un litre de vin.

Soit A ce poids.

La proportion de matières réductrices varie de 1^o50 à 4 gr. par litre.

Recherche et dosage du saccharose. — Prélever 50^o de vin, les placer dans un ballon jaugé de 100^o, ajouter 1^o d'HCl étendu de son volume d'eau, porter au bain-marie à 60° et élever la température jusqu'à 70° ; maintenir cette température dix minutes, refroidir le ballon dans l'eau froide, ajouter assez de sous-acétate de plomb pour précipiter tout ce qui est précipitable, enlever l'excès de plomb par le sulfate de soude, compléter le volume de 100^o avec de l'eau distillée, agiter, filtrer et doser le glucose dans la solution filtrée par la liqueur cuprique.

Soit N^o nécessaire pour décolorer 10^o de liqueur cuprique.

La proportion de matières réductrices (en glucose) est donnée par la Table XVII, en doublant le poids de sucre réducteur fourni par le dosage, soit B le poids trouvé.

Si le poids A de matières réductrices par litre obtenu précédemment est inférieur à B, c'est que le vin renferme du saccharose.

Comme 95 parties de saccharose donnent 100 parties de sucre réducteur (Voir Saccharimétrie), la proportion de saccharose x contenu dans un litre de vin, sera donnée par la formule

$$x = (B - A) \times 0,95.$$

Si A égale sensiblement B, le vin ne renferme pas de saccharose.

DOSAGE DU SULFATE DE POTASSE (Gypsométrie).

Les vins naturels peuvent renfermer de 0^o15 à 1 gramme de sulfate de potasse par litre, mais au-delà de ce chiffre, on doit les soupçonner d'avoir été plâtrés. La tolérance du plâtrage est telle que le vin sur lequel on l'a pratiqué ne doit pas contenir plus de *deux grammes* de sulfate de potasse par litre.

Pour doser le sulfate de potasse on peut déterminer le poids d'acide sulfurique combiné et l'évaluer en sulfate neutre de potasse. Cela par la méthode pondérale classique, en précipitant l'acide sulfurique à l'état de sulfate de baryte, qu'on lave et qu'on pèse.

Table XVII.

Dosage des matières réductrices.

10 cc. de liqueur cupro-alcaline = 0^o05 de glucose.

Nombre de centimètres cubes de liqueur sucrée.	Glucose ou sucre de raisin par litre.	Nombre de centimètres cubes de liqueur sucrée.	Glucose ou sucre de raisin par litre.	Nombre de centimètres cubes de liqueur sucrée.	Glucose ou sucre de raisin par litre.
1.0	50	5.0	10.00	9.0	5.55
1	45.45	1	9.80	1	5.49
2	41.67	2	9.61	2	5.43
3	38.46	3	9.43	3	5.38
4	35.71	4	9.26	4	5.32
5	33.33	5	9.09	5	5.26
6	31.25	6	8.93	6	5.21
7	29.41	7	8.77	7	5.15
8	27.78	8	8.62	8	5.10
9	26.32	9	8.47	9	5.05
2.0	25.00	6.0	8.33	10.0	5.00
1	23.81	1	8.20	1	4.95
2	22.73	2	8.06	2	4.90
3	21.74	3	7.94	3	4.85
4	20.83	4	7.81	4	4.86
5	20.00	5	7.69	5	4.67
6	19.23	6	7.57	6	4.72
7	18.52	7	7.46	7	4.67
8	17.86	8	7.35	8	4.63
9	17.24	9	7.23	9	4.59
3.0	16.67	7.0	7.14	11.0	4.54
1	16.13	1	7.04	1	4.50
2	15.62	2	6.94	2	4.46
3	15.15	3	6.85	3	4.42
4	14.71	4	6.76	4	4.39
5	14.29	5	6.67	5	4.35
6	13.89	6	6.58	6	4.31
7	13.51	7	6.49	7	4.27
8	13.16	8	6.41	8	4.24
9	12.82	9	6.33	9	4.20
4.0	12.50	8.0	6.25	12.0	4.17
1	12.19	1	6.17	1	4.13
2	11.90	2	6.10	2	4.10
3	11.63	3	6.02	3	4.06
4	11.36	4	5.95	4	4.03
5	11.11	5	5.88	5	4.00
6	10.87	6	5.81	6	3.97
7	10.64	7	5.75	7	3.94
8	10.42	8	5.68	8	3.91
9	10.20	9	5.62	9	3.88

(Voir la suite de la table, page 148).

Nombre de centimètres cubes de liqueur sucrée.	Glucose ou sucre de raisin gr. par litre.	Nombre de centimètres cubes de liqueur sucrée.	Glucose ou sucre de raisin gr. par litre.	Nombre de centimètres cubes de liqueur sucrée.	Glucose ou sucre de raisin gr. par litre.
13 0	3.85	16 0	3.12	19.0	2.63
1	3.82	1	3.10	1	2.62
2	3.79	2	3.09	2	2.60
3	3.76	3	3.07	3	2.59
4	3.73	4	3.05	4	2.58
5	3.70	5	3.03	5	2.56
6	3.68	6	3.01	6	2.55
7	3.65	7	2.99	7	2.54
8	3.62	8	2.98	8	2.52
9	3.60	9	2.96	9	2.51
14.0	3.57	17.0	2.95	20.0	2.50
1	3.55	1	2.94	21.0	2.38
2	3.52	2	2.91	22.0	2.27
3	3.50	3	2.89	23.0	2.17
4	3.47	4	2.87	24.0	2.08
5	3.45	5	2.86	25.0	2.00
6	3.42	6	2.84	26.0	1.92
7	3.40	7	2.82	27.0	1.85
8	3.38	8	2.81	28.0	1.78
9	3.35	9	2.79	29.0	1.72
15.0	3.33	18.0	2.78	30.9	1.67
1	3.31	1	2.76	31.0	1.61
2	3.29	2	2.75	32.0	1.56
3	3.27	3	2.73	33.0	1.51
4	3.25	4	2.72	34.0	1.47
5	3.23	5	2.70	35.0	1.43
6	3.20	6	2.69	36.9	1.39
7	3.18	7	2.67	37.0	1.35
8	3.16	8	2.66	38.0	1.31
9	3.14	9	2.64	39.0	1.28

Mais on peut procéder d'une manière plus rapide, soit qu'on veuille seulement rechercher si le poids de sulfate de potasse est supérieur ou inférieur à la limite tolérée, soit qu'on se propose de doser avec une approximation suffisante la quantité de sulfate de potasse contenue dans un litre de vin.

On emploie une solution renfermant :

Chlorure de baryum crist.....	5 ^{gr} 50 ^g
Acide chlorhydrique pur.....	10 ^{cc}
Eau distillée q. s. pour.....	1000 ^{cc}

1^{cc} correspond à 0^{gr}004 de sulfate neutre de potasse.

Premier cas : On veut rechercher si le poids de sulfate de potasse est supérieur ou inférieur à la limite :

Dans un premier tube à essai on place 20^{cc} de vin + 5^{cc} de solution barytique.

Dans un deuxième tube à essai on place 20^{cc} de vin + 10^{cc} de solution.

On mélange le tout dans chaque tube, puis on laisse déposer pendant quelques heures, ou bien on porte à l'ébullition et on filtre. Puis on observe sur une partie de la liqueur limpide, si l'addition d'une solution 1/10 de chlorure de baryum y détermine un précipité.

α) Le liquide du premier tube ne précipite pas : Le vin n'est pas plâtré ou ne l'est que légèrement et au-dessous de 1^{gr}So⁴K² par litre.

β) Le liquide du premier tube précipite et celui du deuxième ne précipite pas : Le poids de So⁴K² par litre est compris entre un et deux grammes.

γ) Le liquide du deuxième tube précipite : Le poids de So⁴K² est supérieur à 2 grammes.

Deuxième cas : On se propose de doser à moins de 1 décigramme près le sulfate de potasse.

Supposons que par le premier essai, le vin ait été reconnu contenir entre 1 et 2 grammes par litre de So⁴K² :

On prendra 9 tubes dans lesquels on placera 20^{cc} de vin et des volumes de réactifs égaux à

5^{cc}5 — 6^{cc} — 6^{cc}5 — 7^{cc} — 7^{cc}5 9^{cc}5

on portera chaque tube à l'ébullition, on filtrera son contenu et on cherchera quel est le premier liquide filtré qui ne précipite plus par le chlorure de baryum.

Le premier tube ne se trouble pas :	So ⁴ K ² par litre entre	1 ^{gr} et 1 ^{gr} 10
Le deuxième tube se trouble seul	—	1 1 et 1 2
Les 2 premiers se troublent seuls	—	1 2 et 1 3
Les 3	—	1 3 et 1 4
Les 4	—	1 4 et 1 5
Les 5	—	1 5 et 1 6
Les 6	—	1 6 et 1 7
Les 7	—	1 7 et 1 8
Les 8	—	1 8 et 1 9
Les 9 essais se troublent	—	1 ^{gr} 9 et 2 ^{gr}

En même temps on ajoute à une autre portion du liquide limpide une goutte d'acide sulfurique étendu. Le premier essai, qui ne se troublera plus par le chlorure de baryum, donnera en général un précipité par So⁴H² et l'examen simul-

tané des deux parties du liquide donnera une indication plus nette. Si l'essai ne donne aucun précipité, ni par BaCl^2 ni par SO^4H^2 , on pourra connaître exactement la proportion de SO^4K^2 contenue dans le vin ; si, par exemple, c'est l'essai n° 3 dans lequel on a ajouté 6^{cc}5 de réactif, le résultat sera 1^{gr}3.

(On opérerait de même si le premier essai avait indiqué un poids de SO^4K^2 inférieur à 1 gramme ou supérieur à 2 grammes, en recherchant d'abord dans ce dernier cas, par une addition de 15, 20^{cc}, etc., s'il est compris entre 2 et 3 grammes, 3 ou 4 grammes.)

Méthode de M. J. Pi. — On prépare 1° une solution d'acétate de zinc ammoniacal, en dissolvant 4^{gr}5 d'acétate de zinc cristallisé dans un peu d'eau distillée et en ajoutant de l'ammoniaque jusqu'à ce que le précipité formé soit redissous, on complète ensuite à 200^{cc} avec de l'eau distillée.

2° Une liqueur titrée de permanganate de potasse contenant 0,558 de ce sel par litre. 1^{cc} de cette solution correspond à 1^{mg} de tanin pur.

3° Une solution sulfurique d'indigo, en traitant 1^{gr}5 d'indigotine sublimée par 30 grammes environ d'acide sulfurique pur. Au bout de quelques jours on étend à 1 litre, on filtre et on titre avec la solution de caméléon.

On opère sur 10^{cc} de liqueur d'indigo, additionnée de 10^{cc} d'acide sulfurique pur, on étend ensuite à 1 litre avec de l'eau distillée. On place ce liquide dans un vase à précipité, reposant sur une feuille de papier blanc et on y verse la solution de caméléon contenue dans une burette de Gay-Lussac, en agitant le liquide jusqu'à apparition de la teinte jaune, indiquant la fin de l'opération. Le nombre de centimètres cubes versé représente le titre de la liqueur d'indigo.

Pour doser le tanin dans le vin, on précipite 10^{cc} de vin par 5^{cc} de la solution d'acétate de zinc ammoniacal, on évapore au bain-marie, on ajoute de l'eau bouillante et on recueille le précipité sur un filtre. On le lave à l'eau chaude et on le dissout dans l'acide sulfurique faible (10^{cc} d'acide pur par litre) et on détermine comme précédemment la quantité de solution de caméléon nécessaire pour oxyder l'indigo et le tanin contenus.

Connaissant le titre de la solution d'indigo d'une part, et le titre de la liqueur au permanganate d'autre part, il est facile de calculer le tanin dosé.

DOSAGE DE LA GLYCÉRINE.

Deux méthodes. La méthode Pasteur est la plus sûre ; le procédé Macagno donne des résultats suffisants dans presque tous les cas.

Méthode Pasteur. a) *Vin non plâtrés.* — Décolorer au noir animal 250^{cc} de vin, évaporer à une température de 70° jusqu'à réduction à 100^{cc}, ajouter quantité suffisante de chaux éteinte pour saturer les acides, achever l'évaporation dans le vide. Traiter la masse sèche par un mélange d'alcool et d'éther (1 part d'alcool à 92°, 1 part 1/2 d'éther pur à 65°), filtrer cette solution et l'évaporer dans une capsule tarée ; la sécher dans le vide.

L'augmentation du poids de la capsule multiplié par 4 donne la glycérine contenue dans 1 litre de vin.

b) *Vin plâtrés*. — Evaporer au bain-marie 250^{cc} de vin jusqu'à réduction à 50^{cc}, ajouter de l'acide hydrofluosilicique et de l'alcool pour précipiter les métaux alcalins, filtrer, ajouter dans la liqueur de l'hydrate de baryte et du sable quartzeux, évaporer dans le vide et épuiser le résidu par le mélange éthero-alcoolique, continuer comme précédemment.

MÉTHODE MACAGNO. Mesurer 500^{cc} de vin et les concentrer par évaporation au volume de 300^{cc}, y ajouter 10 à 15 grammes d'hydrate de plomb récemment précipité, agiter le tout à chaud, séparer par filtration le précipité qui s'est formé.

Evaporer le liquide filtré au bain-marie, mélanger le résidu avec de l'oxyde de plomb hydraté en suspension dans l'alcool, filtrer et traiter la liqueur par un courant de CO² qui précipite le plomb, filtrer de nouveau, évaporer la filtration au bain-marie dans une capsule tarée, peser.

L'augmentation du poids de la capsule multiplié par 2 donne le poids de la glycérine de 1 litre de vin.

Ce dernier procédé permet en outre de doser l'acide succinique.

Dosage de l'acide succinique. — Les précipités recueillis sur les filtres sont épuisés par l'alcool et traités à l'ébullition par une solution aqueuse à 1/10 d'azotate d'ammonium; on filtre et on traite la liqueur filtrée par un courant de H²S pour séparer le plomb, on chasse l'excès de gaz par l'ébullition, on neutralise la liqueur par AzH³ et enfin on ajoute du perchlorure de fer.

Il se forme un précipité de succinate de fer qu'on recueille, lave, calcine et pèse. Le poids d'oxyde ferrique ainsi trouvé permet de calculer l'acide succinique,

$$1^{\text{er}} \text{ de Fe}^2\text{O}^3 = 0^{\text{sr}}731 \text{ acide succinique.}$$

Détermination du mutage. — On mute les vins, soit à l'alcool, soit au soufre ou aux sulfites.

α) Les vins mutés à l'alcool sont caractérisés par ce fait qu'en transformant en sucre la proportion d'alcool trouvée dans un vin et en y ajoutant, d'une part, sa teneur en matières réductrices par litre et, d'autre part, sa teneur en saccharose, cette somme est *supérieure à 325 grammes*.

Pour faire cette détermination :

a) On multiplie le degré alcoolique par 16 (pour ramener l'alcool à l'état de sucre; 10^{cc} d'alcool (par litre de vin) ou 1^o pèsent 8 grammes et sont fournis par le double de leur poids de sucre.

b) Ajouter au nombre ainsi obtenu la proportion de matières réductrices et de saccharose trouvée dans le vin.

Ainsi un vin renfermant :

Matières réductrices plus saccharose = 89 grammes.

Alcool à + 15°. 17°

Sucre calculé d'après l'alcool $17 \times 16 \dots \dots = 272$

Sucre totaux dosés (Mat. réduct. + sacchar.) = 89

Total..... = 361^{gr}

est muté à l'alcool, car le poids du *sucre est supérieur à 325 grammes.*

Les vins mutés à l'alcool sont passibles des droits de douanes et de contributions indirectes, afférents à l'alcool qu'ils contiennent.

β) Les vins mutés à l'acide sulfureux et aux sulfites se reconnaissent de la façon suivante :

A 100° de vin ajouter 2° acide phosphorique, distiller et recueillir le distillat dans une solution de chlorure de baryum mélangée d'eau iodée. S'il se forme un précipité de sulfate de baryte, on peut conclure au mutage par l'acide sulfureux ou les sulfites.

Pour les dosages (voir recherche des agents de conservation).

On peut admettre dans les vins (1), l'acide sulfureux provenant du soufrage des fûts, à la condition que le vin ne contienne pas par litre plus de 20 milligrammes d'acide sulfureux libre, ni plus de 200 milligrammes d'acide sulfureux total (libre ou combiné); par acide *libre* on entend l'anhydride (SO²) non combiné aux substances contenues naturellement dans le vin (aldéhydes, sucres), l'anhydride combiné avec un alcali et demeurant libre sous l'action d'un acide est considéré comme libre.

Par acide *sulfureux combiné* on entend l'anhydride sulfureux en combinaison avec des éléments du vin et nécessitant, pour sa mise en liberté, l'intervention d'un alcali caustique (voir pour le dosage, recherche des agents de conservation).

1) Dans l'analyse des vins blancs et rosés, on doit toujours doser l'acide sulfureux libre et l'acide sulfureux total.

3° Recherche des falsifications, des substances étrangères et des altérations.

FALSIFICATIONS.

Les falsifications les plus communes sont :

- Le plâtrage ;*
- Le vinage ;*
- Le mouillage ;*
- Le vinage et mouillage ;*
- Le mouillage et sucrage ;*
- L'extrait factice ;*
- L'alunage ;*
- Le glycérimage ;*
- Le déplâtrage.*

PLATRAGE.

Le plâtrage ou addition de plâtre aux moûts et aux vins a pour but, s'il est ajouté au moût, de favoriser le développement de la couleur, tandis que s'il est mis dans le vin il diminue l'intensité de la couleur tout en la rendant plus limpide et plus brillante. Il assure de plus la conservation des vins.

Le plâtrage s'estime par le dosage au sulfate de potasse qui ne doit pas dépasser 2 grammes par litre de vin.

VINAGE.

Pour déterminer le vinage, c'est-à-dire l'addition d'alcool, on détermine le rapport alcool-extrait.

Pour obtenir ce rapport on divise le poids de l'alcool par celui de l'*extrait réduit*.

Le poids de l'alcool s'obtient en multipliant par 8 le degré alcoolique du vin.

(1) Le vinage a pour but de relever les vins dont le titre alcoolique est inférieur à 10°, de permettre le transport et d'atténuer l'acidité de certains crus, enfin il met à l'abri des fermentations secondaires les vins dans lesquels la fermentation n'a pas développé une quantité d'alcool en rapport avec leur richesse en sucre. Par contre, il introduit dans le vin de l'alcool qui, n'étant pas intimement associé aux autres éléments du vin, s'y trouve à l'état libre et agit comme s'il était à l'état d'alcool libre ; enlevant au vin ses qualités toniques et hygiéniques et y introduisant s'il est souillé d'impuretés, des substances nuisibles à la santé.

Par extrait réduit on entend le poids de l'extrait diminué des substances sucrées moins 1 gramme et du sulfate de potasse, moins 1 gramme apporté en excès par le plâtre.

Dans le cas où le sulfate de potasse ou les matières réductrices ont un poids inférieur à 1 gramme, on ne les fait pas intervenir dans le calcul de l'extrait réduit.

Si, pour le vin rouge, le quotient obtenu est supérieur à 4,5 avec une tolérance de 0,1, soit 4,6, on peut soupçonner le vinage : pour les vins blancs, le rapport est de 6,5 au maximum et, en outre, dans le cas de vinage la densité du vin blanc deviendra inférieure à 0,985.

Soit un vin rouge donnant à l'analyse :

Extrait sec.....	29,70.
So ⁴ K ²	3,10.
Matières réductrices.....	4,50.
Alcool à + 15°.....	13°.

L'extrait réduit sera

$$29^{\text{r}}70 - (2,10 + 3^{\text{r}}50) = 24^{\text{r}}10.$$

Le rapport $\frac{\text{alcool}}{\text{extrait}} = \frac{13 \times 8}{24^{\text{r}}10} = 4,31.$

Il n'y a pas lieu de suspecter le vinage.

Au contraire, le vin qui a fourni :

Extrait sec.....	15 ⁶ 90.
SO ⁴ K ²	1 ⁶ 50.
Matières réductrices.....	2 ⁶ 40.
Alcool.....	12°5.

a comme extrait réduit

$$15^{\text{r}}90 - (0^{\text{r}}50 + 1,40) = 14$$

son rapport $\frac{\text{alcool}}{\text{extrait}} = \frac{12,5 \times 8}{14} = 7,1.$

Il y a vinage.

Surforce alcoolique. — Pour déterminer la proportion d'alcool ajouté au vin (surforce alcoolique), on retranche le rapport théorique moyen 4,5 du rapport trouvé ; on multiplie la différence par le poids de l'extrait réduit. Le nombre obtenu est le poids de l'alcool ajouté par litre. En divisant ce nombre par 8 on a le nombre de degrés dont on a remonté le vin.

Ainsi dans l'exemple précédent on a :

$$\frac{(7,1 - 4,5) \times 14}{8} = 4^{\circ}55.$$

MOUILLAGE.

Pour reconnaître le mouillage (ou addition d'eau au vin), on commence par calculer le rapport alcool-extrait, comme précédemment.

a) Si ce rapport est inférieur à 4,6 ou à 6,5, on fait la *somme alcool acide*, en additionnant le degré alcoolique et le chiffre de l'acidité.

D'après MM.A. Gautier et Chassevant (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, janvier 1901), on doit déterminer ainsi qu'il suit la somme alcool acide :

Doser séparément et exprimer en poids d'acide sulfurique par litre, l'acidité totale et l'acidité volatile du vin.

Si ce dernier nombre dépasse 1, ajouter l'unité à l'acidité fixe ; cette somme représente l'acidité totale maximum du vin avant piqure. Après soustraction de l'unité à l'acidité volatile du vin, prendre le $1/10^e$ de ce reste et augmenter de ce nombre le titre alcoolique trouvé. La somme des titres alcoolique et de l'acidité totale ainsi corrigée dépassera 12,5, si le vin n'a pas été mouillé.

Cette somme alcool acide ne doit donc pas être inférieure à 12,5.

Si le vin est plâtré, c'est-à-dire s'il contient plus de 1 gr. de SO^4K^2 par litre, on réduit le chiffre de l'acidité de 0^e20 par gramme de SO^4K^2 en plus de 1 gramme.

Ainsi un vin rouge donnant :

Alcool.....	12°
Extrait sec.....	25 gr. par litre.
SO^4K^2	2,35
Acidité totale (en SO^4H^2) ..	3 ^e 50

Ce vin est plâtré en excès ; sur le poids toléré de 1^e35, on déduira alors de l'acidité totale $1,35 \times 0,20 = 0,27$.

L'acidité totale corrigée sera donc $3^e50 - 0,27 = 3^e23$.

La somme alcool acide deviendra :

$$3,23 \times 12 = 15,23.$$

Il y a mouillage.

Soit un vin rouge donnant :

Alcool.....	10°
Extrait.....	20 ^e
SO^4K^2	1,88
Acidité totale.....	2,83

On aura pour somme alcool acide $10 + 2,52 = 12,5$.

Ce vin est sur la limite du mouillage.

MOUILLAGE ET VINAGE.

b) Si le rapport alcool-extrait est supérieur à 4,6 ou à 6,5, ce qui indique qu'il y a vinage, on calcule la quantité d'alcool réel qu'aurait contenu le vin s'il n'avait pas été viné.

Pour cela, déterminer la surforce alcoolique, comme précédemment, faire ensuite la somme alcool réel + acide ; si le nombre trouvé est inférieur à 12,5, le vin peut être considéré comme mouillé.

Ainsi un vin rouge donnant :

Alcool.....	13°
Extrait réduit.....	12,10
Acidité totale.....	3,50

Le rapport alcool extrait est $\frac{13 \times 8}{12,10} = 8,6$.

Ce vin est viné.

La surforce alcoolique est $\frac{(8,6 - 4,5) \times 12,10}{8} = 6°$.

Son degré initial était donc $13 - 6° = 7°$.

La somme alcool acide est $7 + 3,50 = 10,50$ (inférieur à 12,5). Donc, ce vin est mouillé. Il est aussi viné.

Il est mouillé dans la proportion de

$$\frac{12,50 - 10,50}{12,5} \times 100 = 16 \text{ \%/o.}$$

A ceci il faut ajouter que dans le cas de mouillage, le poids de la glycérine est inférieur de 1/4 à celui de l'alcool.

MOUILLAGE ET SUCRAGE.

Lorsque les vins sont sucrés et additionnés d'eau, ils tombent sous le coup de la loi, comme les vins vinés et mouillés.

Si le sucrage a été fait au saccharose et mal pratiqué, il restera dans le vin du sucre de canne plus ou moins interverti. Le dosage des sucres permettra de s'en rendre compte. (Voir Dosage du saccharose.)

Si le sucrage a été fait au glucose (vin glucosé), on recherche la falsification par le polarimètre. (Voir examen polarimétrique.)

EXTRAIT FACTICE.

Pour se soustraire au rapport alcool-extrait admis pour déterminer le mouillage, certains industriels ont essayé de fabriquer des extraits secs factices ou d'ajouter des substances diverses au vin pour en augmenter l'extrait. Ce sont :

Le sel marin : Interdit au-dessus de 1 grammes par litre.
(Voir dosage des chlorures.)

Le sirop de dextrine : L'examen polarimétrique le décèle.

ALUNAGE.

α) *Recherche*. — Placer dans un tube à essai 20^{cc} de vin et 2^{cc} d'une solution aqueuse de tanin à l'éther (à 3^{cc}40 pour 100^{cc}), agiter et verser dans le mélange 3^{cc} d'une solution d'acétate de soude cristallisé à 24 grammes pour 100^{cc}, agiter, laisser reposer.

Si après 5 minutes il s'est formé un précipité grumeleux, blanchâtre on peut affirmer la présence de l'alun.

Si pas de précipité, pas d'alun ou moins de un décigramme par litre.

β) *Dosage*. — On peut doser l'alun par le procédé de M. Georges: prendre 500^{cc} de vin, y ajouter 1 gramme de tanin et 100^{cc} de la solution d'acétate de soude, agiter, après 5 minutes laver le précipité par décantation, filtrer, laver, dessécher et calciner le précipité, peser, soit P le poids du précipité.

Le résidu est formé d'un mélange de Fe^2O^3 et d'alumine.

Dans le résidu on dose le fer par le permanganate de potasse après réduction du sel ferreux par le zinc et l'acide sulfurique étendu, on ajoute à la solution un fragment de zinc on ferme le flacon avec un bouchon traversé par un tube de verre creux et effilé.

Lorsque le zinc est dissous, et que le liquide essayé à la touche ne rougit plus au contact du sulfocyanure de potassium, on y verse goutte à goutte la solution déci-normale de permanganate de potasse jusqu'à coloration rose.

Soit N^{cc}; $N \times 0.0056 =$ poids du fer P' correspondant à 500^{cc} de vin.

$(P - P') 2 =$ alun de 1 litre de vin.

GLYCÉRINAGE (SCHELISAGE).

Cette fraude a pour but d'adoucir le vin, de lui donner du corps et d'assurer sa conservation sans addition d'alcool, enfin d'augmenter le poids de l'extrait.

La teneur moyenne des vins naturels en glycérine est de 6 grammes par litre.

Dans un vin glyciné le rapport alcool-glycérine, qui est de 1/10^{cc} au 1/4, n'existe plus lorsqu'il n'y a que de l'eau ajoutée.

Dans un vin viné, mouillé et glyciné, ce rapport peut être normal, mais les rapports alcool-extrait et glycérine-extrait (1) permettent de reconnaître cette fraude. Le rapport glycérine-acide succinique peut aussi confirmer les présomptions (2).

(1) La glycérine est environ le tiers de l'extrait sec.

(2) Le poids d'acide succinique d'un vin est environ 5 fois plus faible que celui de la glycérine.

DÉPLÂTRAGE.

Le déplâtrage a pour but d'enlever au vin plâtré au-delà de la tolérance, l'excès de l'acide sulfurique.

On ne peut songer à couper ces vins trop plâtrés avec des vins non plâtrés, car ils perdent toute leur valeur qui réside dans leur richesse colorante.

On a alors songé à précipiter l'excès d'acide sulfurique du sulfate de potasse par un sel de Baryum (chlorure, azotate ou carbonate). Or tous les sels de Baryte sont toxiques à faible dose et il en reste toujours une petite quantité dans le vin soumis au déplâtrage.

Aussi le déplâtrage est une fraude.

M. A. Gautier donne les caractères principaux du vin ainsi fraudé : 1° Les cendres sont toujours neutres.

2° Absence complète de crème de tartre et d'acide tartrique, si le vin a été déplâtré au carbonate de baryte.

3° Souvent une trace de sel de baryte facile à démontrer dans les cendres. Elle provient, soit de l'excès de chlorure employé, soit de l'action des acides du vin dont les sels de baryte sont solubles (tels que l'acide acétique) sur le carbonate de baryte.

4° Si le déplâtrage a été fait avec le chlorure de baryum, le poids élevé des chlorures contenus dans le vin permettra aussi de caractériser ou de soupçonner cette fraude.

On a aussi employé des sels de strontium pour remplacer les sels de baryum.

L'examen des cendres permettra de retrouver ces falsifications.

SUBSTANCES ÉTRANGÈRES.

Ce sont :

La saccharine ;

La dulcine ;

L'acide tartrique ;

Les agents de conservation ;

Les matières colorantes étrangères ;

Les métaux étrangers.

SACCHARINE.

α) A 200° de vin placés dans un matras ajouter 1^{cc}5 d'acide sulfurique et 50° d'un mélange à PE d'éther rectifié et d'éther de pétrole. Décanter le mélange éthéré, traiter de nouveau le résidu par 50° de liquide éthéré.

Réunir les liquides étherés, les laver à l'eau distillée, évaporer lentement le résidu qui dans le cas de la présence de la saccharine a une *saveur sucrée*.

Sécher le résidu à l'étuve à 100°, ajouter 0^{sr} 10 de résorcine et 4 gouttes d'acide sulfurique, chauffer à feu nu.

En présence de la saccharine, il se développe une coloration *jaune rouge puis vert foncé*.

β) *Méthode de Mahler* (*Chemiker Zeitung*, 1905, p. 32). — Cette méthode est basée sur ce qu'en fondant avec du sodium ou du potassium le produit dans lequel on cherche la saccharine, on obtient un sulfite, qu'on caractérise facilement par une solution récente de nitroprussiate de sodium. Pour cela, on épuise avec de l'éther le vin à essayer; la solution étherée est évaporée; le résidu placé dans un tube à essai, est additionné de sodium; on fait fondre le métal, puis le tube est cassé dans un verre à pied et traité par l'eau; à cette solution, on ajoute quelques cc. d'une solution de nitroprussiate de sodium fraîchement préparée; on obtient une coloration rouge violette, décelant le sulfite provenant de la saccharine.

DULCINE.

Evaporer 100^{cc} de vin à consistance sirupeuse après addition de 5 grammes de carbonate de plomb; traiter ensuite le résidu par des doses répétées d'alcool à 90°; évaporer le liquide alcoolique à sec et épuiser le résidu par l'éther. Placer la solution étherée dans un large tube de verre, évaporer l'éther et traiter le résidu par deux ou trois gouttes SO⁴H² concentré; chauffer cinq minutes au bain-marie. Laisser refroidir et verser de la soude caustique à la surface du contenu du tube.

La présence de la dulcine se manifeste par la formation d'une zone bleue au plan de contact (Morpurgo).

ACIDE TARTRIQUE.

L'addition d'acide tartrique dont les vins ne renferment que des traces et seulement s'ils proviennent de raisins insuffisamment mûrs, se reconnaît par la méthode suivante :

A 200^{cc} de vin ajouter, jusqu'à saturation, du tartrate acide de potasse finement pulvérisé, agiter à divers reprises et filtrer après une heure de contact; au liquide filtré, ajouter 5 gouttes d'une solution d'acétate de potasse à 1/10°, laisser au repos une journée, en ayant soin de maintenir le liquide à une température uniforme pendant toute la durée de l'opération. Si, au bout de ce temps, il s'est formé dans le liquide un précipité cristallin, c'est l'indice de la présence de l'acide tartrique libre.

Pour doser cet acide : à 20^{cc} de vin, ajouter 4 gouttes d'une solution alcoolique à 10 % d'acétate de potasse et 80^{cc} d'un mélange à VE

d'alcool absolu et d'éther à 65° ; terminer comme pour le dosage de la crème de tartre.

Retrancher du nombre de centimètres cubes trouvés dans cette opération de ceux qui étaient nécessaires pour la crème de tartre ; multiplier la différence par 0,75 pour avoir l'acide tartrique libre en grammes et par litre de vin.

RECHERCHE ET DOSAGE DES AGENTS DE CONSERVATION.

(Voir chapitre spécial acide sulfureux et sulfites.)

Acide salicylique.

Acide fluorhydrique et fluorures.

Abrastol.

RECHERCHE DES MATIÈRES COLORANTES ÉTRANGÈRES.

Les matières colorantes que l'on ajoute au vin sont d'origine végétale (campêche, orseille, cochenille, phytolacca, fernambouc, sureau, myrtille, rose tremière, etc.) ou minérale (dérivés de la houille).

La recherche des matières colorantes du vin comprend trois essais :

- 1° Recherche des colorants naturels ;
- 2° — — minéraux ;
- 3° — — végétaux.

1° *Recherche des colorants naturels.* — Recherche fort délicate, les réactions qui se produisent n'étant pas toujours caractéristiques ; il sera bon, si on le peut, d'opérer à la fois sur le vin à examiner et sur un échantillon de contrôle de même provenance et de même origine et de comparer les réactions.

α) Un bâton de craie immergé dans une solution à 1/10^e d'albumine de l'œuf et séché à + 45° (craie albuminée) donne, lorsqu'on dépose à sa surface (préalablement raclée) deux ou trois gouttes de vin et qu'on abandonne la craie pendant deux heures à l'obscurité :

Une tache grisâtre, bleuâtre ou verdâtre : vin naturel.

Une tache rose, violette, mauve ou rouge : vin suspect.

β) Les vins qui, traités par un mélange à parties égales d'une solution saturée d'alun et d'acétate de soude à 15 %, conservent leur coloration primitive ou virent très légèrement, sans passer au bleu, sont *naturels*.

γ) Si on additionne 5^{cc} de vin de quantité suffisante de CO³Na* pour le faire virer au violet et qu'on y ajoute 2^{cc} d'une

solution de CO^3Na^* à 1/10^e et 2^e de solution d'alun à 1/10^e, qu'on agite et qu'on filtre, la laque qui restera sur le filtre sera :

Vert bouteille, sans mélange de bleu ou de violet, et le liquide filtré sera incolore, dans le cas d'un vin naturel.

2^o *Recherche des colorants minéraux* (1) (*méthode de Cazeneuve*). *Préparation des réactifs*. — *Hydrate d'oxyde de plomb* : Traiter le sous-acétate de plomb ordinaire par la potasse, sans excès, laver le précipité pour enlever toute trace d'alcali, l'égoutter rapidement sur un linge et l'enfermer encore très humide dans un flacon bouché à l'émeri (le produit sec est sans valeur).

Hydrate stanneux : Traiter le protochlorure d'étain par l'ammoniaque ; filtrer, laver rapidement le précipité, l'égoutter et le conserver encore très humide dans des petits flacons bien bouchés, pleins et placés à l'abri de la lumière.

Oxyde jaune de mercure des pharmacies.

Bioxyde de manganèse pulvérisé, ordinaire.

Hydrate de peroxyde de fer gélatineux : Prendre 100 gr. de perchlorure de fer liquide officinal, étendre de 50 parties d'eau et verser cette solution dans une solution de 40 grammes d'ammoniaque liquide officinale, étendue de cinq fois son poids d'eau.

Laver par décantation le précipité rougeâtre, gélatineux qui s'est formé, jusqu'à ce que l'eau de lavage ne précipite plus par le nitrate d'argent acidulé par l'acide nitrique.

Enfermer le précipité encore humide dans un flacon bouché à l'émeri.

(1) Les essais préliminaires suivants peuvent éviter des recherches longues et fastidieuses :

A. *Colorants dérivés de la houille* : Plonger pendant 4 heures dans 20 cc. de vin, une bande de 1 cm. de large et de 5 cm. de long de membrane de vessie bien dégraissée. La présence des couleurs dérivées de la houille se traduit par une coloration rouge vif de la membrane ; tandis que la matière colorante naturelle du vin ne la colore que faiblement en rose.

B. *Colorants dérivés de la Rosaniline* (fuchsine, etc.) : A 20 cc. de vin ajouter 10 cc. d'acétate de plomb ; filtrer, agiter le filtrat avec de l'alcool amylique, la présence des colorants dérivés de la Rosaniline se traduit par une coloration rouge de l'alcool.

C. *Azoïques et sulfo de fuchsine* : Mélanger 10 cc. de vin et 10 cc. de solution saturée à froid de chlorure mercurique, agiter ; ajouter 1 cc. de lessive de potasse (D = 1.27), agiter, filtrer ; traiter le filtrat par l'acide acétique : la formation d'une coloration rouge indique la présence des colorants ci-dessus ; contrôler en faisant bouillir un peu de laine blanche dans le vin additionné d'une petite quantité de bisulfate de potasse ; une coloration rouge de la laine persistant après lavage à l'eau bouillante indiquera les colorants ci-dessus.

1^o Méthode de M. Cazeneuve (1).

10 ^{es} de vin sont additionnés de 20 ^{es} d'oxyde jaune de mercure finement pulvérisé. On amène le liquide à l'ébullition et on filtre sur un double filtre. La liqueur passe.	Incolore après acidification.	10 ^{es} de vin sont additionnés de 10 ^{es} de peroxyde de fer gélatineux et portés à l'ébullition. Le liquide filtré est	Incolore.	10 ^{es} de vin sont additionnés de 2 ^{es} d'hydrate stanneux et portés à l'ébullition. La liqueur est	Incolore.	Vin pur. Vin coloré par les pigments végétaux.
	Après acidification ou non, la liqueur passe colorée en :	Rouge, 10 ^{es} de vin sont traités à l'ébullition par 2 ^{es} d'hydrate de peroxyde de plomb. Le liquide filtré est	Incolore.	La liqueur précédente est décolorée par l'ammoniaque	On a ajouté au vin son poids de peroxyde de manganèse. On filtre et acidifie le liquide qui devient	Incolore ou jaunâtre.
Coloré.						
Après acidification ou non, la liqueur passe colorée en :	Rouge, 10 ^{es} de vin sont traités à l'ébullition par 2 ^{es} d'hydrate de peroxyde de plomb. Le liquide filtré est	Incolore.	La liqueur précédente n'est pas modifiée par l'ammoniaque. On rend acide et l'on teint sur laine. Les fibres sont lavées, essorées et traitées par l'acide sulfurique pur et concentré qui colore en	Incolore ou jaunâtre.	Jaune rosé ou rouge.	Fuchsine.
Après acidification ou non, la liqueur passe colorée en :	Jaune. 10 ^{es} de vin sont traités à chaud par 2 ^{es} d'hydrate de plomb. On filtre, le liquide passe :	Coloré en rouge. On teint quelques brins de laine que l'on traite après lavage et essorage par l'acide sulfurique concentré et pur qui donne une coloration	Incolore, la laine teinte traitée par l'acide sulfurique concentré est	Brun jaunâtre. Brune Jaune, devenant rouge saumon par l'eau. Bleu vert	Rouge fuchsine Orangé brun Jaune orangé Violet rouge Brun jauné	Tropéoline 000 1 et 2. Orange 1 et 2 Poirrier. Tropéoline o. Chrysoïne. Tropéoline y. Tropéoline oo (Orangé IV). Hélianthine (Orangé III).
Après acidification ou non, la liqueur passe colorée en :	Bleu. Le vin étant bouilli avec du fulmi-coton, celui-ci	Se colore en bleu.	L'ammoniaque ajoutée au vin, débarrassée par l'oxyde jaune du colorant naturel, précipite la solution bleue en violet rouge.			Bleu de méthylène.

(1) Ce tableau est emprunté à l'ouvrage de M. Gautier, *la Sophistication des vins*.

2° Méthode de M. Froehse (1).

Retirer le colorant de la houille par la teinture de la soie (2), reprendre cette couleur par l'alcool et sur cet alcool coloré faire les essais suivants :
La solution *citrandue* et *neutre* du colorant est traitée par une solution saturée de sulfate de cuivre.

<p><i>Par une goutte de réactif coloration jaune franc. On ajoute à la liqueur primitive une solution concentrée de soude, la liqueur</i></p>	<p><i>Ne change pas. On ajoute à la liqueur primitive de l'acide sulfurique concentré la liqueur</i></p>	<p><i>Change (s'affaiblit ou fonce en couleur sale). On ajoute à la liqueur primitive de l'acide sulfurique concentré, la liqueur devient</i></p>	<p><i>Reste rouge.</i></p>	<p><i>Devient violette, bleu ou verte. On ajoute à la liq. primitive de l'acide chlorhydrique concentré, la liqueur</i></p>	<p><i>Ne change pas</i></p>	<p><i>Jaunit</i></p>	<i>Ponceau.</i>
							<i>Rouge soluble.</i>
<p><i>Après plusieurs gouttes, coloration douteuse, (vineuse, couleur sale), on ajoute à la liqueur primitive une solution concentrée de soude, la liqueur</i></p>	<p><i>Se décolore ou jaunit. On ajoute à la liqueur primitive de l'acide chlorhydrique concentré, la liqueur</i></p>	<p><i>Reste rouge, la liqueur primitive est traitée par l'acide sulfurique concentré, la liqueur devient</i></p>	<p><i>Reste rouge, devient plus violette, puis s'affaiblit par un excès.</i></p>	<p><i>Est décolorée ou jaunit.</i></p>	<p><i>Devient violette. On ajoute à la liqueur primitive de l'acide chlorhydrique concentré, la liqueur devient</i></p>	<p><i>Ne change pas.</i></p>	<i>Rouge, Orseille.</i>
							<i>Rouge Bordeaux ou Cérusine. Violet (de Vignon)</i>
<p><i>Dès la première goutte de réactif coloration violette. On ajoute à la liqueur primitive une solution concentrée de soude, la liqueur</i></p>	<p><i>Reste rouge. la liqueur primitive est traitée par l'acide sulfurique concentré, la liqueur devient</i></p>	<p><i>Devient violette. On ajoute à la liqueur primitive de l'acide chlorhydrique concentré, la liqueur devient</i></p>	<p><i>Bleue, verte par trop grand excès</i></p>	<p><i>Décolorée</i></p>	<p><i>Ne change pas.</i></p>	<p><i>Éosine. Primerose, Erythrosine. Safranine.</i></p>	<i>Fuchsine sulfoconjuguée. Fuchsine.</i>
							<i>Grenat, Grenadine, Cerise.</i>
							<i>Ecarlate (diazosulfonamide) sur sulfonaphtol α ou β. Rouge de Biebrich.</i>
							<i>Rose bengale, dérivé de la naphtylamine.</i>
							<i>Rose de naphthaline (naphtylamine sur-amidoazonaphtaline)</i>

(1) Ce tableau est extrait de l'ouvrage de M. Monavon, *Coloration artificielle des vins*.
 (2) Pour cela, saturer le vin par l'ammoniaque, le traiter par l'alcool amylique, décanté, aciduler le liquide par l'acide acétique, s'il se colore en rose l'évaporer en présence d'un mouchet de soie. Enlever la couleur fixée sur la soie avec de l'alcool à 95° et sur cette solution alcoolique neutre, essayer les réactions indiquées au tableau ci-dessus.

3° *Recherche des colorants végétaux (Procédé Carles) :*

1° On ajoute aux vins une certaine quantité de tannin, puis un excès de blanc d'œuf ; le collage précipite la matière colorante du vin ; les autres colorants restent à peu près intacts.

Par ce collage, le vin est débarrassé de la plus grande partie de sa matière colorante naturelle, ce qui donne un liquide filtré beaucoup plus sensible aux réactions des divers colorants.

2° On opère sur le vin non collé. On remplit d'eau potable un vase quelconque à *fond blanc*, ayant une certaine profondeur et 150 à 250^{cc} de capacité ; on y ajoute un léger filet de vin suspect (de 2 à 5 gr., suivant l'intensité de la couleur).

Si le vin est pur, il conserve, après le mélange, sa couleur primitive pendant plusieurs heures, sauf les exceptions indiquées plus loin. S'il est fraudé, il tire au vert ou au violet.

Avec le vin collé il faut augmenter la quantité de vin de façon à obtenir une teinte sensible. Les vins piqués, verts au goût, ou riches en crème de tartre, ne donnent plus les mêmes réactions. Souvent on a des résultats plus nets en traitant par l'alcool fort les lies restées sur le filtre, ce dissolvant attaquant plus facilement les matières artificielles que la couleur naturelle du vin.

Les vins naturels de Saumur sucrés ou non virent au violet.

Tableau des réactions indiquées par Carles.

Le vin collé au tannin et à l'albumine et filtré et le vin non collé traité par l'eau.	{	I'échantillon primitif est en partie décoloré par l'albumine et verdit franchement par l'ammoniaque.	}	Vin pur.	
		Si la décoloration est complète et si l'acide acétique recoloré.		Rosaniline.	
		Il est décoloré en partie par l'albumine avec virage au violet, sans verdir par l'ammoniaque.		Jaunit et ne reprend pas sa couleur par l'acide acétique.	Phytolacca.
		Si la décoloration est incomplète.		Prend sa couleur par l'acide acétique.	Caramel spécial.
{	On traite l'échantillon par l'albumine et on filtre.	}	Le liquide écoulé s'est en partie décoloré, et verdit, ainsi que le vin primitif, par l'ammoniaque.	Cochenille.	
	Se décoloré en grande partie, mais bleuit au lieu de verdir.		Vin pur nouveau.		
	On traite le vin primitif par l'acétate basique d'alumine.		Bleuit.	Cochenille.	
	devient violet, on traite par l'extract de Saturne.		Précipité rose.	Sureau.	
{	}	devient vert.	Précipité vert bleuâtre.	Mauve.	
				Myrtille.	

RECHERCHE DES MÉTAUX ÉTRANGERS.

On calcine les cendres de 200^{es} de vin; on dissout le résidu dans l'acide chlorhydrique, et on fait passer jusqu'à refus un courant d'acide sulfhydrique. Le plomb, le cuivre et l'étain se précipitent; on filtre et on lave rapidement à l'eau, le précipité est redissout sur le filtre même, par l'acide azotique fumant.

Lorsque l'attaque des sulfures est complète, on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique et on évapore presque à sec, au bain de sable, pour chasser l'acide azotique. Après addition d'eau distillée, on filtre pour séparer le résidu insoluble de *sulfate de plomb*, s'il y a lieu. On caractérisera ce sel de plomb, bien lavé, par le sulphydrate d'ammoniaque qui le noircit. On peut aussi dissoudre le précipité dans l'ammoniaque en excès et ajouter à chaud du chromate de potasse, qui donne un beau précipité jaune, soluble dans la potasse, d'où l'acide acétique le précipite. Le sulfate de plomb séparé, on ajoute au liquide de l'ammoniaque en excès, une belle coloration bleue caractérise le *cuivre*; ou bien on verse quelques gouttes de cyanure jaune dans la liqueur acidulée par l'acide chlorhydrique, il apparaît un précipité couleur puce. Un courant d'acide sulfhydrique dans cette même solution additionnée de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, précipite *l'étain* à l'état de sulfure jaune.

Dans le liquide séparé des trois sulfures de plomb, de cuivre et d'étain, on ajoute de la potasse, de l'acide acétique en excès et de l'acide sulfhydrique. On obtient des flocons blancs de *sulfure de zinc* qui, redissous dans l'acide chlorhydrique, donne un précipité jaune par le cyanure rouge, et un précipité blanc (soluble dans un essai de réactif) par l'ammoniaque. Le liquide est séparé du sulfure de zinc par filtration. Le *fer* et le *manganèse* sont précipités par le sulphydrate d'ammoniaque, le premier à l'état de sulfure noir, le deuxième de sulfure blanc rosé.

Recherche de l'arsenic (Procédé Millon). — Préparer l'extrait sec du vin et le traiter par l'acide sulfurique pur (exempt d'arsenic); sur le mélange, verser de l'acide azotique pur par petites portions, en élevant graduellement la température; chauffer jusqu'à l'apparition de vapeurs d'acide sulfurique; on ajoute alors de nouveau de petites quantités d'acide azotique et on chauffe. Le liquide se décolore et fonce peu à peu; on continue jusqu'à cessation de coloration. On chasse l'excès d'acide azotique en chauffant jusqu'à ce qu'il se forme des vapeurs blanches d'acide sulfurique. Le résidu contient, en présence d'un excès d'acide sulfurique, tous les sels minéraux du vin.

L'arsenic est recherché par les moyens ordinaires (appareil de Marsh).

ALTÉRATIONS

RECHERCHE DES FERMENTS ÉTRANGERS AU VIN.

MALADIES DES VINS (1).

Les maladies des vins sont dues à la présence et au développement de certains ferments microscopiques.

On les trouve à l'examen microscopique du vin ou des dépôts qu'il forme dans les bouteilles ou dans les tonneaux.

On emploiera un grossissement de 400 diamètres environ (sauf pour examiner les bâtonnets de la *tourne*, ce qui exigera un grossissement de 500 à 600 diamètres).

On peut classer ainsi les principales maladies du vin :

Le vin est acide, aigre ou piqué : *ascescence* ou *acétification*.

Le vin est fade, puis amer et sa couleur pâlit peu à peu : *amertume*.

Le vin est gras, épais, huileux (vins blancs surtout) : *graisse*.

Le vin est chargé d'acide carbonique dégageant des bulles qui viennent se réunir en une petite couronne blanche contre la paroi du verre dans lequel on le déguste ; il a perdu son bouquet et a pris une saveur en même temps qu'une odeur désagréables : *pousse* ou *tourne*.

1° *La maladie de l'ascescence* provient de ce que le vin n'a pas été soustrait au contact de l'air et a subi une fermentation spéciale (fermentation acétique) par suite de laquelle l'alcool s'est transformé en acide acétique sous l'action d'un ferment spécial, le *mycoderma aceti*.

Le *mycoderma aceti* se présente au microscope sous la forme de chapelets de courts bâtonnets étranglés en leur milieu, ressemblant à des 8 dont la longueur totale ne dépasse guère 8 à 10 millièmes de millimètre et la largeur 2 millièmes de millimètre.

La méthode de M. Durand permet de déterminer la présence du ferment acétique dans le vin.

Dans un flacon bouché et stérilisé, introduire 10^{cc} de vin et abandonner le tout pendant plusieurs jours à la température de + 25° à + 28° à l'étuve.

Si au bout de 3 jours le vin a conservé sa limpidité et sa bonne odeur, s'il ne sent pas le vinaigre et si le voile acétique ne s'est pas révélé à cette surface, ce vin pourra être considéré comme de bonne conservation.

Si le vin a résisté pendant 4 jours à cette mise en culture, on peut être certain qu'il n'est pas atteint d'ascescence et qu'il est susceptible d'une bonne conservation.

On rencontre quelquefois le *mycoderma aceti* associé à la fleur du vin ou *mycoderma vini*, ferment qui transforme l'alcool en eau et acide carbonique et qui vit à la surface du vin en une mince couche régulière et blanchâtre. Ce ferment ne présenterait pas grand inconvénient, s'il n'était pas souvent le précurseur du *mycoderma aceti*. Examinée au microscope, cette couche se montre formée d'articles allongés, sortes de cellules à l'intérieur desquelles on aperçoit des espèces de noyaux.

2° *L'amertume* est caractérisée par un ferment se représentant sous formes de longues arborescences formées de rameaux touffus, noueux et enchevêtrés, souvent colorés en rouge ou en brun, parfois incolores.

(1) Nous renvoyons, pour l'étude complète des maladies du vin et de leur traitement, au traité de MM. JACQUEMIN et ALLIOT, *La Vinification moderne*. Baillière, Paris.

3° *La graisse*. Cette maladie, plus particulière aux vins blancs, est due le plus souvent au manque de tannin et à la faiblesse de constitution du vin ; conditions qui favorisent le développement de petits ferments sphériques, réunis en chapelets qui sécrèteraient une matière mucilagineuse rendant le vin filant et visqueux.

4° *La pousse*. Cette maladie se développe dans les vins communs et de mauvaises années ayant subi en cuve une fermentation incomplète, ayant été mal soignés au début, mis dans des celliers trop chauds. Cette affection se manifeste dans les tonneaux, par une fermentation très active qui détermine un suintement du liquide par la bonde et les joints des douves : on dit que le vin « a la pousse ».

Cette maladie serait due à un ferment anaérobie vivant aux dépens de l'acide tartrique du sucre et de la glycérine en produisant CO_2 , $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^2$ de l'acide propionique et qui au microscope, avec un grossissement de 500 à 600 diamètres, se montre formé de nombreux filaments très déliés et très ténus, ressemblant au ferment lactique, mais dont il diffère en ce qu'il ne présente pas, comme ce dernier, d'étranglements médians.

CONCLUSIONS A TIRER DE L'ANALYSE D'UN VIN.

1° Lorsqu'on connaît l'origine et l'année de récolte du vin qu'il s'agit d'analyser, on ne doit établir les conclusions que par comparaison avec les données de l'analyse d'un vin provenant du même endroit, récolté la même année et traité de la même manière ;

2° *Les vins rouges* dont la teneur en extrait (déduction faite du sucre) est inférieure à 15 grammes par litre, *les vins blancs* chez lesquels cette teneur est inférieure à 14 grammes, ainsi que ceux dont l'extrait diminué du sucre et des acides fixes est inférieur à 10 grammes doivent être considérés comme falsifiés, à moins que l'analyse des vins naturels de la même région et de la même année de récolte, ne démontre que ces vins contiennent aussi peu d'extrait ;

3° *Les cendres du vin* forment environ le 10 % de l'extrait dont on a déduit le sucre. Les vins renfermant moins de 1^{er}40 de cendres doivent être considérés comme falsifiés avec la restriction du paragraphe précédent ;

4° *La somme alcool acide* doit être normale (voir mouillage), il en est de même du rapport alcool-extrait ;

5° Le rapport entre la quantité de *glycérine* et celle de *l'alcool* varie pour les vins secs entre 7 et 14 parties de glycérine pour 100 parties en poids d'alcool ;

6° Les vins contenant plus de 2 grammes de sulfate de potasse (soit 0^{es}92 acide sulfurique anhydre) par litre doivent être considérés comme falsifiés par excès de plâtre ;

7° La teneur en acide sulfureux total (libre et combiné) ne doit pas dépasser 200 milligrammes par litre, et celle en acide sulfureux libre 20 milligrammes par litre ;

8° Les vins contenant plus de 2 grammes d'*acides volatils* en acide acétique par litre, et qui présentent en même temps une saveur perceptible de vin piqué, doivent être considérés comme vins *altérés*. Ceux qui ont un goût de piqué alors même qu'ils renferment moins de 2 grammes d'acide acétique par litre, doivent être considérés comme ayant une tendance à se piquer. Enfin ceux qui ont plus de 2 grammes d'acides volatils par litre, sans cependant présenter le goût, ni l'odeur de vin piqué, doivent être considérés comme *non normaux* ;

9° Les vins ne doivent contenir aucune substance conservatrice ou sucrante, aucun métal toxique, ne présenter aucune maladie (amertume, graisse, tourne, etc.). Sa matière colorante doit être naturelle.

Appendice aux vins.

Vins de 2^e et 3^e cuvées ; piquettes ; vins de raisins secs. Vins de luxe. Vins mousseux. Boissons diverses.

A) VINS DE 2^e ET 3^e CUVÉES. (VINS D'EAU SUCRÉE).

Le marc de raisin dont on a obtenu le vin de vendange, contient encore de la crème de tartre, du tanin et des matières colorantes. On utilise ces résidus pour fabriquer des vins de 2^e cuvée, 3^e cuvée en ajoutant au marc, pressé ou non, de l'eau sucrée et en faisant fermenter le liquide obtenu. On obtient des vins de 3^e cuvée en traitant de la même façon le marc qui a servi à faire le vin de 2^e cuvée. Cette opération, qui consiste à faire fermenter de l'eau sucrée sur le marc, porte le nom de *petiotisation*.

Il ne faut pas confondre ces vins avec les piquettes qui sont aussi fabriquées avec des marcs, mais *sans sucre*.

M. Aimé Girard a comparé les vins préparés par 1^{re} et 2^e cuvées et a obtenu les résultats suivants :

1° Les vins provenant de la première fermentation de l'eau sucrée en présence des marcs, fournissent tous, lorsqu'ils titrent de 6 à 11 % d'alcool, une quantité d'extrait moindre que celle fournie par les vins de vendange. Cette quantité, dosée dans le vide sec et à froid, varie de 50 à 75 % du poids de l'extrait de ces derniers vins ; elle ne s'abaisse guère au-dessous de 14 grammes par litre et s'élève rarement au-dessus de 18 grammes.

2° La proportion de crème de tartre est toujours inférieure à celle des vins de vendange ; voisine de 2 grammes par litre, elle ne s'abaisse pas au-dessous de 1^{er}60.

3° Les proportions de tanin et de matières astringentes y sont également inférieures à ce quelles sont dans les vins de vendange ; la diminution varie considérablement, quelquefois de moitié, d'autrefois de $\frac{4}{5}$.

4° L'intensité de la coloration est toujours moindre que celle des vins de vendange et la diminution de cette intensité varie de 50 à 75 %.

Les vins de 2^e cuvée ou vins de marcs, valent comme propriétés hygiéniques les $\frac{2}{3}$ des vins naturels. Ces vins sont des boissons chaudes, excitantes, possédant un certain bouquet, devenant très vite bonnes à être mises en bouteilles et se conservant bien ; leur saveur alcoolique est moins vineuse que celle des vins naturels. Ils désaltèrent moins et ne paraissent pas supporter aussi bien l'eau, ils s'améliorent avec le temps. (Voir aussi à ce sujet : Carles, *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1883, tome VII, p. 14.)

B) PIQUETTES.

Ce sont des boissons produites par la fermentation que subit le liquide qui s'écoule du marc de raisins, délayé dans l'eau pure (sans sucre) et pressé.

Elles constituent des liquides pauvres en alcool et en extrait sec.

On les consomme sur place, car elles sont sujettes aux altérations spontanées.

On les emploie quelquefois pour couper les vins de première et deuxième cuvée.

C) VINS DE RAISINS SECS.

On emploie ces vins pour les coupages des vins vrais avec d'autant plus de facilité qu'il est pour ainsi dire impossible de découvrir la fraude.

Le caractère le plus net des vins de raisins secs c'est la présence d'une notable proportion de sucre réducteur levogyre dans ces vins. Elle varie de 0.7 à 1 pour 100, tandis qu'elle n'est qu'à l'état de traces dans les vins vrais ordinaires (0.2 à 0.3). Cette proportion de sucre augmente le poids de l'extrait qui est de 40 à 50 grammes par litre.

D) VINS DE LUXE OU DE LIQUEURS.

M. X. Roques définit ainsi les vins de liqueur, « vins dont la richesse alcoolique et saccharine est bien supérieure à celle des vins de consommation courante; ils ne sont pas obtenus comme le vin proprement dit, uniquement par la fermentation du jus de raisin frais. »

D'après leur mode de fabrication, le même auteur classe ces vins en sept groupes :

1° *Les vins doux mutés ou Mistelles.* — Obtenus en ajoutant de l'alcool au moût immédiatement après l'extraction de celui-ci. Tout alcool de ces vins provient donc du vinage. Mistelles, Banyuls, Grenache, Muscat.

2° *Les vins doux semi mutés.* — Obtenus en ajoutant au moût déjà en partie fermenté, une quantité suffisante d'alcool pour arrêter la fermentation et porter le degré alcoolique à 15° environ. On emploie pour préparer ces vins des raisins aussi sucrés que possible; afin d'augmenter leur richesse saccharine, on les laisse se dessécher partiellement sur les ceps.

3° *Les vins doux passerillés.* — Obtenus avec un moût extrêmement sucré provenant d'un raisin passerillé, c'est-à-dire desséché, soit sur le cep, soit au soleil, dans des locaux spéciaux ou au four. Ce moût, très sucré, abandonné à la fermentation et non alcoolisé comme les précédents, acquiert une force alcoolique de 13 à 15° et conserve une forte proportion de sucre indécomposé.

4° *Vins mutés avant la fermentation.* — Obtenus en vinant le moût aussitôt après la fermentation tumultueuse. Il faut arrêter celle-ci lorsque le moût contient encore une certaine quantité de sucre. Ce sont des vins très alcooliques. Le Porto en est le type.

5° *Vins secs.* — Obtenus par une fermentation ordinaire et complète. Ils diffèrent des vins ordinaires par les vinages qu'on leur fait subir et les manipulations auxquelles on les soumet pour les faire vieillir. Le Xérés en est le type.

6° *Vins à base de vin sec.* — Vins secs ayant subi des coupages destinés à leur donner une certaine douceur: Madère, Marsala.

7° *Vins cuits.* — Obtenus par cuisson du moût: cette opération, qui concentre le moût, a pour but d'augmenter le sucre et de donner de la coloration au vin, par suite de la formation de caramel. Le Malaga brun en est le type.

La préparation des vins de luxe exige des données très précises sur la composition du moût et du vin. Il y a lieu de doser dans le moût: *le sucre, l'acidité, le tannin*; dans le vin: *l'alcool, l'extrait sec, l'acidité, le sucre et le tannin.*

De la quantité de sucre du moût dépendent :

- 1° Le degré alcoolique;
- 2° La conservation du vin;
- 3° Le corps et la charpente du futur vin.

De la quantité d'acides, qui ne doit être ni trop faible ni trop grande, dépend la bonne fermentation, l'équilibre futur du liquide alcoolique et le bouquet qu'il est susceptible de développer grâce aux soins.

A) Moûts.

Sucre : La détermination de la richesse saccharine du moût se fait au moyen de l'aréomètre Baumé ou du densimètre (Voir Saccharométrie).

Pour les moûts on fait usage plus spécialement des appareils suivants :

L'aréomètre Baumé, dont l'échelle est arbitraire, mais qui a toujours été employé de préférence pour peser le moût de raisin, parce que le hasard a voulu que chaque division corresponde à 1.8 % de sucre, soit 1,800 gr. par hectolitre, quantité nécessaire pour obtenir 1° d'alcool, et représente approximativement la proportion d'alcool qu'aura le vin après fermentation ; ainsi un raisin à peu près mûr, donnant un moût pesant 8° contiendra, lorsque le vin sera fait, 8 % d'alcool environ. (Pour son emploi, voir Densimétrie et Saccharométrie.)

Le gluco-œnomètre de Cadet de Vaux, ou pèse moût, est un aréomètre qui plonge dans l'eau pure jusqu'au milieu de la tige où est marquée la division O. Au-dessous de O sont des degrés qui ne sont autres que ceux de l'aréomètre Baumé pour liquides plus lourds, au-dessus, ceux du pèse esprit de Cartier. (Voir alcoométrie.)

La première échelle indique de combien la densité du moût non fermenté surpasse celle de l'eau ; la seconde donne les changements de densité dus à la production de l'alcool par la fermentation.

En face le O se trouve écrit le mot *décuvage* ; ce serait le moment de découvrir le vin.

Les résultats fournis par cet appareil sont inexacts, car les matières dissoutes dans le moût faussent les chiffres donnés. Ce qui en justifie l'usage, c'est la coïncidence fortuite qu'il présente entre ses degrés et la richesse alcoolique qu'aura le vin fait.

Glucomètre Guyot. — C'est une modification du précédent ; il porte trois échelles différentes, l'une qui est celle de Baumé, la seconde qui représente le nombre de grammes de sucre contenu dans un litre de moût ; la troisième indique quelle sera la richesse alcoolique du vin fait. Il donne de bonnes indications pour la fabrication du vin de Champagne.

Le Mutismètre Dujardin-Salleron n'est autre chose que le densimètre de Gay-Lussac gradué de 970 à 1170, et destiné à déterminer la quantité de sucre contenue dans le moût de raisin ; c'est l'appareil le plus sûr que l'on puisse employer, car ce n'est que le densimètre appliqué à l'essai des moûts.

C'est un aréomètre analogue à celui de Cadet de Vaux, mais dont l'échelle arbitraire de Baumé est remplacée par l'échelle densimétrique centésimale de Gay-Lussac.

La division 1000 du milieu de l'échelle représente le poids de l'eau distillée ; les divisions placées au-dessus de 1,000 mesurent les densités inférieures, et celles placées au-dessous les densités supérieures, c'est-à-dire le poids en grammes d'un litre de moût.

Il est divisé en degrés indiquant le troisième chiffre de la densité et les dixièmes de degrés indiquent le quatrième ; ainsi 2°2 veut dire 1022. Les dixièmes de degrés marquent donc le gramme par litre.

Pour se servir de l'appareil, on prélève quelques grappes, représentant autant que possible un échantillon moyen de la vendange, on les écrase puis à l'aide d'une petite presse, on exprime le jus qu'on filtre sur un linge ou mieux sur un tamis de crin posé sur un entonnoir (pour séparer les pépins et les rafles) et on le reçoit dans une éprouvette. On y plonge ensuite le *mustimètre*. Il est bien entendu que l'essai, pour être exact, doit être fait sur le jus fraîchement exprimé des grappes et n'ayant subi aucune fermentation.

La graduation 1000 indique le moment du décuvement et correspond au zéro du gluco-œnomètre ou pèse-moûts.

Il suffira de citer un exemple de l'essai d'un moût à l'aide du *mustimètre*, pour en faire comprendre le mode d'emploi et les avantages qu'il présente sur les aréomètres qui l'ont précédé et qui sont de plus en plus abandonnés comme insuffisants.

Exemple. — Le moût est pesé à la température de 21 degrés ; le *mustimètre* y marque 1065 ; la Table XVIII indique qu'il faut ajouter 1,1 à l'indication du *mustimètre*, de sorte que le poids du moût ramené à la température de 15 degrés est de 1066,1.

Table XVIII.

Température.	Correction.	Température.	Correction.
10	— 0.6		
11	— 0.5	21	+ 1.1
12	— 0.4	22	+ 1.3
13	— 0.3	23	+ 1.6
14	— 0.2	24	+ 1.8
15	0	25	+ 2.0
16	+ 0.1	26	+ 2.3
17	+ 0.3	27	+ 2.6
18	+ 0.5	28	+ 2.8
19	+ 0.7	29	+ 3.1
20	+ 0.9	30	+ 3.4

Si on reporte la densité corrigée de 1066,1 dans la table des richesses saccharin et alcoolique (page 174), on trouve en regard de 1066,1, l'indication du *mustimètre*.

Première colonne. — Densité 1066 (un litre de moût pèse 1066 gr.).

Deuxième colonne. — Degré correspondant de l'aréomètre Baumé, du gluco-œnomètre ou pèse-moût, 8° d'après Soubeiran.

Troisième colonne. — Grammes de sucre de raisin ou glucose par litre de moût: 146 grammes.

Richesses saccharine et alcoolique du moût de raisin.

Densités ou degrés du mustimètre.	Degrés de l'aréomètre de Baumé.	Grammes de sucre par litre de moût.	Richesse alcoolique du vin fait.	Sucre cristallisable qu'il faut ajouter à 1 lit. de moût pour obtenir du vin à 10% d'alcool.	Eau qu'il faut ajouter à 1 lit. de moût pour le ramener à la densité 1075 (10° Baume)
		kil.		kil.	
1050	6.9	0.403	6.0	0.068	
1051	7.0	0.406	6.2	0.065	
1052	7.1	0.408	6.3	0.063	
1053	7.2	0.411	6.5	0.059	
1054	7.4	0.414	6.7	0.056	
1055	7.5	0.416	6.8	0.054	
1056	7.6	0.419	7.0	0.051	
1057	7.8	0.422	7.2	0.048	
1058	7.9	0.424	7.3	0.046	
1059	8.0	0.427	7.5	0.042	
1060	8.1	0.430	7.6	0.041	
1061	8.3	0.432	7.8	0.037	
1062	8.4	0.435	7.9	0.036	
1063	8.5	0.438	8.1	0.032	
1064	8.6	0.440	8.2	0.031	
1065	8.8	0.443	8.4	0.027	
1066	8.9	0.446	8.6	0.024	
1067	9.0	0.448	8.7	0.022	
1068	9.2	0.451	8.9	0.019	
1069	9.3	0.454	9.0	0.017	
1070	9.4	0.456	9.2	0.013	
1071	9.5	0.459	9.3	0.012	
1072	9.7	0.462	9.5	0.008	
1073	9.8	0.464	9.6	0.007	
1074	9.9	0.467	9.8	0.003	
1075	10.0	0.470	10.0		litre
1076	10.2	0.472	10.1		0.01
1077	10.3	0.475	10.3		0.02
1078	10.4	0.478	10.5		0.04
1079	10.5	0.480	10.6		0.05
1080	10.7	0.483	10.8		0.06
1081	10.8	0.486	10.9		0.08
1082	10.9	0.488	11.0		0.09
1083	10.0	0.491	11.2		0.10
1084	11.1	0.494	11.4		0.12
1085	11.3	0.496	11.5		0.13
1086	11.4	0.499	11.7		0.14
1087	11.5	0.202	11.9		0.16
1088	11.6	0.204	12.0		0.17
1089	11.7	0.207	12.2		0.18
1090	11.9	0.210	12.3		0.20
1091	12.0	0.212	12.5		0.21
1092	12.1	0.215	12.6		0.22
1093	12.3	0.218	12.8		0.24
1094	12.4	0.220	12.9		0.25
1095	12.5	0.223	13.1		0.26
1096	12.6	0.225	13.3		0.28
1097	12.7	0.228	13.4		0.29
1098	12.9	0.231	13.6		0.30
1099	13.0	0.234	13.8		0.31
1100	13.1	0.236	13.9		0.33

Richesses saccharine et alcoolique du moût de raisin (suite).

Densités ou degrés du mustimètre.	Degrés de l'aréomètre de Baumé.	Grammes de sucre par litre de moût.	Eau qu'il faut ajouter à un litre de moût pour le ramener à la densité 1075 (10° Baumé)
		kil.	litre
1101	13.2	0.239	0.34
1102	13.3	0.242	0.36
1103	13.5	0.244	0.37
1104	13.6	0.247	0.38
1105	13.7	0.250	0.40
1106	13.8	0.252	0.41
1107	13.9	0.255	0.42
1108	14.0	0.258	0.43
1109	14.2	0.260	0.45
1110	14.3	0.263	0.46
1111	14.4	0.266	0.48
1112	14.5	0.268	0.49
1113	14.6	0.271	0.50
1114	14.7	0.274	0.52
1115	14.8	0.276	0.53
1116	15.0	0.279	0.54
1117	15.1	0.282	0.56
1118	15.2	0.284	0.57
1119	15.3	0.287	0.59
1120	15.4	0.290	0.60
1121	15.5	0.292	0.61
1122	15.6	0.295	0.62
1123	15.7	0.298	0.64
1124	15.9	0.300	0.65
1125	16.0	0.303	0.66
1126	16.1	0.306	0.68
1127	16.2	0.308	0.69
1128	16.3	0.311	0.70
1129	16.5	0.314	0.72
1130	16.6	0.316	0.73
1131	16.7	0.319	0.74
1132	16.8	0.322	0.76
1133	16.9	0.324	0.77
1134	17.0	0.327	0.78
1135	17.2	0.330	0.80
1136	17.3	0.332	0.81
1137	17.4	0.335	0.82
1138	17.5	0.338	0.84
1139	17.6	0.340	0.85
1140	17.7	0.343	0.86
1141	17.8	0.346	0.88
1142	17.9	0.348	0.89
1143	18.0	0.351	0.90
1144	18.1	0.354	0.92
1145	18.2	0.356	0.93
1146	18.4	0.359	0.94
1147	18.5	0.362	0.96
1148	18.6	0.364	0.97
1149	18.7	0.367	0.98
1150	18.8	0.370	1.00

Quatrième colonne. — 8°6 : richesse alcoolique du vin fait après transformation, par fermentation, de 146 grammes du sucre en alcool, en admettant que la totalité du sucre fermente, ce qui n'arrive pas toujours, surtout si la richesse alcoolique dépassait 14°.

Cinquième colonne. — Indique le poids du sucre cristallisé pur, 24 grammes, qu'il faudrait ajouter à un litre de moût pour produire un degré alcoolique de 10°/o.

Sixième colonne. — Fait connaître la quantité d'eau que doit recevoir chaque litre de moût pour le ramener, s'il est trop sucré, à la densité normale de 1075 (10° Baumé).

S'il s'agit d'un dosage précis du sucre, on opérera par réduction de la liqueur cupro alcaline, avant et après interversion (voir saccharimétrie), et si l'on veut doser séparément le glucose et le levulose, on opérera comme il est dit plus loin à l'analyse du vin de liqueur.

Acidité. — Elle se détermine comme dans les vins et s'exprime en acide sulfurique.

M. Dujardin-Salleron construit un tube acidimétrique très pratique pour les essais rapides ; il est gradué soit en acide sulfurique, soit en acide tartrique (fig. 8).

MODE D'EMPLOI DU TUBE ACIDIMÉTRIQUE. — A) *Moûts et vins blancs.* — Verser dans le tube, jusqu'au trait A, le moût ou le vin à essayer,



(Fig. 8.)

affleurer au besoin le niveau du liquide avec une pipette. Ajouter avec un compte-gouttes, lorsqu'on opère sur des moûts ou des vins blancs, deux gouttes de phtaléine. Verser la liqueur alcaline titrée, qui accompagne l'appareil, par petites quantités avec le flacon ou *mieux*, avec l'une des deux pipettes. La phtaléine prend une teinte rose qui disparaît par agitation ; on continue à verser doucement, jusqu'à ce que le mélange prenne, par l'addition d'une dernière goutte de liqueur alcaline, une teinte rose *persistante*. On lit alors sur le tube, tenu bien verticalement, en regard de la graduation et en face du niveau du liquide, la richesse *acide* du moût ou du vin évaluée en grammes et décigrammes *d'acide tartrique* par litre.

Si on se sert du tube gradué en acide sulfurique, on verse dans le tube 10° de vin, on y ajoute un égal volume d'eau, jusqu'au trait O et on opère comme précédemment. On néglige l'expulsion de l'acide carbonique, dont l'action représente au maximum 25 centigrammes environ, quantité négligeable pour un essai rapide.

B) *Moûts et vins rouges.* — On mesure, comme précédemment, le vin à essayer dans le tube jusqu'au trait A, et comme la matière colorante du vin est elle-même un réactif très sensible, on ajoute doucement la liqueur alcaline titrée, directement ou *mieux* avec une pipette, en observant attentivement les différentes colorations prises par le vin. Afin de faciliter l'appréciation des changements de teinte, on incline le tube bouché, au-dessus d'un papier blanc, de manière à amener un peu de liquide dans la boule B ; on *examine* alors facilement les colorations

sous une faible épaisseur. Le vin prend, sous l'action de l'addition successive de la solution alcaline, les teintes énumérées aux vins (page 142), la teinte finale étant la couleur noire.

Tanin. — Procédé Lowenthal, modifié par M. Pi.

Solutions nécessaires :

1^{re} Solution de permanganate de potasse à 1 gramme de permanganate par litre. On la titre avec de l'acide oxalique déci-normal (voir documents physico-chimiques), dont 10^{cc} exigent 31^{cc}6 de permanganate, ou bien avec de l'acide citrique ou tartrique.

10^{cc} solution déci-normale ($C^2O^2(OH)^2$) d'acide oxalique = 0,063.

10^{cc} solution déci-normale ($C^6H^8O^7 + H^2O$) d'acide citrique = 0,075.

10^{cc} solution déci-normale ($C^4H^6O^6 + 2H^2O$) d'acide tartrique = 0,075.

2^e Solution d'indigo. On prend 1 gramme d'indigotine pure (sublimée), on la met dans un flacon bouché à l'émeri d'environ 30^{cc}; on ajoute 20^{cc} d'acide sulfurique monohydraté pur et on laisse le tout en digestion pendant huit jours, en agitant de temps en temps. On verse le sulfate d'indigo formé dans une carafe jaugée de 500^{cc}; on remplit d'eau et on filtre.

On titre cette solution avec la liqueur de permanganate titrée. Le titre obtenu, on ajoute de l'eau à la liqueur d'indigo, de manière à ce que 20^{cc} de cette solution exigent 20^{cc} de permanganate. L'indigotine est préférable au carmin d'indigo, qui se trouve rarement pur.

3^e Solution de gélatine. On fait tremper pendant 6 ou 7 heures, 25 grammes de gélatine Nelson dans 250^{cc} d'eau et on fait dissoudre la gélatine par chauffage au bain-marie; on sature la solution de sel marin et on complète à un litre avec une solution saturée de sel marin. On agite, et après 48 heures de repos, on filtre clair.

4^e Acide sulfurique dilué. Solution renfermant 50 grammes d'acide sulfurique pur et concentré, par litre.

Mode opératoire: Dans un vase en verre reposant sur une feuille de papier blanc, on verse 50^{cc} de vin, on ajoute 20^{cc} de la solution d'indigotine et 500^{cc} d'eau. La solution de permanganate est introduite dans une burette divisée en dixièmes de centimètre cube, donnant un écoulement régulier. On agite constamment pour assurer l'uniformité de la combinaison.

On cesse l'addition du permanganate lorsque la coloration bleue de l'indigo, après être passée au vert, fait place à une couleur jaune clair. Ce passage est très court et il exige l'attention soutenue d'un œil exercé. Une goutte de permanganate provoque une coloration rose pâle sur les bords du liquide, qui ne tarde pas à devenir jaune orange. Le jaune clair constitue le terme de l'opération. On procède à une deuxième titration et on prend la moyenne.

Après avoir retranché la quantité de permanganate qu'exigent les 20^{cc} de solution d'indigo, on multiplie par 2. Le résultat représente la quantité totale de matières oxydables contenue dans 100^{cc} de vin soit a.

D'un autre côté, on mélange 100^{cc} de vin avec 100^{cc} de la solution de gélatine et 50^{cc} d'acide sulfurique dilué; on ajoute trois fortes pincées de kaolin pur, on agite énergiquement et on filtre de suite, on a une liqueur parfaitement limpide. De cette liqueur, on prélève 100^{cc} qu'on

titre comme précédemment. La moyenne de deux titrages, diminuée de la quantité de permanganate qu'exige l'indigotine, multipliée par 2,5, donne un chiffre *b* représentant les matières oxydables dans 100^{cc} de vin qui subsistent après élimination du tannin. D'où il résulte que *a-b* représente le nombre de centimètres cubes de permanganate nécessaires pour oxyder le tannin de 100^{cc} de vin.

En l'absence de données précises sur les tanins qui, suivant les cépages, etc., agissent avec plus ou moins d'énergie vis-à-vis du permanganate, il est préférable d'exprimer le permanganate en acide oxalique, on obtient de la sorte des résultats comparables.

50 ^{cc} de vin et 20 ^{cc} de solution d'indigotine	}	font virer 31 ^{cc} 5 de permanganate
20 ^{cc} d'indigotine seule	font virer.....	20 ^{cc} 0 —
	Différence.....	11 ^{cc} 5 —
Quantité totale de corps oxydables dans 100 ^{cc} de vin :		
	$11^{\text{cc}}5 \times 2 = 23^{\text{cc}}0 = a.$	
Après précipitation par la gélatine :		
100 ^{cc} de la solution de la gélatine filtrée et 20 ^{cc} de la solution d'indigotine	}	font virer 25 ^{cc} 6 de permanganate
20 ^{cc} d'indigotine seule	font virer.....	20 ^{cc} 5 —
	Différence.....	5 ^{cc} 1 —
A déduire pour influence de la gélatine.....		
	Différence.....	1 ^{cc} 9
	Différence.....	3 ^{cc} 2
Corps oxydables après élimination des tanins, dans 100 ^{cc} de vin :		
	$3^{\text{cc}}2 \times 2,5 = 8,00 = b.$	

Si dès lors on désigne par *c* la quantité de permanganate nécessaire pour oxyder 10^{cc} d'acide-oxalique déci-normal, soit 31^{cc}6 comme il a été dit plus haut, on a :

$$a = 23^{\text{cc}}.$$

$$b = 8^{\text{cc}}.$$

$$c = 31^{\text{cc}}6.$$

a-b = 15, on formulera :

$$x = \frac{15 \times 6,3}{31,6} = 2^{\text{cc}}9 \text{ de tannin exprimé en acide oxalique (6,3).}$$

Donc, 100^{cc} de vin dosé renferment 2^{cc}9 de tannin.

B) Vins.

Dosage de l'alcool. — L'alcool sera dosé par distillation au moyen de l'alambic Salleron (Voir alcoométrie); on examine ensuite comme il est dit aux eaux-de-vie, l'alcool au point de vue de sa pureté (aldéhydes, éthers, alcools supérieurs). Une remarque s'impose ici :

Pour les mistelles, c'est-à-dire les moûts de raisins frais mutés à l'alcool, le régime douanier impose chacun des éléments constitutifs de la mistelle (alcool et moût); il prélève un droit d'alcool sur la quantité

contenue dans le mélange, et des droits des moûts de vendange marquant 12° Baumé, ou de 12°1 Baumé à 20°9 sur le jus ou le moût, le degré Baumé devant être établi après élimination de l'alcool.

Les importateurs doivent déclarer le volume total du liquide, le degré alcoolique et le nombre de litres d'alcool pur contenu dans la mistelle, le degré Baumé et la densité du moût privé de son alcool, la quantité exprimée en litres ou en hectolitres, etc.

EXEMPLE DE LIQUIDATION.

Un hectolitre de mistelle à 12° d'alcool.

Si le moût privé d'alcool marque 12 degrés Baumé :	
Alcool, 12 litres. — Poids, 9 ^m 4 à la densité de 0,795, à 70 francs par hectolitre.....	8 40
Moût, 88 litres, soit 95 ^m 92 à la densité de 1,09 ou 95,5, à 12 francs par hectolitre.....	11 46
	19 86
Si le moût privé d'alcool marque 15° Baumé :	
Alcool, 12 litres. — Poids, 9 ^m 54 à la densité de 0,975, à 70 francs par hectolitre.....	8 40
Moût, 88 litres, soit 97 ^m 68 à la densité de 1,11 ou 97,5 à 35 fr. par 100 kg.....	34 13
	42 53

Pour toutes ces déterminations, nous renvoyons à la notice sur les instruments de précision, appliquée à l'analyse des vins, de M. Dujardin-Salleron.

Il importe cependant de distinguer une mistelle d'un vin de liqueur.

DISTINCTION DES MISTELLES ET DES VINS DE LIQUEUR.

La mistelle est le produit obtenu par le *mutage* à l'alcool, d'un moût de raisins frais non fermenté. (Voir page 170.)

Les vins de liqueur assimilables aux vins naturels, sont ceux qui proviennent exclusivement de la fermentation incomplète, « sans addition d'alcool », du jus de raisins frais, l'alcool parvenu à un certain degré arrêtant naturellement toute fermentation.

Les laboratoires officiels peuvent, en appliquant la règle suivante donnée en 1888 par le Comité consultatif des Arts et Manufactures, faire la distinction des mistelles des vins de liqueur :

« Lorsque, dans un vin contenant du sucre et de l'alcool, la quantité de sucre *totale* (que l'on obtiendra en ramenant l'alcool à l'état de sucre et en ajoutant à ce nombre le poids du sucre dosé directement), sera supérieure à 325 grammes par litre, le vin devra être considéré comme ayant été muté. »

Voici comment on calcule pour trouver la quantité de *sucre totale*.

Un vin de liqueur sucré (vin de Malaga ou de Samos, par exemple), pèse en nature au densimètre, alcool compris, 1075, soit 10° de liqueur en degrés Baumé (2° col. de la table du mustimètre, p. 173); ce vin renferme 14° d'alcool pesés à l'aide de l'alambic Salleron. Ce vin, réduit et ramené au volume

primitif avec de l'eau et, par conséquent, privé d'alcool, marque 1085 au mutismètre (11°3 de liqueur en degrés Baumé, 2° colonne). On en déduit, sans calcul, d'après la 3° colonne, que ce vin renferme 196 gr. de sucre par litre, lesquels ajoutés aux 237 grammes (3° colonne) qui sont supposés avoir produit les 14° d'alcool trouvés par distillation, indiqueraient approximativement que le vin aurait en puissance $196 + 237 = 433$ grammes de sucre, ou en alcool $14° + 11°5 = 25°5$, si les 196 grammes de sucre étaient transformés en alcool par fermentation.

Dosage de l'extrait sec. — M. Sallcron a démontré qu'on obtenait la richesse extractive vraie d'un vin sucré, déduction faite du sucre qu'il contient, en retranchant du chiffre fourni par l'œnobaromètre le poids de sucre multiplié par 0.7747; c'est là un procédé rapide et exact.

Cet auteur a établi une table donnant l'extrait sec du vin sucré d'après le poids de l'extrait sec œnobarométrique et le poids du sucre (1).

Dosage de l'acidité (Voir moût).

Dosage du tanin (Voir moût).

Dosage des sucres. Il importe ici de séparer et de doser séparément le glucose et le lévulose (mélange qui constitue le sucre de raisin) qui se trouvent en proportions variables, suivant le cépage, le degré de maturité de la vendange, etc...

Pour cela mesurer 100^{cc} de vin dans une fiole jaugée à 100 - 110°, le déféquer avec 10^{cc} sous acétate de plomb, agiter, filtrer. Sur le liquide filtré, déterminer le sucre réducteur total avec la liqueur bleue, et la rotation saccharimétrique au tube de deux décimètres ou de 22 centimètres : on calcule ensuite ainsi :

$$\text{Glucose } G = 0.6383 \times R + 0.0748 \alpha.$$

de 100^{cc} de vin.

$$\text{Levulose } L = R - G.$$

de 100^{cc} de vin.

R = proportion centésimale de sucre réducteur total (en sucre interverti, α = valeur de la rotation observée, augmentée de 1/10° pour compenser la dilution (2) à + 15° et en degrés saccharimétriques (le signe + s'applique aux vins dextrogyres et — aux vins lévogyres).

(Lorsque ce dosage est appliqué aux moûts, il est bon de faire remarquer que tous les moûts sont toujours lévogyres, parce que le pouvoir rotatoire gauche du levulose est supérieur au pouvoir rotatoire droit du glucose).

Soit

$$R = 35''$$

$$\alpha = - 5''$$

on a

$$\text{Glucose} = 0.6383 \times 35 - 5 \times 0.0748 = 21.9665$$

$$\text{Levulose} = 35 - 21.9665 = 13.0335.$$

M. Roques résume de la façon suivante les caractères que présentent, à l'analyse, les différents types de vin de luxe :

(1) On peut pour le dosage de l'extrait des vins sucrés se servir de la formule donnée à l'extrait des vins ordinaires.

(2) Si au lieu du tube de deux décimètres on se sert du tube de 22 centimètres, il est inutile d'augmenter le degré lu, de 1/10°.

Vin doux muté (Mistelles).	Teneur en sucre supérieure à 150 ^{gr.} . Teneur en sucre total supérieure à 300 ^{gr.} . Proportion égale de glucose et de levulose. Alcool distillé, très peu chargé en matières volatiles.
Vin doux 1/2 muté.....	Le vinage a été fait avec un alcool d'industrie neutre (c'est-à-dire sans aldéhydes, ni éthers, ni alcools supérieurs). Teneur en sucre de 120 à 180 ^{gr.} . Teneur en sucre total supérieure à 300 ^{gr.} . Alcool distillé contenant une notable proportion de produits volatils.
Vin doux passerillé.....	Teneur en sucre assez élevée. Teneur en sucre total supérieure à 300 ^{gr.} . Teneur en levulose supérieure à celle de glucose. Proportion notable d'aldéhydes, d'éthers et alcools supérieurs dans l'alcool distillé.
Vin muté avant la fin de la fermentation.....	Teneur en sucre comprise entre 50 et 70 ^{gr.} . Teneur en sucre total supérieure à 300 ^{gr.} . Teneur en levulose dépassant celle de glucose. Proportion notable de substances volatiles dans l'alcool distillé.
Vin sec.....	Très peu de sucre. Teneur en alcool comprise entre 18° et 20°. Proportion très notable d'aldéhydes, éthers et alcools supérieurs.
Vins à base de vins secs.	Teneur en sucre comprise entre 40 et 80 ^{gr.} . Teneur en sucre total supérieure à 300 ^{gr.} . Teneur en levulose dépassant celle en glucose. Proportion notable d'aldéhydes, d'éthers et d'alcools supérieurs.

E) VINS MOUSSEUX.

Ces vins sont caractérisés par une production plus ou moins abondante de mousse, se manifestant lors du débouchage des bouteilles qui les renferment.

Les vins mousseux se divisent en deux groupes :

Les vins mousseux naturels.

Les vins mousseux artificiels.

Les premiers, caractérisés par l'acide carbonique libre qu'ils tiennent en dissolution et qui provient de leur fermentation en bouteilles. Ce sont les vins de Champagne.

Les seconds, rendus mousseux par le gaz carbonique qu'ils reçoivent d'appareils spéciaux de saturation. Les premiers se distingueront des seconds par la persistance et le bouquet particulier de la mousse.

Le chimiste n'est jamais appelé à faire l'analyse de tels vins, car ils ne sont pas soumis aux falsifications courantes. Leur prix élevé les en garantit suffisamment.

Si leur analyse était nécessaire, on la pratiquerait comme celle du vin ordinaire, après avoir chassé l'acide carbonique et si le vin contenait plus de 5 grammes de sucre pour 100, on emploierait les méthodes indiquées aux vins de liqueurs.

La seule occasion dans laquelle le chimiste puisse intervenir, c'est dans l'examen des moûts destinés à produire le vin.

I. — Vins mousseux naturels.

Théorie des vins mousseux. — Un vin devient mousseux parce qu'au moment de sa mise en bouteilles il contient encore du sucre. La fermentation lente qui se produit à l'intérieur de la bouteille après bouchage décompose ce sucre en alcool et acide carbonique (à condition, bien entendu, que le milieu ne renferme pas un excédent d'alcool susceptible de gêner l'évolution de la levure).

Le gaz carbonique est soluble dans l'eau et plus encore dans l'alcool; sous l'influence de la pression qui augmente dans les bouteilles closes, le vin se charge peu à peu d'acide, et lorsqu'on débouche la bouteille, l'acide carbonique comprimé se sépare du liquide en provoquant une explosion et de la mousse.

La pratique a démontré qu'il faut de 4 à 5 atmosphères à l'intérieur des bouteilles pour produire une bonne expulsion du bouchon et une belle mousse; une pression supérieure projetterait trop violemment le bouchon et soulèverait trop brutalement le vin; en outre, elle exposerait à une nombreuse casse de bouteilles.

M. Salleron construit un appareil, « l'Aphromètre », destiné à mesurer la pression des vins mousseux à l'intérieur des bouteilles.

Composition que doit avoir le vin au moment du tirage pour donner une bonne mousse. — On détermine pour cela deux facteurs :

- 1° La quantité de sucre qui fermentera dans les bouteilles.
- 2° La propriété dissolvante du vin (coefficient d'absorption) pour l'acide carbonique.

Principes : α) 1 gramme de sucre donne en moyenne, après fermentation, 0,247 CO² et 1,643 d'alcool (en théorie il y aurait 0,259 Co² et 1,643 d'alcool).

Ceci à la température de + 15°.

β) On appelle coefficient d'absorption ou de solubilité le chiffre qui exprime le volume de gaz qu'une quantité déterminée de vin peut dissoudre à une température donnée, la pression restant constante.

γ) Pour atteindre une pression d'une atmosphère, il doit y avoir, dans les bouteilles, un volume de gaz égal à celui du vin.

Donc : La bouteille supportera une pression interne égale au volume du gaz dissous divisé par le coefficient d'absorption et réciproquement ; le volume de gaz dissous dans le vin, sous une pression donnée, sera égal à la pression supportée par la bouteille multipliée par le coefficient d'absorption.

Si X est ce coefficient à la température ambiante, P la pression dans la bouteille, V le volume de gaz dissous dans le vin, on aura :

$$P = \frac{V}{X}$$

$$V = XP$$

Puisque c'est le sucre, en fermentant, qui produit le volume du gaz V, ce volume sera indiqué par la richesse saccharine du vin. Donc pour établir la force et la pression, il faut d'abord connaître la quantité de sucre et d'alcool que contient le vin au tirage. Ces deux dosages ne présentent aucune difficulté (Voir moûts et vins.)

Connaissant le poids de sucre, on peut connaître aussi la quantité d'alcool et d'acide carbonique qui se produira par fermentation.

Puis pour déterminer le coefficient d'absorption du vin, on tiendra compte de la richesse alcoolique trouvée, puisque l'alcool augmente le pouvoir dissolvant du vin vis-à-vis de CO².

Pour déterminer le coefficient d'absorption on se sert de la Table XIX, qui indique le pouvoir dissolvant de l'eau et de l'alcool absolu pour CO² aux températures de 0° à + 30° centigrades.

Table XIX

Coefficients d'absorption de l'eau et de l'alcool calculés pour les températures comprises entre 0° et + 30° centigrades
(Bunsen et Carius).

Température.	Eau .	Alcool.	Température.	Eau.	Alcool.
0°	1.7967	4.3295	16°	0.9753	3.1438
1°	1.7207	4.2368	17°	0.9519	3.0908
2°	1.6481	4.1466	18°	0.9318	3.0402
3°	1.5787	4.0589	19°	0.9150	2.9921
4°	1.5126	3.9736	20°	0.9014	2.9465
5°	1.4497	3.8908	21°	0.8900	2.9034
6°	1.3901	3.8105	22°	0.8800	2.8628
7°	1.3339	3.7327	23°	0.8710	2.8247
8°	1.2809	3.6573	24°	0.8630	2.7890
9°	1.2311	3.5844	25°	0.8560	2.7558
10°	1.1847	3.5140	26°	0.8505	2.7251
11°	1.1416	3.4461	27°	0.8450	2.6969
12°	1.1018	3.3807	28°	0.8420	2.6711
13°	1.0653	3.3177	29°	0.8330	2.6478
14°	1.0351	3.2573	30°	0.8270	2.6270
15°	1.0020	3.1993			

Les exemples suivants sont empruntés au *Traité des Vins de luxe*, de M. Victor Sebastian.

Supposons que, à la température de + 15°, le titre alcoolique soit de 86; un litre de vin renfermera 86^{cc} d'alcool et 914^{cc} d'eau.

Le pouvoir dissolvant de l'eau étant à + 15° 1,0020
 — l'alcool — 3,1993

On aura :

$$\begin{array}{r} \text{Eau} \dots\dots 914 \times 1,0020 = 915,828 \\ \text{Alcool} \dots\dots 86 \times 3,1993 = 275,139 \\ \hline 1190,967 \end{array}$$

C'est-à-dire que le vin à + 15° centigrades dissoudra 1190^{cc}967 de CO² à la pression normale. En divisant ce coefficient par 1000 pour le rapporter au litre, on aura :

$$\frac{1190,967}{1000} = 1,190$$

Mais comme le vin renferme non seulement de l'alcool et de l'eau, mais aussi du sucre qui ajoute son influence, il faut, pour déterminer rigoureusement le pouvoir d'absorption, se servir de l'absorptiomètre de Salleron. Nous ne décrivons pas cet appareil, nous renvoyons le lecteur à la notice qui l'accompagne.

Avec ces données, il est possible maintenant de déterminer la quantité de sucre nécessaire pour obtenir une pression déterminée.

Deux cas sont à considérer.

α) Le vin à traiter renferme du sucre (glucose) indécomposé; il faudra donc calculer la pression que sa fermentation dégagera sous forme de CO².

β) Le vin à traiter ne renferme plus de sucre (1); il faut alors déterminer la quantité de sucre à ajouter pour obtenir la pression normale.

Exemple du premier cas. — Le vin de tirage a la composition suivante :

Sucre (glucose) par litre..... 29 grammes
 Alcool % en volume..... 8,5

On sait que 4^{cc}123 de glucose produisent 1 litre CO². On aura d'abord:

$$\text{Poids de sucre restant } \frac{29}{4,123} = 7,33.$$

Ce sucre développera donc 7^{cc}33 CO² dans 1 litre de vin.

(1) Pour le dosage du sucre, voir pages suivantes procédé François.

En outre, on sait que 100 grammes de sucre fermenté produisent 60^o98 d'alcool absolu (soit 6,098 %): donc 1^o alcoolique est fourni par 16^o40 de sucre :

$$\frac{1}{0,06098} = 16,40.$$

Et rapportant ces données au sucre existant, on trouvera que les 29 grammes de sucre fourniront 1^o77 d'alcool

$$\text{car } \frac{29}{16,40} = 1,77.$$

Enfin, si on ajoute à ce volume d'alcool celui qui existe dans le vin au moment du tirage (8^o5), on verra que le vin complètement fermenté aura un titre alcoolique de 8^o5 + 1,77 = 10^o27.

Ce vin renfermera donc après fermentation 102^o7 d'alcool et 897^o5 CO².

Avec ces données on se reportera à la Table précédente (page 182) pour calculer le coefficient d'absorption de vin à + 15^o

On aura :	Alcool	102 ^o 7	×	3.1993	=	328.568
	Eau	897 ^o 5	×	1.0020	=	899.094
						1.227.662

D'où on conclut que un litre de vin (1000^o) dissoudra 1.227^o de CO²; le coefficient d'absorption du vin sera donc 1.227.

Or les 29 grammes de sucre développeront (voir plus haut) 7 litres 33 CO².

La pression finale à + 15^o sera obtenue en divisant le volume de gaz par le coefficient d'absorption,

$$\frac{7.33}{1.227} = 5.9$$

la pression finale atteindra donc 5 atmosphères 9.

Exemple du deuxième cas. — Le vin de tirage renferme :

Alcool	9 ^o 5
Sucre (glucose)	3 ^o 50

la quantité de sucre étant insuffisante pour produire une bonne mousse, il faut calculer la quantité à ajouter au vin pour atteindre une pression de 6 atmosphères 5 par exemple à + 15^o centigrades.

On commence par déterminer le coefficient d'absorption du vin au moyen de la Table (page 182).

Alcool	95	×	3.1993	=	303.9335
Eau	905	×	1.0020	=	906.8100
					1210.7435

le coefficient d'absorption est 1.210 par litre.

a) *On veut ajouter du glucose au vin.*

Si on désigne par A le coefficient d'absorption du vin, par P la pression cherchée, par S le poids de glucose nécessaire pour 1 litre de vin et par V le volume du gaz carbonique; V étant égal à S divisé par 4.123, c'est-à-dire par le poids de glucose qui donne 1 litre CO², on écrit :

$$S = A \times P \times 4.123.$$

A nous est connu, on peut donc écrire :

$$S = 1.210 \times 6.5 \times 4.123 = 32.42$$

il faudra donc ajouter 32^o42 de glucose par litre.

Or 16^r40 de glucose fournissent 1^o alcoolique, donc 32^r42 en donneront :

$$\frac{32.42}{16.40} = 1.9$$

la richesse alcoolique définitive du vin sera donc :

$$9^{\circ}5 + 1^{\circ}9 = 11^{\circ}4.$$

Si on calcule le futur coefficient d'absorption sur ces nouvelles données, à + 15° centigrades, on aura :

$$\begin{array}{r} \text{Alcool} \dots\dots 114 \times 3.1993 = 364.720 \\ \text{Eau} \dots\dots\dots 886 \times 1.0020 = 887.772 \\ \hline 1252.492 \end{array}$$

le coefficient d'absorption sera 1,252; il servira à déterminer la proportion de glucose nécessaire pour atteindre la pression de 6 atmosphères 5 à + 15°, en effet

$$S = 1.252 \times 6,5 \times 4.123 = 33.552$$

ce sera la quantité de glucose nécessaire pour élever la pression à 6 atmosphères 5.

Mais il reste encore à tenir compte de ce que le vin contient 3^r50 de sucre

La quantité définitive de glucose à ajouter par litre sera donc :

$$33,55 - 3,50 = 30^{\text{r}}05.$$

Or, si 16^r40 de glucose donnent 1^o alcoolique par fermentation, 30 gr donneront $\frac{30}{16,40} = 1^{\circ}8$ d'alcool.

Ajoutant cet alcool à celui que contient le vin, on aura

$$9^{\circ}5 + 1^{\circ}8 = 11^{\circ}3$$

et on calculera le futur coefficient d'absorption d'après ce titre alcoolique :

$$\begin{array}{r} \text{Alcool} \dots\dots\dots 113 \times 3.1993 = 361,520 \\ \text{Eau} \dots\dots\dots 887 \times 1,0020 = 888,774 \\ \hline 1250,294 \end{array}$$

ce coefficient sera 1,250.

Avec ce coefficient, on calculera la dose de glucose nécessaire pour produire une pression de 6 atmosphères 5 à + 15° centigrades, d'après

$$S = 1,250 \times 6,5 \times 4,123 = 33,49$$

et comme le vin a une richesse saccharine de 3^r50, on aura

$$33,49 - 3,50 = 29,99.$$

b) On veut ajouter du saccharose au vin.

Si on se sert de saccharose pour sucrer le vin, il suffit de calculer comme pour le glucose et de multiplier le poids obtenu par 0^r95; pour avoir le poids de saccharose nécessaire pour produire la même pression.

Ainsi dans l'exemple précédent

$$29,99 \times 0,95 = 28,49$$

On ajoutera à 1 litre de vin 28^r49 de saccharose et on aura à + 15° centigrades, la pression de 6 atmosphères 5.

On peut diviser les vins mousseux naturels en trois groupes :

Les vins de Champagne.

— Saumur.

— ordinaires.

1° *Vins de Champagne*. — La fabrication du vin de Champagne exige des analyses constantes des moûts aux différentes étapes de la transformation. (Voir le tableau de la page 189).

Dès la mise en tonneaux, il faut analyser le moût pour y doser le sucre, pour savoir quelle quantité de liqueur de vendange il faut ajouter pour obtenir le degré alcoolique voulu.

Au moment du soutirage, il faut doser l'alcool avant et après cette opération, pour remplacer l'alcool évaporé.

Au moment de l'assemblage, on dose le tanin, l'acidité, l'alcool.

Le collage exige une analyse spéciale.

Dans le vin on dose encore le sucre, avant de verser la liqueur de tirage et avant de verser la liqueur de dosage pour calculer la quantité d'alcool et d'acide carbonique formée, ce qui produira la pression voulue, donnera une mousse suffisante, tout en évitant la casse des bouteilles.

M. Weinmann indique les conditions que doit remplir le moût des vins destinés à être tirés en mousseux, c'est-à-dire à fournir un vin facile à champagner, léger, agréable et bouqueté.

Nous ne retenons que les conditions qui intéressent le chimiste.

Le moût doit :

1° N'être pas trop sucré (ne pas marquer plus de 13° au maximum au pèse-moût);

2° Être cependant suffisamment sucré (s'il pèse moins de 10° au pèse-moût avant la fermentation, il faut ajouter du sucre);

3° Avoir une acidité suffisante; il doit titrer, avant la fermentation, de 6 à 10 grammes par litre d'acidité en SO^4H^2 , ce qui correspond à 9 à 15 grammes en acide tartrique. Pendant et après la fermentation, une bonne partie de l'acidité tombe. Si le titre acide n'est pas élevé, on l'augmentera avant ou pendant le travail de la fermentation, par addition d'acide tartrique ou mieux encore d'acide citrique.

M. Salleron, dans son étude sur *Les Vins Mousseux*, dit : « Du poids du sucre dépend le sort du tirage. Si ce poids est trop faible, la mousse sera insuffisante, elle ne sera pas *marchande*.... Si le poids de sucre est trop fort, la pression produite par le gaz dépassera la limite de résistance des bouteilles et la casse se déclarera. »

Il y a donc là une sorte d'équilibre: avoir assez de sucre pour que la mousse soit suffisante, n'en pas avoir trop pour que, la fermentation se produisant à l'intérieur de la bouteille, l'acide carbonique dégagé ne la brise pas.

Connaissant la quantité de sucre que contient le vin, on doit donc déterminer la quantité de sucre que l'on doit lui ajouter pour écarter le premier inconvénient.

On admet une pression de 5 atmosphères et demie et même 6 atmosphères à l'intérieur des bouteilles.

Il suffira de se reporter à la théorie des vins mousseux, précédemment étudiée, pour calculer les quantités de sucre destinées à produire cette pression.

Ce qu'il importe de savoir maintenant, c'est comment on dose le sucre restant dans le vin, non sucré, lors du tirage, car, connaissant le sucre existant, il est clair qu'il suffira, pour avoir la pression voulue, d'ajouter à ce sucre restant la quantité nécessaire pour former le poids total fourni par les calculs précédents.

A part les procédés chimiques de titrage des sucres, les procédés employés pour le dosage sont tous empiriques, mais suffisamment exacts pour faire force de loi dans les pays de production.

Le procédé le plus généralement employé est celui de François :

« On pèse exactement 750 grammes de vin, que l'on verse dans une capsule de porcelaine de la contenance de un litre et demi.

« On la place au bain-marie, pour éviter les projections au dehors, et de façon à avoir une évaporation régulière et modérée. On laisse évaporer le vin jusqu'à ce qu'il soit réduit à 125 grammes, *très exactement*.

« S'arranger de façon que l'opération dure quatre heures environ, et peser de temps en temps la capsule sur une balance, après avoir essuyé, au préalable, le fond extérieur.

« Si l'évaporation a été un peu forte à la fin, et qu'il reste moins de 125 grammes, on rétablit ce poids avec de l'eau distillée. On verse ce liquide réduit dans une éprouvette à pied en verre, on la couvre avec un papier et on la met dans un local d'une température de 12° 1/2.

« Après 24 heures de repos, les sels se sont déposés au fond de l'éprouvette; on introduit un gluco-œnomètre (de Cadet de Vaux) et on note soigneusement le point d'affleurement du liquide sur la tige. On estime le sucre restant dans le vin et celui à ajouter, avec la Table XX.

Table XX.

DEGRÉS du GLUCOMÈTRE	DEGRÉS DU DENSIMÈTRE LÉGAL.	SUCRE dans 100 litres DE VIN.	SUCRE. dans un litre DE VIN.	SUCRE à ajouter par CHAQUE LITRE.
1°	1.007	1kg 5	Extrait	»
2°	1.014	3 3	—	»
3°	1.021	5 0	—	»
4°	1.029	6 6	—	»
5°	1.036	8 2	—	»
6°	1.044	9 8	3gr.0	23gr.0
7°	1.051	11 4	5 5	20 5
8°	1.057	13 1	8 5	17 5
9°	1.067	15 0	11 5	14 5
10°	1.075	16 7	14 5	11 5
11°	1.083	18 5	17 5	8 5
12°	1.091	20 2	20 0	6 0
13°	1.099	22 0	23 0	3 0
14°	1.108	24 0	25 5	»
14° 1/2	1.112	25 0	28 25	»
15°	1.117	26 0	30 0	»

« Ces chiffres sont basés sur des vins marquant de 11° à 12° d'alcool. Pour les vins contenant moins de 11° d'alcool, il faut diminuer la quantité de sucre à ajouter de 1 à 2 grammes au moins par litre, et l'augmenter pour ceux titrant plus de 12° »

2° *Vins de Saumur*. — Les vins de Saumur sont des vins blancs, préparés par une méthode identique à celle du vin de Champagne.

« La seule différence consiste dans l'achat de la matière première. En Champagne, la vendange est achetée sur pied par les grands propriétaires de caves, et l'on ajoute dans les tonneaux (après le soutirage) une liqueur contenant 500 grammes de sucre dissous dans un litre de vin vieux, en quantité variable suivant la richesse saccharine naturelle du moût. La ration est fixée de telle sorte que le vin atteindra 11 à 12° d'alcool.

Dans le Saumurois, les vins, une fois faits chez le récoltant, sont achetés par les champagniseurs. Le coupage a lieu dans des cuves de 60 à 80 hectolitres munies d'un agitateur permettant de brasser la masse liquide et de la rendre homogène.

On met en tonneaux, etc., puis en bouteilles après collage. On mélange alors un quantité suffisante de liqueur sucrée pour obtenir cinq atmosphères de pression.

La plupart des praticiens opèrent très simplement. Il déterminent le poids du sucre naturel indécomposé dans le vin. Admettons que ce poids suit 2^{rs}50. Sachant qu'un gramme de sucre donne après fermentation 0^{rs}247 d'acide carbonique et que le coefficient d'absorption de ce gaz est fixé à 0,820 à la température de 10°, nous aurons :

$$5 \times 0,820 = 4 \text{ litres } 10.$$

Le volume d'acide carbonique doit être de 4 litres 10 par litre pour atteindre la pression de cinq atmosphères.

Le poids de sucre nécessaire pour produire 4 litres 10 d'acide carbonique sera indiqué par le quotient de $\frac{4 \cdot 10}{0,247}$, soit : 16.598.

Au moment de la mise en bouteille, chaque litre de vin devra posséder 16^{rs}59 de sucre. Or le vin en question n'en renferme que 2^{rs}50 ; il faudra donc ajouter la différence, c'est-à-dire 14^{rs}09 :

$$2,50 + 14,09 = 16,59.$$

Pratiquement, on met toujours en plus 5 à 6 grammes de sucre par litre, car la fabrication des bouteilles a fait beaucoup de progrès et le consommateur ne se contente pas aujourd'hui de la mousse que ses ancêtres trouvaient suffisante. Une bouteille débouchée doit se vider au moins de 12 p. 100 à la température de 10 degrés. (Sébastien : *Les Vins de luxe*.)

3° *Vins mousseux ordinaires*. — On obtient ces vins soit en plaçant le moût dont la fermentation n'est pas achevée dans des bouteilles bouchées hermétiquement et solidement, soit en plaçant le vin dont la fermentation est terminée, et, qui est clair, dans des bouteilles solidement bouchées, après

lui avoir ajouté 22 grammes par litre de sucre candi (si le vin ne contient pas plus de 2 p. 100 de sucre). Le vin pour être ainsi traité doit titrer au moins 5 grammes d'acidité par litre.

Enfin pour obtenir du vin blanc champagnisé, on prépare un sirop avec parties égales de vin blanc et de sucre, on place le vin blanc dans des bouteilles et on ajoute par litre de liquide 3 centilitres du sirop précédent. On bouche solidement les bouteilles et on les place à la cave le goulot en bas. Après cinq ou six semaines de repos, on prend chaque bouteille avec précaution, sans la changer de position et on la débouche la tête en bas, au-dessus d'un récipient quelconque, de façon à ne laisser tomber que le dépôt qui s'est produit, puis on la retourne vivement, on remplit alors si son contenu est bien clair avec du vin blanc bien clair, on bouche et on laisse se faire la fermentation.

Si après avoir séparé le dépôt formé dans la bouteille, son contenu n'était pas clair, il faudrait, avant d'y ajouter le vin blanc, le traiter par la colle de poisson, laisser se former le dépôt, le décanter comme précédemment et enfin ajouter le vin.

Parmi les vins mousseux ordinaires, les plus connus sont :
Le vin mousseux de l'Aude, ou blanquette de Limoux.

— du Gard.

— du Jura.

Aux environs de Belfort on prépare un vin mousseux dit du Haut-Rhin, en plaçant tout simplement en bouteilles du moût de raisins convenablement filtré.

II. — *Vins mousseux artificiels.*

Ces vins reçoivent le gaz d'un appareil approprié. Le gaz s'y dissout; mais la mousse qui se produit au moment du débouchage est moins crémeuse et moins persistante que celle des vins mousseux naturels. Ces vins ne présentent rien de particulier dans leur analyse.

Tableau synoptique du travail des vins mousseux.

(Extrait du traité des vins mousseux de M. Louis Robert.)

TRAITEMENT DES RAISINS.

1° Maturité complète, absolue.

2° Maturité industrielle des raisins.

La cueillette se fera toujours avec précaution et dans des paniers.

Choix et nettoyage des raisins : propreté absolue, nécessaire.

Le pressoir doit être à large surface ; les raisins doivent être, sur le pressoir, aussi frais que dans la vigne.

LE PRESSURAGE ET LE MOÛT.

Pressurage très rapide ; la cuvée doit être tirée en 60 ou 80 minutes.

Rapport du poids des raisins au poids du moût : 50 o/o. 400 kil., au minimum, de raisins, donneront 200 litres de moût.

Parfois il faudra 420, 450 kil.

Le débouillage ou filtrage du moût est indispensable pour la fraîcheur du vin.

Les mauvaises levures sont dans les marcs.

Analyser le moût qui doit contenir :

1° Sucre : 170 à 190 gr. par litre ;

2° Acidité totale : 10 à 12 o/oo en acide tartrique.

MOYENS PRATIQUES D'OBTENIR UNE BONNE FERMENTATION.

Influence de la quantité du sucre ou glucose : Il en faut ni trop, ni trop peu.

Au sucrage, il faut donner au ferment le sucre *inverti* par petites doses successives.

Influence de l'acidité totale : 6 à 8 o/oo en acide sulfurique.

10 à 12 o/oo en acide tartrique.

L'acidité favorise la fermentation et le développement des ferments supérieurs.

Influence de l'aération : Elle favorise le développement du ferment : — les soutirages sont très utiles, — il faut toujours se servir d'un tamis en soie quand on transvase des vins nouveaux.

Influence de la chaleur : Elle doit être constante :

Au maximum de 18° à 22°.

Au minimum de 8° à 10°.

Les courants d'air sont toujours très dangereux.

Influence de la masse ou volume : La violence de la fermentation est en raison directe du volume du liquide ; les petits fûts sont les meilleurs pour les vins délicats et leur conserver la fraîcheur.

Influence des ferments : Les bons ferments se développent entre 10° et 20° et sont dans la masse liquide.

Les mauvais sont dans les marcs : donc nécessité des soutirages ou propreté.

TRAITEMENT DU VIN FERMENTÉ.

Une propreté absolue est nécessaire dans les soutirages et dans tout ce qui sert au travail du vin.

Outils, bassins, entonnoirs, futailles.

En même temps que les transvasements il faut faire et combiner :

1° Les assemblages des mêmes crus ;

2° Les coupages des vins de même région ;

3° Les cuvées selon le goût des clients.

Tannissage du vin. — Ajouter au vin le minimum indispensable de tannin et par doses successives de 1 à 2 grammes : prendre le meilleur tannin.

Collage du vin. — Employer la colle de poisson ; les doses doivent être proportionnelles au poids du tanin ajouté.

Coller toujours le vin froid à 10° et le mettre en caves froides.

Soutirages hors colle. — Soutirer aussitôt que la colle a produit son effet clarifiant.

Toujours laisser le vin en caves froides jusqu'au jour du tirage : filtration journalière des marcs de colle.

MISE EN BOUTEILLES POUR LA MOUSSE.

Combien de sucre par litre ? 4^{rs}05 de sucre donnent un litre de gaz.

Il faut 25 à 27 grammes par litre.

Combien d'acidité par litre ? 6 à 8 grammes en acide tartrique ou 4 à 5 grammes en acide sulfurique.

Combien d'alcool en volume par litre ? 11 à 12 % semblent le meilleur.

Les bouteilles seront toujours neuves et très sérieusement choisies.

Les bouchons : Toujours du liège neuf préparé à l'eau froide quatre à cinq jours d'avance.

Le ficelage : Les agrafes sont le meilleur système à employer.

La mise en tas : 1° Au cellier, à 18°, 20° ;

2° Au bas cellier, à 14°, 15°.

3° En caves, à 10°, 12°.

La mousse est complète quand le sucre est entièrement décomposé.

La casse ne doit jamais dépasser 1 %, elle peut toujours être arrêtée par des caves froides ou par du froid.

La mise en caves froides est nécessaire pour la conservation du vin mousseux.

SOINS A DONNER AUX BOUTEILLES.

Choix des bouteilles après la casse et la mousse complète.

Secouage et changement de place des bouteilles.

Mise au point et remuage, aussitôt le vin en équilibre.

Mise en casier ou en réserve du vin fini et choisi sur pointe.

Le dégorgement doit se faire toujours à la plus basse température possible.

Le dosage se fera toujours à la machine ; il y a économie et propreté réunies.

Le ficelage par muselets est le meilleur et diminue le pour cent des couleuses.

Deux à trois mois de caves sont nécessaires pour l'épreuve du bouchon.

Toilette des bouteilles : étain, capsules, cire, étiquettes, papier.

Emballage en caisses et paniers.

TRANSFORMATION DU SUCRE EN CHAMPAGNISATION.

Lois de la chimie. — 1° 100 grammes de sucre de canne pur et sec, après inversion, donnent :

51.111 alcool à 100°

48.889 acide carbonique gazeux.

- 2° Un gramme de sucre pur et sec, après inversion donnera :
o litre 247 centimètres cubes d'acide carbonique.
o litre 643 centimètres cubes d'alcool.
- 3° Il faut 4^o05 de sucre de canne pur et sec pour avoir un litre de gaz acide carbonique.
- 4° En pratique, pour le sucrage des moûts, il faut compter 1,800 gr. de sucre pour obtenir un degré d'alcool par 100 litres.
- Lois de la physique.* — 1° Le pouvoir absorbant du vin pour le gaz acide carbonique est le volume de gaz dissous par un litre de vin sous la pression ordinaire et à température + 10°.
- 2° La solubilité du gaz dans le vin augmente avec l'abaissement de la température du liquide et la pression en est diminuée.
- 3° Le froid est le meilleur moyen de mettre les vins en équilibre.
- 4° La pression diminuant dans des bouteilles en raison directe du froid, elles doivent toujours être travaillées à *basse température constante*.
- Lois de la physiologie.* — 1° Pasteur a trouvé qu'une cellule de ferment elliptique, placée dans des conditions favorables, se crée, en 24 heures, une famille de 10 à 14 millions d'individus.
- 2° Le froid arrête toute fermentation.
- 3° La température la plus favorable pour la fermentation du sucre (inverti) est entre 18° et 22° de chaleur *constante*.
- 4° Le ferment elliptique en activité, mélangé dans un volume de liquide favorable, s'empare de la fermentation, neutralisant l'action des mauvaises levures.
- 5° L'acidité du milieu sucré paralyse les mauvais ferments.

F) BOISSONS DIVERSES.

On donne le nom de vin à différentes boissons qui n'ont rien de commun avec le vin de raisins, tels sont :

Le vin de groseilles : C'est un vin rosé un peu acide, titrant 8 à 9 % d'alcool, à odeur vive, agréable, mais à goût plat.

Le vin de framboises, à odeur agréable, titrant 5 à 6 % d'alcool.

Le vin de fraises, plus agréable que les précédents ; il titre jusqu'à 10 % d'alcool.

Le vin de cerises.

Les vins de prunes (10 % d'alcool), *de figues* (8 % d'alcool) contenant presque tous les éléments constitutants du vin.

Le vin de palmier, dont l'analyse donne (Balland) :

Eau	83.80 %/o
Alcool	4.38 —
Acide carbonique	0.22 —
Acide malique	0.54 —
Mannite	5.60 —

Glycérine.....	1.64	°/o
Sucres.....	0.20	—
Gommes.....	3.30	—
Sels minéraux.....	0.32	—
Résidu à 100°.....	11.60	—
Acidité totale.....	0.69	—

Le vin de betteraves.

Le vin de riz, ou Sacké.

Le vin d'orge, considéré comme aussi sain et aussi nourrissant que la bière et aussi stimulant que le vin.

Ce vin a été mis en usage et préparé économiquement par M. Jacquemin (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1888, 5 mars).

La préparation consiste à faire fermenter un moût d'orge contenant 2^{gr}50 de crème de tartre par litre, par la levure de raisin cultivée.

C'est un vin d'une vinosité franche, agréable; plus nourrissant que le vin blanc ordinaire dont il a la couleur et la saveur; il précipite plus abondamment par le tannin que le vin.

Il titre 10 °/o d'alcool et on peut le rendre mousseux comme la bière.

Voici les analyses de deux échantillons de ce vin :

Alcool.....	6°	10°2
Sucres.....	1 °/o	1.250 °/o
Dextrine.....	3.00	1.860
Glycérine.....	0.20	0.125
Acide succinique.....	0.04	0.025
Acide acétique.....	0.02	0.200
Crème de tartre.....	0.25	0.250
Albuminoïdes.....	0.23	0.740
Eau.....	89.18	87.390
Extrait sec.....	6.00	4.450
Cendres.....	0.30	0.150

Ce vin se distingue, à l'analyse, du vin de raisins, par la présence de la dextrine et des matières azotées insolubles dans l'alcool et précipitables par le tannin.

Ces caractères permettent en outre de caractériser ce vin dans un coupage.

Hydromel ou vin de miel.

L'hydromel titre généralement 11° à 13° alcooliques.

Voici les résultats de quelques analyses d'après M. Gayon :

	Hydromels de l'année			
	1886.	1887.	1889.	1891.
Degré alcoolique...	12°9	13°7	13°4	13°4
Extrait par litre....	43 75	51 50	46 50	110 50
Glucose.....	12 20	21 27	4 70	72 50
Dextrine.....	11 61	8 73	10 90	7 30
Cendres.....	0 75	0 90	0 10	0 65
Tanin.....	0 20	»	0 23	0 30

D'une façon générale, l'hydromel a une composition différente de celle du vin; il contient de la dextrine, moins de tanin, de cendres, et celles-ci sont moins alcalines, enfin l'hydromel dévie à droite le plan de la lumière polarisée.

VERMOUTH

Le Vermouth est un vin blanc alcoolisé et aromatisé par macération avec certaines plantes aromatiques.

Le vermouth français est à base de vin blanc du midi; les vermouths de basse qualité sont obtenus à l'aide d'un mélange d'essences et d'alcool avec addition de sirop de sucre et quelquefois d'acide tartrique.

Le vermouth de Turin est à base de Muscat, il renferme 60 à 100^{gr} de sucre par litre.

L'analyse de ces vins se fait comme celle du vin et s'il y a lieu comme celle des vins sucrés.

Les bons vermouths titrent 12, 14 ou 15 degrés alcooliques, quelques-uns même 16 et 17°.

La richesse saccharine est de 5 à 7 degrés Baumé (soit 66 à 100^{gr} environ de sucre par litre).

L'addition d'acide tartrique peut être tolérée. L'addition d'alcool est aussi tolérée, car on ne peut obtenir un titre alcoolique de 17° sans vinage; les fabricants se basent sur la formule suivante pour connaître la quantité d'alcool à ajouter à leur vin.

$$x = \frac{B - A \times 100}{C - B}$$

A = richesse alcoolique de vin;

B = richesse alcoolique à laquelle on se propose d'arriver;

C = titre de l'alcool à employer.

Ainsi un vin titrant 11° alcoolique, que l'on veut porter à 15° avec de l'alcool à 89°, on ajoutera :

$$\frac{15 - 11 \times 100}{89 - 15} = 5.40$$

soit 5 litres 400 d'alcool à 89° dans chaque hectolitre de vin.

VINAIGRE.

Le vinaigre est le produit de la fermentation acide de liquides alcooliques. Il peut être également le résultat de la dilution de l'acide acétique (1).

L'essai d'un vinaigre comprend :

1° *L'examen des caractères organoleptiques et détermination de la densité;*

2° *L'analyse chimique;*

3° *La recherche des falsifications et des substances étrangères.*

1° Examen des caractères organoleptiques.

Un bon vinaigre de vin doit être clair, limpide, jaune ou rouge clair suivant son origine. Son odeur doit être acétique et éthérée; sa saveur, acide sans acreté, ne doit pas rendre les dents rugueuses au contact de la langue. Il doit marquer 2°5 Baumé — (densité = 1.017 à 1.019, au maximum 1.020), contenir 6 à 9 % $C^2H^4O^2$ — 17 à 20 grammes d'extrait et 2 grammes environ de crème de tartre. Il se troublera légèrement au contact de l'oxalate d'ammoniaque, de $BaCl^2$ et d' $AgAzO^2$, il précipitera abondamment par le sous-acétate de plomb.

Il ne doit pas précipiter par l'alcool (gomme et dextrine du vinaigre de glucose) neutralisé par la soude, il ne doit pas réduire la liqueur cuivrée, ni dégager d'alcool par distillation (mélange de vin et de $C^2H^4O^2$).

Détermination de la densité. — On détermine la densité d'un vinaigre en plongeant dans le liquide maintenu à + 15° centigrades un densimètre gradué en millièmes de 1000 à 1030.

Si la détermination est effectuée à une température supérieure à + 15°, on fait la correction au moyen de la Table XXI (ses chiffres sont additifs).

(1) On distingue plusieurs espèces de vinaigres, suivant la nature des matières premières employées à leur fabrication; tels sont les vinaigres d'alcool (vinaigre double lorsqu'il est concentré), de vin, de bière, de cidre, de malt, de marc, de miel, de sucre. Les vinaigres obtenus par dilution de l'acide acétique, doivent être désignés sous le nom de *vinaigres artificiels*.

Table XXI.

Acide acétique en poids pour cent.	TEMPÉRATURE.						
	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°
4 grammes.	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0	1.3
5 —	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8	1.1	1.4
6 —	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.4
7 —	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.3	1.5
8 —	0.2	0.4	0.6	0.9	1.1	1.3	1.6
9 —	0.2	0.4	0.7	1.0	1.3	1.6	1.9
10 —	0.2	0.4	0.7	1.1	1.3	1.6	1.9

2° Analyse chimique.

Elle comprend les dosages suivants :

1° *Extrait*. — Evaporer 10° de vinaigre pendant sept heures au bain-marie à 100°, puis dessécher le résidu pendant deux heures et demie, à la température de l'eau bouillante, laisser refroidir et peser.

2° *Cendres*. — Incinérer au rouge sombre l'extrait précédent (au minimum 1 gr. par litre).

3° *Acidité totale*. — La densité du vinaigre à + 15°, permet de déterminer rapidement sa teneur en acide acétique, Table XXII. Ce procédé est seulement approximatif.

On employait autrefois pour peser les vinaigres, dans les transactions commerciales, l'aréomètre de Baumé ou pèse-vinaigre. Les premiers degrés de l'échelle divisés en dixièmes étaient seuls utilisés et chaque degré était chiffré 10, 20, 30; les vinaigres de consommation courante pesaient généralement 22° au pèse-vinaigre, soit 2°2 Baumé. Cette méthode a été abandonnée, parce qu'elle était sujette à plusieurs erreurs; d'abord, il était facile d'augmenter la densité du vinaigre et de lui faire marquer plus de degrés en y ajoutant du sel marin; de plus, le maximum de concentration de l'acide acétique ne correspond pas à son maximum de densité, de telle manière que tous les procédés aréométriques qui peuvent être employés pour peser le vinaigre, qu'il soit dilué ou concentré, sont faux.

Table XXII.

ACIDE ACÉTIQUE EN POIDS PAR LITRE	DENSITÉ A + 15°	ACIDE ACÉTIQUE EN POIDS PAR LITRE	DENSITÉ A + 15°	ACIDE ACÉTIQUE EN POIDS PAR LITRE	DENSITÉ A + 15°
40	1.006 2	61	1.009 4	82	1.012 3
41	1.006 3	62	1.009 3	83	1.012 4
42	1.006 4	63	1.009 4	84	1.012 6
43	1.006 5	64	1.009 6	85	1.012 7
44	1.006 7	65	1.009 7	86	1.012 9
45	1.006 8	66	1.009 9	87	1.013 0
46	1.007 0	67	1.010 0	88	1.013 2
47	1.007 1	68	1.010 2	89	1.013 3
48	1.007 3	69	1.010 3	90	1.013 5
49	1.007 4	70	1.010 5	91	1.013 6
50	1.007 6	71	1.010 6	92	1.013 7
51	1.007 7	72	1.010 8	93	1.013 8
52	1.007 8	73	1.010 9	94	1.013 9
53	1.007 9	74	1.011 1	95	1.014 0
54	1.008 1	75	1.011 2	96	1.014 1
55	1.008 3	76	1.011 4	97	1.014 2
56	1.008 4	77	1.011 5	98	1.014 3
57	1.008 5	78	1.011 7	99	1.914 4
58	1.008 7	79	1.011 8	100	1.014 5
59	1.008 8	80	1.012 0		
60	1.009 0	81	1.012 1		

ACÉTIMÉTRIE.

Les administrations des contributions indirectes, des douanes et des octrois et par suite les négociants en vinaigres, font usage pour doser l'acide acétique dans les vinaigres de l'acétimètre Réveil et Salleron, dont le principe repose sur l'emploi d'une liqueur titrée.

L'acétimètre se compose des objets suivants :

1° Un tube de verre, fermé d'un bout (fig. 9), et portant à sa partie inférieure un premier trait marqué 0. Au-dessous de ce premier trait est gravé le mot *vinaigre*, afin d'indiquer la quantité de vinaigre qu'il faut employer. Au-dessus du 0, sont gravées des divisions, 1, 2, 3, etc., qui font connaître la richesse acide du vinaigre, comme il sera indiqué plus loin; ces divisions peuvent être fractionnées elles-mêmes en dixièmes.

2° Une petite éponge, fixée à l'extrémité d'une baleine, pour essuyer les parois intérieures du tube après chaque expérience;

3° Une pipette (fig. 10) portant un seul trait marqué 4°, pour mesurer avec précision et facilité la quantité de vinaigre nécessaire à chaque essai;

4° Un flacon de liqueur dite *acétimétrique titrée*, au moyen de laquelle on dose la richesse acide du vinaigre (1).

(1) La liqueur acétimétrique se prépare comme suit :

Borate de soude pur..... 45 gr.
 Soude caustique 11 gr.
 Eau distillée quantité suffisante pour... 1000 cc.

colorer la liqueur avec la teinture bleue de tournesol, filtrer.

Voici comment on fait usage de l'acétimètre Réveil et Salleron :

On plonge la pipette dans le vase qui contient le vinaigre; on aspire et on pose le doigt sur l'extrémité supérieure du tube. La pipette contient-elle trop de vinaigre, il faut en laisser écouler jusqu'à ce que le niveau se soit abaissé devant le trait marqué 4^{es}. Quand le liquide affleure exactement le trait, on arrête l'écoulement. On introduit alors la pipette dans l'acétimètre, préalablement bien séché à l'aide de l'éponge qui l'accompagne et on y laisse tomber le vinaigre qu'elle contient. Il faut avoir le soin de ne laisser écouler que la quantité de liquide qui tombe naturellement de la pipette : il reste toujours dans le bec de cette dernière une goutte de vinaigre qui ne doit pas compter.

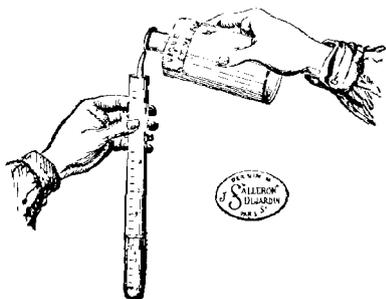


Fig. 9.

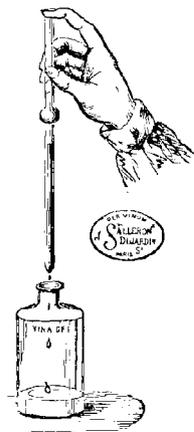


Fig. 10.

Il faut avoir soin, pour mesurer le vinaigre avec la pipette et pour effectuer la lecture du degré acétimétrique, de tenir compte du *ménisque* qui se forme dans les tubes du verre par capillarité. Il faut lire au-dessous de la partie concave de ce ménisque, sans s'occuper de l'adhérence qui se produit contre les parois du verre et qui peut quelquefois faire croire que le niveau du vinaigre mesuré avec la pipette et versé dans le tube, dépasse le trait *vinaigre* qui y est gravé.

Quand on a opéré en prenant ces précautions, le niveau s'élève dans l'acétimètre exactement au trait 0. On verse alors, par-dessus le vinaigre, de la liqueur acétimétrique. Le mélange se colore immédiatement en *rouge*. En versant encore de la liqueur, cette couleur rouge devient de plus en plus foncée. On agite le mélange, en fermant le tube avec le doigt, et en le retournant sens dessus dessous à plusieurs reprises. Après de nouvelles additions de liqueur, il arrive un moment où quelques gouttes de plus amènent la teinte *ROUGE VINEUX* (rose violacé, eau rougie), signe auquel on reconnaît la neutralisation complète de l'acide contenu dans le vinaigre. Si, après avoir obtenu la couleur *rouge vineux*, on versait encore de la liqueur, la teinte du mélange passerait au *violet*, *bleu violacé*, couleur qu'il ne faut jamais atteindre. Après la saturation, on lit quelle est la

division qui se trouve au niveau du liquide : c'est la richesse acide du vinaigre, c'est-à-dire le poids de l'acide acétique pur qu'il renferme. Ainsi, 8 degrés veulent dire qu'un hectolitre de vinaigre contient 8 kilogrammes d'acide acétique pur (1).

Par acide acétique pur, on entend l'acide acétique cristallisable monohydraté, dont la densité est 1.053 à la température de 17 degrés centigrades, c'est-à-dire le plus concentré que l'on puisse obtenir.

ESSAI DES VINAIGRES ROUGES. — MODIFICATION A L'EMPLOI DE LA LIQUEUR ACÉTIMÉTRIQUE BLEUE.

Certains consommateurs exigent que le vinaigre soit rouge.

Cette teinte rouge plus ou moins intense, empêche l'emploi de la liqueur acétimétrique bleue pour titrer l'acidité du vinaigre; le terme de l'opération ne peut être que difficilement apprécié, aussi faut-il avoir recours à une autre réaction. A cet effet, on a dû modifier le mode d'emploi de l'acétimètre et préparer une liqueur toute spéciale et incolore. — Voici comment on opère : On mesure avec la pipette et on verse dans le tube, avec les précautions précédemment indiquées, les 4^{es} de vinaigre à essayer, on y ajoute, avec un petit compte-gouttes, une goutte de teinture concentrée de phtaléine (2), qui n'augmente pas sensiblement le niveau du vinaigre; puis on verse très lentement dans le la liqueur acétimétrique blanche spéciale, jusqu'à ce qu'une dernière goutte amène, après agitation du mélange, une teinte rose persistante. On lit alors sur le tube et au-dessous du ménisque quelle est la division qui se trouve au niveau du liquide, c'est la richesse acide du vinaigre.

Cette modification permet d'apprécier très exactement et avec la plus grande facilité la richesse acide des vinaigres les plus colorés, la liqueur acétimétrique blanche par sa composition détruit la matière colorante lorsqu'elle se trouve mélangée à volume égal avec le vinaigre, elle permet en outre d'opérer à la lumière artificielle, avantage que ne présente pas la liqueur bleue.

ESSAI DES VINAIGRES CONCENTRÉS ET DES ACIDES ACÉTIQUES DU COMMERCE.

L'acétimètre ne porte habituellement que 25 degrés. Il ne peut donc servir à l'essai d'un vinaigre contenant plus de 25 p. 100 d'acide, si l'on n'a le soin d'étendre celui-ci d'une proportion d'eau connue : Ainsi, quand on veut essayer un liquide dont l'acidité est supposée supérieure à 25 degrés, il faut le couper avec une, deux ou trois parties d'eau; en multipliant par 2, par 3 ou par 4 le degré indiqué par l'instrument, on obtient la richesse acide du liquide.

(1) Si l'on voulait connaître la richesse en volume de ce même vinaigre, il faudrait multiplier l'indication de l'acétimètre par 0.949. Ainsi le vinaigre contenant 8 kilogrammes d'acide par hectolitre renfermerait $8 \times 0.949 = 7.59$, c'est-à-dire 7 litres 59 d'acide pur par hectolitre.

(2) Les essais étant industriels, les réactifs sont fournis par M. Salleron avec l'appareil.

Ces procédés ne sont qu'approximatifs. Il est préférable au laboratoire d'appliquer à l'acétimétrie le procédé acidimétrique général.

On prélève 10^{cc} de vinaigre, on y ajoute 50^{cc} d'eau et 3 à 4 gouttes de solution de phtaléine du phénol, on y verse ensuite la solution normale de soude contenue dans une burette graduée jusqu'à virage au rose.

Soit N^{cc} de liqueur employés.

$N \times 5,1$ donne directement le titre du vinaigre en acide acétique *anhydre* pour 1000.

$N \times 6$ donne le titre en acide acétique *monohydraté* pour 1000 de vinaigre.

On ne tient pas compte de la densité du vinaigre si le produit est faible, mais s'il s'agit d'acide acétique ou de vinaigre fort, la correction relative à la densité doit être faite.

Si D est la densité du liquide, la teneur pour 1 litre de vinaigre sera en acide acétique monohydraté $\frac{N \times 6}{D}$

4° *Crème de tartre*. — Ce dosage est très important parce qu'il permet de distinguer le vinaigre de vin du vinaigre d'alcool qui ne renferme pas de crème de tartre.

Ce dosage s'effectue par le procédé Berthelot et Fleurieu (voir vins, page 144) sur 25^{cc} de vinaigre.

5° *Sucres réducteurs*. — Evaporer 100^{cc} de vinaigre au bain-marie jusqu'à ce que le résidu ne manifeste plus l'odeur d'acide acétique, reprendre le résidu par l'eau et compléter le volume à 100^{cc}; décolorer par le noir animal, titrer à la liqueur de Fehling.

Si 10^{cc} de cette liqueur correspondent à 0^{cc}05 de glucose et si on a employé *n* centimètres cubes de vinaigre pour les décolorer ; le poids des matières réductrices X par litre (en glucose) sera donné par

$$X = \frac{0,05 \times 1000}{n}$$

6° *Alcool non transformé*. — Ce dosage permet au fabricant de se rendre compte de la marche de l'acétification.

On le dosera par distillation avec un alambic Salleron. (Voir Alcoométrie : liquides très peu alcooliques, page 86.)

3° Recherche des falsifications et des substances étrangères.

1° *Mouillage*. — Le mouillage du vinaigre ne se fait pas par addition pure et simple d'eau, car la fraude serait vite découverte par une diminution des chiffres d'acide acétique, d'extrait, de crème de tartre et de cendres. Aussi on adjoint à l'eau des vinaigres étrangers et surtout du vinaigre d'alcool ou de glucose.

Pour caractériser ces vinaigres, on se base sur le rapport acide-extrait à 100°.

Recherche du vinaigre d'alcool dans le vinaigre de vin. —

Dans le vinaigre, le rapport du poids de l'acide acétique au poids de l'extrait à 100° est en moyenne de 4,9.

Lorsque le vinaigre de vin contiendra du vinaigre d'alcool, le rapport précédent s'éloignera de 4,9 et sera d'autant plus élevé que le mélange contiendra plus de vinaigre d'alcool.

Si le vin employé pour la préparation du vinaigre avait été viné avant l'acétification, la proportion d'acide serait anormale et le rapport entre l'acide et l'extrait trop élevé ; on retomberait alors dans le cas précédent.

Recherche du vinaigre de glucose. — On reconnaîtra ce vinaigre par la forte proportion des matières réductrices comparées au poids de l'extrait. Les recherches de SO⁴Ca et de la dextrine viendront confirmer le premier résultat.

La présence de vinaigre de bois est décelée en caractérisant le furfurol dans le vinaigre distillé (voir page 42).

2° *Acides minéraux libres.* — Pour rechercher en bloc les acides minéraux on décolore par le noir animal pur le vinaigre, dilué de façon qu'il ne renferme pas plus de 2 % d'acide acétique, on en prélève 10^{cc} et on y ajoute doucement, de façon à ne pas mélanger les liquides, une ou deux gouttes de violet de méthyle (1) en solution aqueuse au millième.

La zone de séparation prend une coloration violette, pas d'acides minéraux.

La zone de coloration prend une coloration verte ou vert bleuâtre, présence d'acides minéraux.

(1) Le violet qui convient le mieux est le violet de méthyle B³ n° 56, de Bayer.

Dosage. — On prend 10^{cc} de vinaigre coloré au violet de méthyle, et on y ajoute de la soude normale contenue dans une burette graduée jusqu'à coloration violette. Soit N^{cc}. Ces N^{cc} correspondent à l'acidité due aux acides minéraux de 10^{cc} de vinaigre.

Si on fait (N — N') N étant le nombre de centimètres cubes obtenus dans l'essai acidimétrique, on aura :

$(N - N') \times 6 =$ quantité d'acide acétique réel monohydraté contenu dans 1,000 grammes de liquide essayé.

Et $\frac{N \times E}{10}$ gr. proportion d'acide minéral (équivalent acidimétrique E) renfermé dans le même volume.

Acide sulfurique et sulfates. — 10^{cc} de vinaigre sont placés dans un tube avec 10 gouttes HCl et 2^{cc} de solution saturée à froid de BaCl².

S'il se produit un faible louche, le vinaigre n'a pas été additionné d'acide sulfurique.

Si le précipité est abondant, on dose l'acide *sulfurique total* par pesée.

Puis on évapore à consistance sirupeuse 100^{cc} de vinaigre, on ramène au volume de 100^{cc} par addition d'alcool, on filtre et à 10^{cc} de filtrat, on ajoute dix gouttes HCl et 2^{cc} BaCl².

S'il se produit un précipité, présence de **SO⁴H² libre**, qu'on dose dans le reste du liquide alcoolique.

$SO^4H^2 \text{ total} - SO^4H^2 \text{ libre} = SO^4H^2 \text{ combiné.}$

Acide chlorhydrique et chlorures. — A 10^{cc} de vinaigre, ajouter 1^{cc} AzO³H et 2^{cc} Ag AzO³ à 1/10.

Si le précipité est faible, le vinaigre n'a pas été additionné d'HCl ou de chlorures.

S'il est abondant, doser le chlore total comme dans le vin, (p. 142) mais en portant à l'ébullition pendant cinq minutes.

D'autre part, évaporer à peu près à sec et au bain-marie, 50^{cc} de vinaigre, sur l'extrait additionné de 50^{cc} d'eau bouillante pour tout dissoudre, doser le chlore comme dans le cas précédent ; on a ainsi le chlore des chlorures.

La différence entre les deux dosages correspond au chlore de HCl libre.

Acide azotique. — Placer dans un tube 2 à 3^{cc} SO⁴H² concentré et une ou deux gouttes de sulfate de diphénylamine préparé ainsi qu'il suit :

Sulfate de diphénylamine 2 grammes.

Eau 50^{cc}.

Agiter et verser peu à peu.

SO^4H^2 pur.

Ajouter quelques gouttes de vinaigre à essayer, agiter. Si le vinaigre contient de AzO^3H il se produit une coloration bleue.

3° *Acides organiques.* — *Acide tartrique* : Placer dans un tube de 2 à 3^{es} SO^4H^2 pur, deux ou trois gouttes de solution aqueuse de résorcine à 2 % et une goutte du vinaigre étendu à 1/5. Chauffer vers 140°. Coloration carmin en présence de l'acide tartrique.

Acide oxalique. — 5^{es} de vinaigre additionnés de deux gouttes de phthaléine du phénol et de lessive de soude jusqu'à virage rose, puis additionnés encore de 5^{es} de vinaigre, précipitent par BaCl^2 en solution s'ils contiennent de l'acide oxalique.

4° *Matières colorantes* : Voir Vins (page 160).

5° *Substances âcres* : Voir Eaux-de-vie (page 57).

Recherche des agents de conservation. — Comme pour les vins :

Acide salicylique ;

Acide borique ;

Formaldéhyde.

Les altérations du vinaigre sont dues aux métaux (Cu. Pb. Zn.) provenant des vases dans lesquels le vinaigre a été contenu ; on recherchera les métaux par H^2S dans la solution obtenue en traitant les cendres par AzO^3H dilué.

Il sera bon avant de faire les cendres de saturer le vinaigre évaporé à la moitié de son volume par AzH^3 .

Recherche de l'origine du vinaigre. — Le vinaigre de bière ou demalt ne contient que 2 à 3 % $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^2$; son extrait atteint 50 à 60 grammes par litres, sa saveur est amère, il a une odeur de malt. Il précipite par l'alcool et ne contient pas de crème de tartre. Sa densité est 1022 en moyenne.

Le vinaigre de cidre renferme 3 à 4 % d'acide acétique. 14 à 16 grammes d'un extrait rougeâtre, à odeur de pomme ou de poire et de saveur astringente. Il n'a pas non plus de crème de tartre. Sa densité est de 1014.

Le vinaigre d'alcool laisse un extrait sec d'un poids insignifiant, sa densité est très faible, 1010. Il contient 6 à 8 % d'acide acétique.

Le vinaigre de glucose précipite abondamment par l'alcool ; le résidu de l'évaporation de ce vinaigre réduit la liqueur cuivrique ; il ne renferme pas de crème de tartre et précipite abondamment par BaCl² (SO⁴Ca du glucose).

Voici d'ailleurs une méthode, due à M. Divai (archives médicales d'Angers 20 février 1904), qui permet de se prononcer sur l'origine du vinaigre.

Les opérations chimiques à effectuer consistent à titrer l'acide acétique ; ce titrage est pratiqué en additionnant 10^{cc} de vinaigre de quelques gouttes de phénolphtaléine et à verser ensuite de la soude normale jusqu'à virage au rose.

L'extrait sec est fait dans une capsule en platine ou en porcelaine à l'étuve à 100 degrés ou au bain-marie bouillant.

Voici le tableau dressé par M. Divai :

6 à 9 gr. d'acide acétique par litre de vinaigre	17 à 20 gr. d'extrait sec par litre	Le vinaigre neutralisé par la soude ne réduit pas la liqueur de Fehling.	VIN	Additionné de 2 volumes d'alcool, le vinaigre ne dépose ni matières gom- meuses, ni dextrine. Contient de la crème de tartre.
		Le vinaigre neutralisé réduit la liqueur de Fehling.	GLUCOSE	Additionné de 2 volumes d'alcool, il dépose. Ne contient pas de crème de tartre.
	Extrait sec peu abondant, moins de 15 gr. par litre.		ALCOOL	Ne contient pas de crème de tartre.
2 à 3 gr. d'acide acétique	50 à 60 gr. d'extrait sec, par litre ; dégage une odeur de malt.....		BIÈRE	Additionné de 2 volumes d'alcool, précipite abon- damment. Ne contient pas de crème de tartre.
3 à 4 gr d'acide acétique.	14 à 16 gr. d'extrait par litre, de couleur rougeâtre et de saveur astringente, exhalant une odeur	de poire.....	POIRÉ	Ces deux vinaigres pré- cipitent en jaune par le sous-acétate de plomb.
		de pomme...	CIDRE	

BIÈRE.

La bière est une boisson provenant de la fermentation du moût préparé à l'aide de malt d'orge, de houblon et d'eau.

L'examen de la bière comprend :

1^o *L'examen des caractères organoleptiques et détermination de la densité ;*

2^o *L'analyse chimique proprement dite ;*

3^o *La recherche des falsifications, des altérations et des substances étrangères.*

1° Examen des caractères organoleptiques.

La bière de bonne qualité est limpide, transparente. Celle qui est trouble ou contient des particules solides en suspension le doit à ce que la fermentation y est encore en activité et qu'il y persiste du gluten. En faisant bouillir la bière on coagulera aisément ce gluten.

La bière riche en CO^2 se recouvre, dans les verres où on la verse, d'une mousse blanchâtre à fines bulles et comme crémeuse, à moins qu'elle ne soit à très basse température ; dans ce cas elle ne se couvre pas de mousse.

La couleur de la bière est pâle, ambrée ou brune. Cette dernière teinte n'indique pas toujours une forte proportion d'extrait ; elle est obtenue soit par un excès de torréfaction du malt, soit par l'addition de substances colorantes.

La saveur doit être fraîche, spiritueuse, donnant une impression de moelleux. Elle ne doit avoir d'autre goût que celui du malt et du houblon. Il faut se méfier d'une trop grande amertume et d'une saveur sucrée trop prononcée.

Pour reconnaître si une bière est bien fermentée et dépouillée, ajouter 10^{cc} de bière à une solution de sulfate de fer à 10 gr. pour 150^{cc} d'eau.

Le trouble qui se produit doit se rassembler au bout de 15 à 30 minutes en un précipité qui n'occupe pas plus de 1/6 du volume de la liqueur, si la bière est bien fermentée.

Détermination de la densité. — On la détermine au moyen d'un densimètre donnant le 1/10,000^e ou par la méthode du flacon, à la température de + 15° pour cette dernière détermination, on doit priver la bière de CO^2 par agitation.

Cette densité varie de 1014 à 1030.

2° Analyse chimique.

Elle comprend les dosages suivants :

1° *Dosage de l'alcool.* — Deux procédés :

a) *Par distillation* : Agiter la bière à plusieurs reprises dans un flacon rempli au 1/3. Déboucher le flacon après chaque agitation, mesurer 200^{cc} de ce liquide, ajouter une pincée de tanin, distiller et recueillir 100^{cc} de distillat, compléter le volume de 200^{cc} avec de l'eau distillée et prendre le degré réel du liquide comme pour le vin.

On peut aussi se servir des ébullioscopes.

b) *Méthode indirecte*: Cette méthode est fondée sur la différence de densité qui existe entre le liquide primitif et le liquide dont on a chassé l'alcool par ébullition.

Si d est la densité du liquide primitif ;

Si D est la densité du liquide privé d'alcool ;

Si A quantité d'alcool contenu dans la bière ;

On a $A = 1 + d - D$

On opère de la façon suivante :

Verser 300^{cc} de bière dans un ballon de 1 litre et l'agiter pour chasser CO², mesurer 100^{cc} de cette bière dans une capsule de porcelaine placée sur un bain de sable. Chauffer doucement en élevant lentement la température et faire bouillir pour chasser l'alcool, évaporer jusqu'à 50^{cc}, ajouter 50^{cc} d'eau et placer le liquide dans un flacon jaugé de 100^{cc}, rincer la capsule, ajouter les eaux de lavage au liquide du flacon, compléter 100^{cc} avec de l'eau, prendre la densité du liquide, lorsque ce dernier est revenu à + 15°.

Prendre, d'autre part, la densité de la bière non bouillie ; la densité de la bière non bouillie étant additionnée de 1, on en retranche la densité de la bière bouillie et la différence exprime la densité d'un liquide alcoolique ayant la richesse de la bière ; chercher dans la table alcoométrique de Gay-Lussac les degrés correspondants à cette densité.

Ainsi si on a :

$$d = 1,026$$

$$D = 1,032$$

On écrira on : $1 + 1,026 - 1,032 = 0,994$.

Si on se rapporte à la table IV, on verra que la densité 0,994 correspond à une richesse alcoolique de 4°1. La bière examinée contiendra donc 4° % d'alcool en volume. On transforme le volume en poids s'il est nécessaire.

Les bières les plus faibles renferment de 2 à 3 % en poids d'alcool, les plus fortes 3,6 et même 8 %.

2° *Dosage de l'extrait*. — Deux méthodes :

a) *Méthode directe*: Par évaporation à 70° de 20^{cc} de bière dans une capsule à fond plat, en ayant soin d'agiter la bière pour la débarrasser de CO². L'évaporation sera continuée pendant 8 heures.

b) *Méthode indirecte*: Cette méthode est préférable. L'extrait est déterminé en fonction de la densité du liquide débarrassé d'alcool.

Mesurer exactement 100^{cc} de bière dans un ballon jaugé et à la température de + 15°, chasser l'alcool en évaporant jusqu'à 50°, ramener le volume à 100^{cc} avec de l'eau distillée.

Prendre la densité à + 17°5 du liquide avec un densimètre ordinaire ou au picnomètre (voir documents physico-chimiques).

Calculer la proportion d'extrait au moyen de la Table suivante :

Densité à + 17°5	Extrait pour 100
1,0160	4
1,0200	5
1,0240	6
1,0281	7
1,0322	8
1,0363	9
1,0404	10
1,0446	11
1,0488	12
1,0530	13
1,0572	14
1,0614	15
1,0657	16
1,0700	17

On se sert aussi des tables de Schultz, qui donnent le poids d'extrait lorsqu'on connaît la densité à + 15° de la bière débarrassée de son alcool et de CO².

Pour se servir de la Table, on prend d'abord par la méthode du flacon ou de la balance aréothermique (voir documents physico-chimiques), la densité à + 15° de la bière débarrassée de CO² par agitation, on cherche sur la table la quantité d'extrait qui correspond à cette densité, on a ainsi l'*extrait apparent* (c'est-à-dire l'extrait que renferme la bière avec son alcool).

On évapore ensuite au bain-marie 100 grammes de bière jusqu'à réduction de moitié; on laisse refroidir et on ramène au poids primitif avec de l'eau distillée, on prend la densité du liquide à + 15°, la table donnera l'*extrait réel d'après cette densité* (l'extrait réel est celui que renferme la bière privée de son alcool).

Tableau d'extrait d'après Schultze.

DENSITÉ	EXTRAIT	DENSITÉ	EXTRAIT	DENSITÉ	EXTRAIT	DENSITÉ	EXTRAIT
du	dans	du	dans	du	dans	du	dans
LIQUIDE.	100 GR.	LIQUIDE.	100 GR.	LIQUIDE.	100 GR.	LIQUIDE.	100 GR.
1.0001	0.0263	1.0050	1.3133	1.0099	2.5895	1.0148	3.8356
1.0002	0.0526	1.0051	1.3394	1.0100	2.6155	1.0149	3.8814
1.0003	0.0789	1.0052	1.3655	1.0101	2.6415	1.0150	3.9072
1.0004	0.1053	1.0053	1.3916	1.0102	2.6675	1.0151	3.9329
1.0005	0.1316	1.0054	1.4177	1.0103	2.6934	1.0152	3.9587
1.0006	0.1579	1.0055	1.4439	1.0104	2.7194	1.0153	3.9845
1.0007	0.1842	1.0056	1.4700	1.0105	2.7454	1.0154	4.0102
1.0008	0.2105	1.0057	1.4961	1.0106	2.7714	1.0155	4.0358
1.0009	0.2368	1.0058	1.5222	1.0107	2.7973	1.0156	4.0613
1.0010	0.2632	1.0059	1.5483	1.0108	2.8233	1.0157	4.0869
1.0011	0.2895	1.0060	1.5744	1.0109	2.8493	1.0158	4.1125
1.0012	0.3158	1.0061	1.6005	1.0110	2.8753	1.0159	4.1381
1.0013	0.3421	1.0062	1.6266	1.0111	2.9012	1.0160	4.1636
1.0014	0.3684	1.0063	1.6527	1.0112	2.9272	1.0161	4.1892
1.0015	0.3947	1.0064	1.6788	1.0113	2.9532	1.0162	4.2148
1.0016	0.4211	1.0065	1.7049	1.0114	2.9792	1.0163	4.2404
1.0017	0.4474	1.0066	1.7311	1.0115	3.0051	1.0164	4.2659
1.0018	0.4737	1.0067	1.7572	1.0116	3.0309	1.0165	4.2915
1.0019	0.5000	1.0068	1.7833	1.0117	3.0567	1.0166	4.3171
1.0020	0.5263	1.0069	1.8094	1.0118	3.0824	1.0167	4.3427
1.0021	0.5526	1.0070	1.8355	1.0119	3.1082	1.0168	4.3682
1.0022	0.5790	1.0071	1.8616	1.0120	3.1340	1.0169	4.3938
1.0023	0.6053	1.0072	1.8877	1.0121	3.1597	1.0170	4.4194
1.0024	0.6316	1.0073	1.9138	1.0122	3.1855	1.0171	4.4450
1.0025	0.6579	1.0074	1.9400	1.0123	3.2113	1.0172	4.4705
1.0026	0.6842	1.0075	1.9660	1.0124	3.2371	1.0173	4.4961
1.0027	0.7105	1.0076	1.9921	1.0125	3.2628	1.0174	4.5217
1.0028	0.7368	1.0077	2.0181	1.0126	3.2886	1.0175	4.5473
1.0029	0.7632	1.0078	2.0441	1.0127	3.3144	1.0176	4.5728
1.0030	0.7895	1.0079	2.0701	1.0128	3.3402	1.0177	4.5984
1.0031	0.8158	1.0080	2.0960	1.0129	3.3659	1.0178	4.6240
1.0032	0.8421	1.0081	2.1220	1.0130	3.3917	1.0179	4.6496
1.0033	0.8684	1.0082	2.1480	1.0131	3.4175	1.0180	4.6751
1.0034	0.8947	1.0083	2.1740	1.0132	3.4432	1.0181	4.7007
1.0035	0.9211	1.0084	2.2000	1.0133	3.4690	1.0182	4.7263
1.0036	0.9474	1.0085	2.2259	1.0134	3.4948	1.0183	4.7519
1.0037	0.9737	1.0086	2.2519	1.0135	3.5206	1.0184	4.7774
1.0038	1.0000	1.0087	2.2779	1.0136	3.5463	1.0185	4.8030
1.0039	1.0261	1.0088	2.3038	1.0137	3.5721	1.0186	4.8286
1.0040	1.0522	1.0089	2.3298	1.0138	3.5979	1.0187	4.8542
1.0041	1.0783	1.0090	2.3558	1.0139	3.6237	1.0188	4.8797
1.0042	1.1044	1.0091	2.3818	1.0140	3.6494	1.0189	4.9053
1.0043	1.1305	1.0092	2.4077	1.0141	3.6752	1.0190	4.9309
1.0044	1.1567	1.0093	2.4337	1.0142	3.7010	1.0191	4.9565
1.0045	1.1828	1.0094	2.4597	1.0143	3.7268	1.0192	4.9820
1.0046	1.2089	1.0095	2.4857	1.0144	3.7525	1.0193	5.0076
1.0047	1.2350	1.0096	2.5116	1.0145	3.7783	1.0194	5.0330
1.0048	1.2611	1.0097	2.5376	1.0146	3.8041	1.0195	5.0585
1.1049	1.2872	1.0098	2.5636	1.0147	3.8298	1.0196	5.0839

DENSITÉ	EXTRAIT	DENSITÉ	EXTRAIT	DENSITÉ	EXTRAIT	DENSITÉ	EXTRAIT
du	dans	du	dans	du	dans	du	dans
LIQUIDE.	100 GR.	LIQUIDE.	100 GR.	LIQUIDE.	100 GR.	LIQUIDE.	100 GR.
1.0197	5.1024	1.0249	6.4293	1.0301	7.7387	1.0353	9.0371
1.0198	5.1348	1.0250	6.4545	1.0302	7.7638	1.0354	9.0619
1.0199	5.1603	1.0251	6.4798	1.0303	7.7889	1.0355	9.0866
1.0200	5.1857	1.0252	6.5050	1.0304	7.8140	1.0356	9.1114
1.0201	5.2111	1.0253	6.5303	1.0305	7.8392	1.0357	9.1361
1.0202	5.2365	1.0254	6.5555	1.0306	7.8643	1.0358	9.1609
1.0203	5.2620	1.0255	6.5808	1.0307	7.8894	1.0359	9.1841
1.0204	5.2875	1.0256	6.6060	1.0308	7.9145	1.0360	9.2104
1.0205	5.3129	1.0257	6.6313	1.0309	7.9397	1.0361	9.2352
1.0206	5.3384	1.0258	6.6565	1.0310	7.9648	1.0362	9.2599
1.0207	5.3638	1.0259	6.6818	1.0311	7.9899	1.0363	9.2847
1.0208	5.3893	1.0260	6.7070	1.0312	8.0150	1.0364	9.3094
1.0209	5.4147	1.0261	6.7323	1.0313	8.0401	1.0365	9.3342
1.0210	5.4402	1.0262	6.7575	1.0314	8.0648	1.0366	9.3589
1.0211	5.4656	1.0263	6.7828	1.0315	8.0898	1.0367	9.3837
1.0212	5.4911	1.0264	6.8080	1.0316	8.1147	1.0368	9.4084
1.0213	5.5165	1.0265	6.8333	1.0317	8.1396	1.0369	9.4332
1.0214	5.5419	1.0266	6.8585	1.0318	8.1646	1.0370	9.4579
1.0215	5.5674	1.0267	6.8838	1.0319	8.1895	1.0371	9.4827
1.0216	5.5928	1.0268	6.9091	1.0320	8.2145	1.0372	9.5074
1.0217	5.6183	1.0269	6.9343	1.0321	8.2394	1.0373	9.5322
1.0218	5.6437	1.0270	6.9596	1.0322	8.2643	1.0374	9.5569
1.0219	5.6692	1.0271	6.9848	1.0323	8.2893	1.0375	9.5817
1.0220	5.6946	1.0272	7.0100	1.0324	8.3142	1.0376	9.6065
1.0221	5.7201	1.0273	7.0354	1.0325	8.3391	1.0377	9.6312
1.0222	5.7455	1.0274	7.0603	1.0326	8.3641	1.0378	9.6559
1.0223	5.7709	1.0275	7.0854	1.0327	8.3890	1.0379	9.6807
1.0224	5.7964	1.0276	7.1105	1.0328	8.4140	1.0380	9.7055
1.0225	5.8218	1.0277	7.1357	1.0329	8.4389	1.0381	9.7302
1.0226	5.8473	1.0278	7.1608	1.0330	8.4638	1.0382	9.7550
1.0227	5.8727	1.0279	7.1859	1.0331	8.4888	1.0383	9.7797
1.0228	5.8982	1.0280	7.2110	1.0332	8.5137	1.0384	9.8045
1.0229	5.9236	1.0281	7.2362	1.0333	8.5386	1.0385	9.8292
1.0230	5.9491	1.0282	7.2613	1.0334	8.5636	1.0386	9.8540
1.0231	5.9745	1.0283	7.2864	1.0335	8.5885	1.0387	9.8787
1.0232	5.0000	1.0284	7.3115	1.0336	8.6135	1.0388	9.9035
1.0233	6.0252	1.0285	7.3367	1.0337	8.6384	1.0389	9.9282
1.0234	6.0505	1.0286	7.3618	1.0338	8.6633	1.0390	9.9530
1.0235	6.0757	1.0287	7.3869	1.0339	8.6883	1.0391	9.9777
1.0236	6.1010	1.0288	7.4120	1.0340	8.7132	1.0392	10.0025
1.0237	6.1262	1.0289	7.4372	1.0341	8.7381	1.0393	10.0271
1.0238	6.1515	1.0290	7.4623	1.0342	8.7631	1.0394	10.0516
1.0239	6.1767	1.0291	7.4874	1.0343	8.7880	1.0395	10.0762
1.0240	6.2020	1.0292	7.5125	1.0344	8.8130	1.0396	10.1008
1.0241	6.2272	1.0293	7.5377	1.0345	8.8379	1.0397	10.1253
1.0242	6.2525	1.0294	7.5628	1.0346	8.8628	1.0398	10.1499
1.0243	6.2777	1.0295	7.5879	1.0347	8.8878	1.0399	10.1745
1.0244	6.3020	1.0296	7.6120	1.0348	8.9127	1.0400	10.1990
1.0245	6.3282	1.0297	7.6382	1.0349	8.9376	1.0401	10.2236
1.0246	6.3535	1.0298	7.6633	1.0350	8.9626	1.0402	10.2482
1.0247	6.3787	1.0299	7.6884	1.0351	8.9875	1.0403	10.2728
1.0248	6.4040	1.0300	7.7135	1.0352	9.0124	1.0404	10.2973

DENSITÉ	EXTRAIT	DENSITÉ	EXTRAIT	DENSITÉ	EXTRAIT	DENSITÉ	EXTRAIT
du	dans	du	dans	du	dans	du	dans
LIQUIDE.	100 GR.	LIQUIDE.	100 GR.	LIQUIDE.	100 GR.	LIQUIDE.	100 GR.
1.0405	10.3119	1.0438	11.6211	1.0511	12.9103	1.0564	14.1867
1.0406	10.3465	1.0459	11.6455	1.0512	12.9345	1.0565	14.2106
1.0407	10.3710	1.0460	11.6700	1.0515	12.9588	1.0566	14.2345
1.0408	10.3956	1.0461	11.6944	1.0514	12.9831	1.0567	14.2585
1.0409	10.4202	1.0462	11.7189	1.0515	13.0073	1.0568	14.2824
1.0410	10.4447	1.0463	11.7434	1.0516	13.0314	1.0569	14.3063
1.0411	10.4693	1.0464	11.7678	1.0517	13.0555	1.0570	14.3302
1.0412	10.4939	1.0465	11.7922	1.0518	13.0796	1.0571	14.3542
1.0413	10.5185	1.0466	11.8167	1.0519	13.1037	1.0572	14.3781
1.0414	10.5430	1.0467	11.8411	1.0520	13.1278	1.0573	14.4020
1.0415	10.5676	1.0468	11.8656	1.0521	13.1519	1.0574	14.4260
1.0416	10.5922	1.0469	11.8900	1.0522	13.1760	1.0575	14.4499
1.0417	10.6167	1.0470	11.9145	1.0523	13.2001	1.0576	14.4738
1.0418	10.6413	1.0471	11.9389	1.0524	13.2242	1.0577	14.4977
1.0419	10.6659	1.0472	11.9634	1.0525	13.2483	1.0578	14.5216
1.0420	10.6904	1.0473	11.9878	1.0526	13.2724	1.0579	14.5455
1.0421	10.7150	1.0474	12.0122	1.0527	13.2965	1.0580	14.5695
1.0422	10.7396	1.0475	12.0365	1.0528	13.3206	1.0581	14.5934
1.0423	10.7642	1.0476	12.0607	1.0529	13.3447	1.0582	14.6173
1.0424	10.7887	1.0477	12.0850	1.0530	13.3687	1.0583	14.6412
1.0425	10.8133	1.0478	12.1093	1.0531	13.3928	1.0584	14.6652
1.0426	10.8379	1.0479	12.1336	1.0532	13.4169	1.0585	14.6891
1.0427	10.8624	1.0480	12.1578	1.0533	13.4410	1.0586	14.7130
1.0428	10.8870	1.0481	12.1821	1.0534	13.4651	1.0587	14.7369
1.0429	10.9116	1.0482	12.2064	1.0535	13.4892	1.0588	14.7609
1.0430	10.9361	1.0483	12.2306	1.0536	13.5133	1.0589	14.7848
1.0431	10.9607	1.0484	12.2549	1.0537	13.5374	1.0590	14.8087
1.0432	10.9853	1.0485	12.2792	1.0538	13.5615	1.0591	14.8326
1.0433	10.0098	1.0486	12.3035	1.0539	13.5856	1.0592	14.8566
1.0434	11.0343	1.0487	12.3277	1.0540	13.6097	1.0593	14.8805
1.0435	11.0587	1.0488	12.3520	1.0541	13.6338	1.0594	14.9044
1.0436	11.0832	1.0489	12.3763	1.0542	13.6579	1.0595	14.9283
1.0437	11.1076	1.0490	12.4005	1.0543	13.6820	1.0596	14.9522
1.0438	11.1321	1.0491	12.4248	1.0544	13.7061	1.0597	14.9762
1.0439	11.1565	1.0492	12.4491	1.0545	13.7302	1.0598	15.0001
1.0440	11.1810	1.0493	12.4734	1.0546	13.7543	1.0599	15.0239
1.0441	11.2054	1.0494	12.4976	1.0547	13.7784	1.0600	15.0476
1.0442	11.2299	1.0495	12.5219	1.0548	13.8025	1.0601	15.0714
1.0443	11.2543	1.0496	12.5462	1.0549	13.8266	1.0602	15.0951
1.0444	11.2788	1.0497	12.5704	1.0550	13.8507	1.0603	15.1189
1.0445	11.3032	1.0498	12.5947	1.0551	13.8748	1.0604	15.1426
1.0446	11.3277	1.0499	12.6190	1.0552	13.8989	1.0605	15.1664
1.0447	11.3521	1.0500	12.6433	1.0553	13.9230	1.0606	15.1901
1.0448	11.3766	1.0501	12.6675	1.0554	13.9471	1.0607	15.2139
1.0449	11.4010	1.0502	12.6918	1.0555	13.9712	1.0608	15.2376
1.0450	11.4255	1.0503	12.7161	1.0556	13.9953	1.0609	15.2614
1.0451	11.4500	1.0504	12.7403	1.0557	14.0192	1.0610	15.2851
1.0452	11.4744	1.0505	12.7646	1.0558	14.0432	1.0611	15.3089
1.0453	11.4988	1.0506	12.7889	1.0559	14.0671	1.0612	15.3327
1.0454	11.5233	1.0507	12.8132	1.0560	14.0910	1.0613	15.3564
1.0455	11.5477	1.0508	12.8374	1.0561	14.1149	1.0614	15.3802
1.0456	11.5722	1.0509	12.8617	1.0562	14.1388	1.0615	15.4039
1.0457	11.5966	1.0510	12.8860	1.0563	14.1628	1.0616	15.4277

DENSITÉ	EXTRAIT	DENSITÉ	EXTRAIT	DENSITÉ	EXTRAIT	DENSITÉ	EXTRAIT
du	dans	du	dans	du	dans	du	dans
LIQUIDE.	100 GR.	LIQUIDE.	100 GR.	LIQUIDE.	100 GR.	LIQUIDE.	100 GR.
1.0617	15.43 ³ / ₄	1.0656	16.37 ⁵ / ₇	1.0695	17.2936	1.0734	18.2076
1.0618	15.47 ⁵ / ₂	1.0657	16.3987	1.0696	17.3 ³ / ₇ 70	1.0735	18.2309
1.0619	15.4989	1.0658	16.4223	1.0697	17.3405	1.0736	18.2542
1.0620	15.5227	1.0659	16.4459	1.0698	17.3640	1.0737	18.2775
1.0621	15.5464	1.0660	16.4695	1.0699	17.3875	1.0738	18.3008
1.0622	15.5702	1.066 ¹ / ₇	16.493 ¹ / ₇	1.0700	17.4 ¹ / ₇ 09	1.0739	18.324 ¹ / ₇
1.0623	15.5939	1.0662	16.5 ¹ / ₇ 66	1.070 ¹ / ₇	17.434 ¹ / ₇	1.0740	18.3475
1.0624	15.6 ¹ / ₇ 77	1.0663	16.5402	1.0702	17.4579	1.074 ¹ / ₇	18.3708
1.0625	15.6 ¹ / ₇ 4	1.0664	16.5638	1.0703	17.48 ¹ / ₇ 3	1.0742	18.394 ¹ / ₇
1.0626	15.6632	1.0665	16.5874	1.0704	17.5048	1.0743	18.4 ¹ / ₇ 74
1.0627	15.6880	1.0666	16.6 ¹ / ₇ 10	1.0705	17.5283	1.0744	18.4407
1.0628	15.7 ¹ / ₇ 27	1.0667	16.6346	1.0706	17.55 ¹ / ₇ 8	1.0745	18.4640
1.0629	15.7365	1.0668	16.658 ¹ / ₇	1.0707	17.5752	1.0746	18.4873
1.0630	15.7602	1.0669	16.68 ¹ / ₇ 7	1.0708	17.5987	1.0747	18.5 ¹ / ₇ 05
1.0631	15.7840	1.0670	16.7053	1.0709	17.6222	1.0748	18.5339
1.0632	15.8077	1.067 ¹ / ₇	16.7289	1.07 ¹ / ₇ 0	17.6457	1.0749	18.5572
1.0633	15.83 ¹ / ₇ 5	1.0672	16.7525	1.07 ¹ / ₇ ¹ / ₇	17.669 ¹ / ₇	1.0750	18.5806
1.0634	15.8532	1.0673	16.776 ¹ / ₇	1.07 ¹ / ₇ ² / ₇	17.6926	1.075 ¹ / ₇	18.6039
1.0635	15.8790	1.0674	16.7997	1.07 ¹ / ₇ ³ / ₇	17.7 ¹ / ₇ 0 ¹ / ₇	1.0752	18.6272
1.0636	15.9027	1.0675	16.8232	1.07 ¹ / ₇ ⁴ / ₇	17.7396	1.0753	18.6505
1.0637	15.9265	1.0676	16.8468	1.07 ¹ / ₇ ⁵ / ₇	17.7630	1.0754	18.6738
1.0638	15.9502	1.0677	16.8704	1.07 ¹ / ₇ ⁶ / ₇	17.7865	1.0755	18.697 ¹ / ₇
1.0639	15.974 ¹ / ₇	1.0678	16.8940	1.07 ¹ / ₇ ⁷ / ₇	17.8 ¹ / ₇ 00	1.0756	18.7204
1.0640	15.9977	1.0679	16.9 ¹ / ₇ 76	1.07 ¹ / ₇ ⁸ / ₇	17.8335	1.0757	18.7437
1.0641	16.02 ¹ / ₇ 4	1.0680	16.94 ¹ / ₇ 2	1.07 ¹ / ₇ ⁹ / ₇	17.8569	1.0758	18.7670
1.0642	16.0449	1.068 ¹ / ₇	16.9648	1.0720	17.8804	1.0759	18.7903
1.0643	16.0685	1.0682	16.9883	1.072 ¹ / ₇	17.9039	1.0760	18.8137
1.0644	16.092 ¹ / ₇	1.0683	17.0 ¹ / ₇ 19	1.0722	17.9274	1.076 ¹ / ₇	18.8370
1.0645	16.1 ¹ / ₇ 57	1.0684	17.0353	1.0723	17.9508	1.0762	18.8603
1.0646	16.1 ¹ / ₇ 303	1.0685	17.0588	1.0724	17.9743	1.0763	18.8836
1.0647	16.1 ¹ / ₇ 629	1.0686	17.0823	1.0725	17.9978	1.0764	18.9069
1.0648	16.1 ¹ / ₇ 864	1.0687	17.1058	1.0726	18.021 ¹ / ₇	1.0765	18.9302
1.0649	16.2 ¹ / ₇ 00	1.0688	17.1292	1.0727	18.0444	1.0766	18.9535
1.0650	16.2336	1.0689	17.1527	1.0728	18.0677	1.0767	18.9768
1.065 ¹ / ₇	16.2572	1.0690	17.1762	1.0729	18.0910	1.0768	19.000 ¹ / ₇
1.0652	16.2808	1.069 ¹ / ₇	17.1997	1.0730	18.1 ¹ / ₇ 44	1.0769	19.0233
1.0653	16.3044	1.0692	17.223 ¹ / ₇	1.0731	18.1377	1.0770	19.0466
1.0654	16.3280	1.0693	17.2466	1.0732	18.1610		
1.0655	16.3515	1.0694	17.270 ¹ / ₇	1.0733	18.1843		

Les bières de table et de garde contiennent de 4 à 7 % d'extrait. Les bières de bock 6 à 8 %.

Concentration du moût avant fermentation. — Connaissant la richesse alcoolique et le poids d'extrait de la bière, on peut établir approximativement la teneur en extrait du moût qui lui a donné naissance.

Il suffit de multiplier le poids de l'alcool par 2 et d'ajouter à ce poids celui de l'extrait.

Ainsi une bière contenant 5^{sr}1 d'alcool et 7,23 d'extrait, provient d'un moût qui renfermait un poids d'extrait de

$$(5,1 \times 2) + 7,23 = 17^{\text{sr}}43 \text{ } \%.$$

L'extrait du moût avant fermentation doit être de 6 à 8 pour 100^{es} de bière de table.

Connaissant le poids d'extrait du moût, on peut déterminer le *degré réel de fermentation* de la bière.

Le degré de fermentation des bières de table doit être de 4^{sr}4 %; celui des bières de bock, au-dessous de ce chiffre.

Si E est l'extrait % de bière,
A degré alcoolique de la bière,
e l'extrait du moût primitif,
f le degré de fermentation,

on a :

$$f = 100 \left(1 + \frac{E}{e} \right)$$

3° *Dosage de l'acidité.* — *Acidité totale* : Chauffer 100^{es} de bière à 40 ou 50° dans un ballon de 250^{es}. Après refroidissement, parfaire le volume de 200^{es} avec de l'eau distillée. Agiter.

Prélever 100^{es} du liquide et titrer l'acidité au moyen de la solution déci-normale de soude et de la phtaléine du phénol ; soit : N^{es}.

$N \times 0,098 =$ Acides totaux (en SO⁴II^s) de 1 litre de bière.

Acidité fixe. — Evaporer au bain-marie les 100^{es} de bière restant de la liqueur préparée précédemment.

Reprendre le résidu par l'eau, évaporer de nouveau au bain-marie, recommencer plusieurs fois cette opération pour chasser l'acide acétique, redissoudre le résidu final dans l'eau et titrer l'acidité comme précédemment, soit : N^{es} de soude déci-normale.

$N^{\text{es}} \times 0,098 =$ acidité fixe (en SO⁴H^s) de 1 litre de bière.*

L'acidité de la bière est souvent exprimée en acide lactique. 1^{es} de solution déci-normale alcaline correspond à 0^{sr}009 acide lactique.

Acides volatils. — Ils sont représentés (en So⁴H^s) par litre de bière par :

$(N - N') \times 0,098$; ou en acide acétique par $(N - N') \times 0,12$.

Acide carbonique total. — A 200^{es} de bière, ajouter un excès de chlorure de baryum ammoniacal (ammoniaque 3^{sr},

BaCl² 2^{sr}, eau 45^{sr}). Filtrer *rapidement* et laver le précipité à l'eau distillée bouillante, pendant un quart d'heure, dissoudre le précipité dans HCl pur.

Dans cette solution doser la baryte à l'état de SO⁴Ba et calculer l'acide carbonique d'après le poids de ce sulfate, sachant que 100 parties de sulfate de baryte correspondent à 18,17 CO². On pourrait plus simplement peser le carbone de baryte lavé à l'eau bouillante et desséché; son poids $\times 0,2233$ donnerait le poids de CO² correspondant.

4° *Dosage des cendres.* — Evaporer à sec dans une capsule tarée 100^{cc} de bière, calciner au rouge faible; après refroidissement, peser.

L'augmentation de poids $\times 10$ donne la proportion des cendres contenues dans un litre de bière.

La bière de table renferme de 0,12 à 0,40 % de cendres.

Si la teneur des cendres est supérieure à 0,30 % et que l'acidité est inférieure à 0,077 % en acide acétique, on a affaire à une bière aigrie et traitée par CO³Na⁺.

Acide phosphorique. — 50 ou 100^{cc} de bière additionnés de 1 gramme de CO³Na⁺ sont évaporés à sec et incinérés; reprendre les cendres par l'eau légèrement aiguisée d'AzO³H, ajouter à la solution de l'acétate de soude en solution acétique et titrer l'acide phosphorique par la liqueur d'urane. (Voir documents Physico-chimiques.)

La bière renferme en moyenne 0^{sr}10 d'acide phosphorique; une teneur inférieure à 0^{sr}5 % indique un succédané du malt.

Acide chlorhydrique. — On dosera les chlorures dans la solution nitrique des cendres. (Voir café torréfié.)

Les bières françaises ne renferment que des traces de chlore. Les bières allemandes contiennent 2 à 4 gr. de chlore pour cent de cendres.

5° *Dosage du maltose, de la dextrine et des matières albuminoïdes.* — Evaporer au bain-marie en consistance sirupeuse 50^{cc} de bière, délayer le sirop obtenu dans 2 à 3^{cc} d'eau et verser ce liquide dans 100^{cc} d'alcool à 90°, laver le vase dans lequel s'est faite la précipitation avec de l'alcool au même degré et filtrer sur un filtre taré.

A) La solution filtrée alcoolique est évaporée, le résidu additionné d'eau, puis cette solution de nouveau évaporée pour chasser l'alcool. Le dernier résidu est redissous dans

l'eau de façon à faire 100°. Cette solution, décolorée au moyen du sous-acétate de plomb, sert à doser le maltose avec la liqueur cuivrique (voir saccharimétrie).

B) Le résidu resté sur le filtre est séché à 100° dans un flacon taré ; on obtient son poids en retranchant le poids du filtre du poids total.

Soit P son poids, il représente la dextrine, les matières albuminoïdes et minérales. Diviser ce résidu sec en deux portions : la première fournit par incinération le poids des sels insolubles dans l'alcool, c'est-à-dire presque tous les sels de la bière.

Soit π le poids de la première portion avant incinération, ζ l'augmentation de poids de la capsule après incinération.

On a, sels insolubles par litre : $\frac{\zeta \times P \times 20}{\pi} = p$.

La deuxième portion p' sert à doser l'azote par la méthode Kjeldahl (voir farines). Le poids d'azote trouvé multiplié par 6,452, donne le poids des matières albuminoïdes contenues dans le poids p' de la 2^e portion du résidu.

Matières albuminoïdes par litre = $\frac{P \times 20 \times \text{Azote} \times 6,452}{p'}$

Le poids de matières azotées est d'environ 6 %.

Si on retranche du produit que l'on obtient en multipliant par 20 le poids P, la somme des poids des insolubles dans l'alcool et des matières albuminoïdes, la différence donnera la somme des gommés et de la dextrine contenues dans 1 litre de bière.

La proportion de dextrine est de 3 à 6 %.

6° *Dosage de la glycérine.* (Voir Falsifications).

Interprétation des résultats. — Dans une bonne bière, le poids d'extrait varie de 4 à 8 % minimum : 3.5. L'alcool varie entre 3 et 9 %. Le poids de l'alcool doit toujours être inférieur à celui de l'extrait une proportion égale ou supérieure fera supposer l'addition d'alcool ou de glucose.

Le rapport du poids de l'alcool à celui de l'extrait varie entre $\frac{5}{10}$ et $\frac{8}{10}$.

L'acidité totale évaluée en acide lactique ne doit pas être supérieure au $\frac{4}{100}$ du poids de l'extrait.

La bière ne devra pas renfermer plus de 0^{sr}1 % de C²H⁴O³.

Le rapport des acides fixes aux acides volatiles est de $\frac{30}{11}$.

La proportion normale de CO² est de 0.20 % en moyenne, au-dessous de 0.10 % la bière est éventée.

Cendres: 1^{sr}50 à 3 grammes par litre, le poids de cendres est de 2.5 à 5 % du poids de l'extrait.

L'acide phosphorique constitue de 25 à 40 % du poids des cendres.

Maltose 20 à 35 % du poids de l'extrait.

Dextrine, 30 à 35 % —

Matières albuminoïdes 6 à 8 % du poids de l'extrait.

Glycérine 0.10 à 0.50 % du poids de l'extrait.

Le rapport de la glycérine à l'alcool et en moyenne de $\frac{4.8}{100}$ (dans le vin $\frac{7 \text{ à } 9}{100}$). Si on trouve une plus forte proportion de glycérine, on conclura à l'addition de cette substance (l'addition de glycérine n'est pas tolérée).

Toute bière qui ne présentera pas la composition minima suivante :

Alcool en volume.....	3 %
Extrait sec	35 ^{sr} par litre
Cendre	1.5

doit être considérée comme mouillée et vendue comme petite bière.

3° Recherche des falsifications, des substances étrangères et des altérations.

A) *Falsifications*. — 1° Addition d'eau ou mouillage. — On cache cette addition en ajoutant du chlorure de sodium ou de l'alcool du commerce.

L'eau ajoutée en excès à la bière abaisse la proportion d'extrait qu'elle doit contenir normalement, le rapport du poids de l'alcool à celui de l'extrait deviendra inférieur à la moyenne.

La présence de NaCl sera indiquée par la saveur salée de la bière et par le précipité abondant que donnera la bière avec Ag AzO³.

2° Addition d'alcool. — L'addition d'alcool, tout en relevant le degré alcoolique, abaissera la proportion d'extrait;

une proportion d'alcool égale ou supérieure au poids de l'extrait indiquera l'addition d'alcool, car le poids de l'alcool doit toujours être inférieur à celui de l'extrait.

B) *Matières étrangères.* — α) *Matières colorantes étrangères* (caramel). — Agiter la bière avec une solution de tannin qui décolorera la bière, si la coloration est naturelle; elle n'a aucune action sur le caramel (Schuster).

Ajouter à la bière le double de son poids de sulfate d'ammoniaque cristallisé et trois volumes d'alcool fort.

Si la bière est colorée naturellement, le réactif la décolorera en donnant un dépôt brun.

Si elle est colorée avec du caramel, le réactif ne la décolorera pas et donnera un précipité gris.

β) Addition de sirop de fécule, de glucose, de mélasse ou de glycérine pour parer à l'orge qui manque (succédané du malt). — La substitution du glucose au malt réduit le poids d'extrait et de substances azotées, augmente la proportion d'alcool et introduit dans la bière du SO^4Ca , tout en diminuant la proportion normale d'acide phosphorique. Il en est de même de l'addition de mélasse.

La glycérine sera déterminée par le procédé suivant : 300^{cc} de bière évaporés au 1/3 sont agités avec 200^{cc} d'éther de pétrole; après séparation des liquides, décanter la couche aqueuse inférieure, l'agiter une deuxième fois avec 200^{cc} d'éther de pétrole qui enlève la résine de houblon; décanter, alcaliniser la liqueur aqueuse avec de l'eau de baryte, agiter avec le double de son volume d'un mélange de deux parties d'alcool absolu et de trois parties d'éther, laisser reposer. Evaporer au bain-marie, puis sur l'acide sulfurique, la solution éthérée dans une capsule tarée. L'augmentation de poids de la capsule donnera le poids de glycérine de 300^{cc} de bière.

La proportion de glycérine est normalement de 0^{sr}50 ‰.

Les liqueurs provenant de l'épuisement par l'éther de pétrole, donnent par évaporation le poids de résine de houblon.

γ) Addition d'antiseptiques (acides salicylique, sulfureux, saccharine). (Voir Recherche des agents de conservation).

δ) Addition de matières amères (succédanés du houblon). — Evaporer à une chaleur douce jusqu'à consistance sirupeuse,

un litre de bière ; ajouter au résidu cinq fois son volume d'alcool à 95°, agiter fréquemment pendant 24 heures.

Décanter alors l'alcool et le remplacer par une nouvelle quantité de même liquide.

Réunir les liqueurs alcooliques, les filtrer, les distiller au bain-marie, prélever une petite portion d'extrait alcoolique, y ajouter trois parties d'eau, y placer un petit fragment de laine et chauffer pendant une heure au bain-marie, retirer la laine, la laver à l'eau. Si elle est colorée en jaune, la traiter par le sulfhydrate d'ammoniaque ; si elle vire au rouge, *acide picrique*.

Agiter longuement le reste de l'extrait alcoolique avec six parties de benzine pure, décarter la benzine et recommencer le traitement ; réunir les liquides d'épuisement et les distiller au bain-marie.

a) Distillat. — Diviser le distillat obtenu en trois parties, que l'on placera dans trois capsules.

a) Ajouter à la première quelques gouttes AzO^3H ($D = 1,35$) coloration rouge : *brucine*.

b) Ajouter à la seconde quelques gouttes SO^4H^2 concentré, coloration violette : *colocynthine*.

j) Ajouter à la troisième un cristal de bicarbonate de potasse et SO^4H^2 , coloration pourpre : *strychnine*.

b) Résidu insoluble de la benzine. — Chasser la benzine au bain-marie, traiter le résidu par l'alcool amylique pur ; si l'alcool se colore en jaune ou en rose vineux et s'il laisse par évaporation un résidu amer, en évaporer une petite quantité sur une lame de verre.

Il se forme des cristaux devenant rouges au contact successif du salpêtre de SO^4H^2 et de NaOH : *picrotoxine*.

Si le résidu est résineux et sent le safran : *aloès*.

La solution alcoolique se colore en rouge par SO^4H^2 : *salicine*.

C) *Altérations*. — 1° Altérations spontanées. — Acétification (bière aigrie). On apprécie cette altération :

α) En déterminant le rapport de l'alcool à l'extrait. Le poids de l'alcool sera de beaucoup inférieur à celui de l'extrait.

β) En faisant un essai acidimétrique en tenant compte des proportions d'acide acétique (3 p. 1000) et d'acide lactique (0^{sr}50 p. 1000) que la bière renferme normalement (1).

D) *Examen microscopique.* — La bière trouble peut être examinée directement au microscope : Si elle est faiblement louche on la laissera reposer pendant deux jours à l'obscurité dans un endroit frais.

Pour recueillir le dépôt, décanter la bière au moyen d'un siphon en évitant de remuer le dépôt.

Le trouble de la bière peut être due aux impuretés suivantes :

1° *Levure normale* : cellules arrondies ou ovales ;

2° *Levures sauvages* : cellules ovales allongées en forme de saucisses (on ne peut déterminer exactement les levures sauvages que par des essais de cultures) ;

3° *Bactéries* : ce sont surtout des sarcines (microcoques réunis en groupes de quatre, formant des cubes ou des amas ; on peut aussi rencontrer le *saccharobacillus pastorianus* (bactéries filiformes).

La bière rendue trouble par ces bactéries, présente parfois une odeur et une saveur anormales, une augmentation de l'acidité et devient quelquefois filante ;

4° *Amidon* (dextrines, amylo et érythrodextrine) : provenant d'une transformation incomplète du malt en sucre pendant le brassage ; une solution iodo-iodurée permet de reconnaître la présence de ces substances en communiquant à la bière une coloration violette, bleue ou brun-rougeâtre ;

5° *Substances résineuses* provenant du houblon : elles se présentent au microscope sous forme de petites granulations ou de petites masses s'émiettant facilement, de couleur jaune ou brun foncé, se colorant en rouge avec l'orseille et disparaissant par l'action de la potasse caustique à 1 p. 10.

(1) La limite d'acidité totale exprimée en acide lactique est au maxima, pour les bières de fermentation basse, de 2 gr. 70 pour 1000, au minima 1 gr. 08 ; pour l'acide acétique, la limite maxima est de 0 gr. 30 pour 1000 ; au-dessus de ces limites la bière, si elle contient en même temps des ferments acétiques, doit être considérée comme aigre.

Dans les bières de fermentation haute, on trouve une plus grande quantité d'acide acétique.

CIDRE

Le cidre est le produit de la fermentation du jus de pommes.

L'examen du cidre comprend :

- 1° *La détermination de la densité;*
- 2° *L'analyse chimique;*
- 3° *La recherche des falsifications, des substances étrangères et des altérations.*

1° Détermination de la densité.

La densité se détermine à + 15° après filtration du liquide ; on emploie les mêmes procédés que pour la bière.

Cette densité varie de 997 à 1039.

2° Analyse chimique.

Elle comprend les dosages suivants :

1° *Dosage de l'alcool.* — Il se fait comme dans les vins, mais en employant au moins 200^{cc} de cidre à cause de sa teneur plus faible en alcool.

Le cidre de bonne qualité contient en moyenne 5 % à 6 % d'alcool en volume.

2° *Dosage de l'extrait à 100°.* — On dose l'extrait comme dans le vin ; on peut encore faire usage de la formule suivante qui donne le poids de l'extrait en fonction de la densité à 15°, après qu'on a débarrassé le liquide de l'alcool par évaporation. (Voir bière).

$$\text{Extrait} = 16.7 + 2.51 (d + 1000) \\ d = \text{densité à } + 15^\circ.$$

Le cidre contient en moyenne 30 grammes par litre d'extrait.

3° *Cendres.* — S'obtiennent par incinération de l'extrait à basse température.

Le cidre contient de 1^{sr}7 à 4^{sr}9 de cendres par litre. L'eau dissout de 80 à 92 % du poids total des cendres, les sels solubles sont presque uniquement constitués par des sels de potasse, à l'état de phosphates et de carbonates. — Les chlorures y existent en petite quantité.

L'abondance de CO³K³ provenant de la décomposition des malates, distingue les cendres du cidre de celles du vin. (L'alcalinité des cendres en CO³K³ est comprise entre 2 et 3 grammes par litre).

4° *Dosage de l'acidité.* — L'acidité totale due principalement aux acides tartrique et malique, se dose comme dans le vin à l'aide de la solution déci-normale alcaline en présence de la phénol-phtaléine et après avoir chassé CO² par ébullition.

L'acidité est évaluée en acide sulfurique ou malique. (1° NaOH $\frac{N}{10}$ correspond à 0°0067 acide malique).

Cette acidité est en SO⁴H² d'environ 2 grammes à 2°50 par litre.

L'acidité fixe et l'acidité volatile se dosent comme dans la bière, l'acidité volatile est exprimée en acide acétique.

5° *Dosages des matières réductrices.* — On les dose au moyen de la liqueur cuivrique (voir vins) après avoir précipité les matières pectiques par le sous-acétate de plomb et interverti la liqueur (tous les cidres renfermant une certaine proportion de sucre non réducteur qui varie du 1/4 au 1/10 du poids total des matières sucrées).

6° *Dosages des matières pectiques.* — Concentrer 100° de cidre au bain-marie jusqu'à environ 10°, ajouter au résidu 60° d'alcool à 90°, laisser reposer, décantier, redissoudre le précipité dans un peu d'eau et précipiter de nouveau par l'alcool, recueillir le précipité sur un filtre taré, le laver à l'alcool à 90°, le dessécher à 100°, le peser.

7° *Dosages des matières astringentes.* — (Tanin, voir vins.)

Interprétation des résultats. — Composition moyenne du cidre de bonne qualité :

	Girard.	Rabot.	Grignon.
Alcool %/o	5°2	5°·6°	5°4
Extrait sec %/o	41·8	30·00	30·32
Sucre	8·9	»	6·24
Cendres	2·80	2·80	2·70
Acidité totale (en SO ⁴ H ²).	»	2·00	5·21

Composition minima au-dessous de laquelle le cidre devra être vendu comme boisson :

Alcool %/o en volume	3
Extrait par litre	18°7
Cendres	1°7.

Composition moyenne de la boisson :

Alcool en volume ‰	2°7
Extrait sec ‰	20 ⁶ 80
Extrait dans le vide	31 ⁶ 2
Sucre réducteur	7 ⁶ 2
Cendres totales	1 ⁶ 17
Acidité en SO ⁴ H ⁹	2 ⁶ 86

3° Recherche des falsifications, des matières étrangères et des altérations.

A) *Falsifications*. — 1° *Mouillage*. — Il est caractérisé par une diminution sensible du poids des éléments, surtout de l'alcool, de l'extrait, du sucre, des matières minérales et des acides fixes et volatils.

Il y a intérêt pour déterminer le mouillage à doser la proportion d'alcool total qui est la somme de l'alcool existant dans le cidre, de l'alcool que pourrait donner le sucre non transformé, et de l'alcool disparu par acétification.

On calcule l'alcool que pourrait donner le sucre en divisant par 2, puis par 0.79, la quantité de sucre contenu dans le cidre, diminué de un gramme.

La somme de l'alcool existant et de l'alcool ainsi calculé, donnera la totalité de l'alcool qui aurait été produit si la fermentation avait été complète.

Par contre, on retranche de l'extrait la quantité de sucre transformée en alcool.

Si la proportion d'acide acétique est assez forte, on ajoutera à l'alcool total l'alcool disparu par acétification, qui sera calculé en multipliant l'acide acétique par 0.766 et divisant ensuite par 0.79

Tout cidre sera considéré comme mouillé et devra être vendu comme boisson si sa composition est inférieure à celle donnée plus haut.

Le dosage de l'alcalinité des cendres permettra aussi de décèler le mouillage.

Additionner les cendres provenant de l'incinération de 25^{cc} de cidre, d'un volume connu de liqueur déci-normale d'acide sulfurique de manière à obtenir une réaction franchement acide, faire bouillir 1/4 d'heure dans un flacon conique, titrer l'excès d'acide au moyen de la soude déci-normale.

Le nombre de centimètres cubes d'acide qui a été saturé par les cendres multiplié par 0.2764 donne l'alcalinité des cendres en CO^3K^2 par litre ; en multipliant ensuite par 2.48, on obtient l'alcalinité en bimalate de potasse.

2° *Vinage et sucrage*. — La richesse alcoolique d'un cidre peut être augmentée par vinage direct ou par addition de sucre avant la fermentation. (Cette pratique ne constitue une falsification que lorsque le sucre ajouté est impur.)

L'addition d'alcool se reconnaît à la faiblesse des éléments par rapport à la richesse alcoolique.

Le sucrage effectué avec du saccharose est caractérisé par la proportion élevée de sucre non réducteur.

On dosera alors le sucre réducteur et le sucre non réducteur comme dans les vins. Si la différence entre les deux dosages correspond à plus de 1/10 du sucre primitivement dosé, on pourra conclure à l'addition de saccharose

Le glucose sera reconnu par ses impuretés. (Voir saccharimétrie.)

B) *Matières étrangères*. — α) Acide tartrique. (Voir vinaigre.)

β) Agents antifermentescibles (acides salicylique, sulfureux ; voir recherche des agents de conservation.)

γ *Recherche des matières colorantes étrangères au Cidre*. — « On emploie les colorants artificiels soit pour relever la couleur d'un cidre peu teinté, soit pour donner à un cidre factice un aspect naturel.

« Les matières colorantes dérivées de la houille sont peu employées. Néanmoins il est bon de s'assurer qu'elles n'existent pas, en alcalinisant le cidre par un peu d'ammoniaque, puis agitant avec quelques centimètres cubes d'alcool amylique. Ce dissolvant doit rester incolore, même si après avoir décanté on l'acidule par quelques gouttes d'acide acétique.

« Les colorants les plus employés sont les suivants :

« Cochenille.

« Fernambouc.

« Caramel.

« Coquelicot.

« Nitrorhubarbe.

« *Cochenille*. — On acidule 50^{cc} de cidre par environ 5^{cc} d'acide chlorhydrique, puis on agite doucement avec 10^{cc}

d'alcool amylique. On décante le liquide surnageant, on le lave à l'eau distillée, puis on en introduit une partie dans un tube à essai contenant quelques gouttes d'eau. En inclinant légèrement le tube, on laisse glisser sur les parois une seule goutte d'ammoniaque qui produira une teinte *violette*. Si on agite légèrement le liquide, le teinte violette passe au rouge carmin et se dissout dans les quelques gouttes d'eau qui sont au fond du tube.

« Un cidre naturel donne, dans ces conditions, une teinte *brun rouge sale*.

« *Fernambouc*. — Le fernambouc est très légèrement soluble dans l'alcool amylique en liqueur alcaline. Si le cidre en contient une certaine quantité, on constatera, 12 heures après l'agitation, une légère teinte dichroïque. On caractérise ce colorant plus facilement, en acidulant fortement le cidre par l'acide chlorhydrique; en agitant ensuite avec l'alcool amylique, lavant, décantant et traitant par un peu d'ammoniaque, on obtiendra une coloration *grenat*.

« On peut encore reconnaître le fernambouc en traitant 1^{cc} de cidre par 10^{cc} de carbonate de soude à 0,5 p. 100 : on obtient une teinte *lilas* passant au *grenat* par ébullition.

« *Caramel*. — Le caramel est très employé, quelquefois seul, souvent mélangé à la cochenille. Dans ce dernier cas, ce colorant est caractérisé comme il a été dit plus haut, puis à une nouvelle portion de cidre on ajoute quelques centimètres cubes d'une solution de tanin au 1/50^e et une quantité correspondante d'une solution de gélatine à 30 p. 100. Il se forme une laque qui entraîne les matières colorantes naturelles et étrangères, sauf le caramel, qui communique au liquide surnageant une teinte jaune ambré.

« *Coquelicot*. — En employant pour 4^{cc} de cidre 1^{cc} d'une solution d'alun à 10 p. 100 et 3^{cc} d'une solution de carbonate de soude également au 1/10^e, on obtient une laque *rouge carmin*, tandis que la cochenille donne une laque lilas devenant bleu violacé au contact de l'air.

« *Nitrorhubarbe*. — Un cidre qui contient ce colorant donne une laque *brune* lorsqu'il est traité par une solution de protochlorure d'étain. La cochenille donne une laque *rose violacé*.

« La nitrorhubarbe est soluble dans l'éther; en traitant la solution éthérée par un peu d'ammoniaque, on obtient une coloration *rouge*.
(SANGLÉ-FERRIÈRE.)

C) *Altérations.* — Le cidre étant peu riche en alcool et en acides, mais par contre riche en éléments solides (sucres, matières extractives, sels de potasse), représente un bon milieu de culture pour les microorganismes. Et, en effet, il est sujet à de nombreuses maladies d'origine microbienne (1).

Les principales sont :

1° *L'acétification*, qui a les mêmes causes que l'ascendance du vin et surtout de ce que le cidre a été abandonné au contact de l'air dans des fûts en vidange.

2° *Le noircissement*. Le noircissement semble être dû, le plus généralement, à une action diastasique et dans quelques cas spéciaux à la présence d'une quantité anormale de fer.

3° *La graisse*, qui est due aux mêmes causes que la graisse des vins blancs.

(1) Voir pour les maladies du cidre : *La Cidrerie moderne*, de MM. JACQUEMIN et ALLIOT. A Malzéville-Nancy, Institut de Recherches Jacquemin.

IV

Saccharimétrie et Matières sucrées.

I. Saccharimétrie.

L'ensemble des méthodes employées pour doser les matières sucrées constitue la *saccharimétrie*.

Deux méthodes générales sont surtout usitées :

A) *La saccharimétrie optique.*

B) *La saccharimétrie chimique.*

A ces deux méthodes il convient d'en ajouter une troisième employée dans l'industrie la *saccharométrie* ou *glycométrie*, qui a pour but de déterminer le poids d'un sucre en solution, d'après la densité de cette solution.

A) SACCHARIMÉTRIE OPTIQUE

Principe. — Les sucres en dissolution possèdent la propriété de dévier le plan de la lumière polarisée.

On nomme *angle de polarisation*, ou encore *déviatio*n, la valeur (exprimée en degrés de circonférence), de l'angle dont a tourné le rayon de lumière polarisée. Cet angle se mesure au moyen du polarimètre. (Voir page 238).

On nomme *pouvoir rotatoire spécifique* d'un corps (par rapport à une radiation donnée n (1)) la *déviatio*n (comptée

(1) On désigne par α_D le pouvoir rotatoire relatif à la lumière du sodium et par α_j le pouvoir rotatoire relatif à la teinte sensible : connaissant α_j on a α_D par

$$\alpha_D = \frac{\alpha_j}{1.111}$$

négativement à gauche; positivement à droite) imprimée (en degrés de circonférence) au plan de polarisation de la lumière par le corps considéré, observé sous une densité et une épaisseur égales à l'unité (l'unité de densité étant celle de l'eau distillée à + 4°, l'unité d'épaisseur étant égale à un décimètre).

Si donc une substance active de densité = d , examinée sous une épaisseur de l décimètres, donne une déviation A par rapport à une radiation n , son pouvoir rotatoire α_n sera exprimé par une rotation ($d \times l$) fois moindre et pourra s'écrire :

$$\alpha_n = \frac{A}{d \times l}$$

Mais si au lieu d'être solide le corps actif est en dissolution dans un liquide inactif, dans la proportion de p grammes de substance pour un volume total V de dissolution (le dissolvant pouvant être considéré comme ayant pour effet de permettre aux molécules du corps dissous de devenir mobiles et de s'écarter suffisamment les unes des autres pour occuper un volume V avec un poids p), d représentera encore la densité de la substance, mais prise sous le volume V que le dissolvant lui a fait acquérir, pour un poids p qui reste constant; dans ce cas $d = \frac{p}{V}$ et de l'équation précédente, on tirera en remplaçant d par sa valeur

$$\alpha_n = \frac{A}{\frac{p}{V} \times l} = \frac{AV}{p \times l} \quad (1)$$

de la valeur (1) on tire :

$$A = \frac{\alpha_n l p}{V}$$

p étant le poids en grammes de substance, dissous dans le volume V de solution (mesuré en centimètres cubes).

De la valeur (1) on tire encore :

$$p = \frac{AV}{\alpha_n l} \quad (2)$$

qui donne le poids p de substance contenu dans un volume V de solution.

Si au lieu d'un poids p contenu dans un volume V de solution on veut connaître le poids p' contenu dans un poids déterminé de la solution, on aura en remplaçant dans (2) V par $\frac{P}{d}$ (P et d étant le poids et la densité de la solution.

$$\alpha_n = \frac{AP}{l p' d} \quad (3)$$

et

$$p' = \frac{AP}{\alpha_n l d} \quad (4)$$

Ces formules permettent de résoudre tous les problèmes de dosage des sucres en dissolution dans un liquide inactif,

en tenant compte, toutefois, que le pouvoir rotatoire change souvent pour certains sucres avec la température, la concentration des solutions et aussi avec la durée de la dissolution.

Voici rapportés à la raie D du Sodium les pouvoirs rotatoires des principaux sucres :

Saccharose $\alpha_D = + 66.5$ pour des solutions contenant moins de 14 % de sucre (1).

Glucose $\alpha_D = + 52.7$ pour des solutions ne contenant pas plus de 14 % de sucre.

Sucre interverti (2) $\alpha_D = - 27.9 + 0.33 t$ pour une concentration inférieure 14 %; à 0° $\alpha_D = - 27.9$; à + 10° $\alpha_D = - 24.5$; à + 15° $\alpha_D = - 23.1$; à + 17°5 $\alpha_D = 22.4$; à + 20° $\alpha_D = 21.4$; à + 30° $\alpha_D = 18$.

Levulose $\alpha_D = - 101.22 - 0.56 t$; t étant la température de l'observation; le pouvoir rotatoire de ce sucre étant très variable, il est difficile d'en faire un usage pratique en saccharimétrie.

Maltose $\alpha_D = + 140.375 - 0.01837 P - 0.095 T$; P étant la teneur en sucre de la solution et T la température d'observation : à + 20° et pour une concentration ne dépassant pas 10 % $\alpha_D = + 138.30$.

Lactose $\alpha_D = + 52.7$ à + 17°5. Ce pouvoir rotatoire n'est pas influencé pour la concentration de la solution, pourvu que cette concentration ne dépasse pas 36 %.

Dextrines $\alpha_D = + 194.8$.

Le glucose, le maltose et le lactose, présentant le phénomène de la bi-rotation, les chiffres donnés pour α_D s'appliquent à une solution préparée depuis 24 heures ou soumise à l'ébullition aussitôt sa préparation.

Des Saccharimètres et Polarimètres.

Les appareils que l'on utilise en saccharimétrie optique sont de trois sortes :

1° Les saccharimètres à lumière blanche qui servent, à mesurer la richesse en sucre de canne d'une solution,

(1) La température a une influence négligeable; d'après Andrew, le coefficient serait de 0.00017 pour la diminution de α_D par degré centigrade.

(2) Le pouvoir rotatoire de sucre interverti n'est pas la moyenne de ceux du glucose et du levulose, parce que ces sucres résultant du dédoublement du saccharose ont des pouvoirs rotatoires de signes contraires.

d'après la rotation que cette solution peut produire, rotation que l'on détermine au moyen d'une lame de quartz de rotation contraire de celle de la substance que l'on étudie, et dont l'épaisseur peut varier jusqu'à ce que les actions contraires des deux substances se détruisent complètement. (Compensation).

Dans ces appareils, on ne mesure donc pas la déviation du plan de polarisation, mais l'épaisseur à donner à la substance compensatrice, pour obtenir une compensation parfaite. Ces appareils portent une graduation de 0 à 100 degrés, avec un vernier donnant le $1/10^{\circ}$ de degré.

L'appareil étant réglé au 0, une lame de quartz dextrogyre de un millimètre d'épaisseur y produira une déviation de 100 degrés; c'est donc l'angle de rotation ($21^{\circ}40'$ soit $21^{\circ}67'$) de cette lame, qui est divisé en 100 parties égales.

Le point 100 degrés correspond aussi à la déviation d'une solution sucrée, contenant $16^{\text{gr}}29$ de saccharose pur dans 100^{cc} d'eau distillée du système métrique. (Voir poids normal.)

Ce poids de $16^{\text{gr}}29$ est aujourd'hui définitivement adopté, mais il a varié depuis l'origine de la saccharimétrie.

Clerget avait indiqué $16^{\text{gr}}51$, puis $16^{\text{gr}}47$ et enfin $16^{\text{gr}}35$.

La prise d'essai officielle de MM. Girard et de Luynes est de $16^{\text{gr}}19$.

Le Congrès international de chimie (juillet et août 1896) a émis le vœu qu'elle fût modifiée.

La Commission, sur le rapport de M. Mascart, a proposé les conclusions suivantes :

La graduation saccharimétrique (0 — 100) étant comprise dans l'angle $21^{\circ}67'$; la lumière jaune étant monochromatique et ne contenant autant que possible que les raies D, la température étant de 20° C, le tube mesurant 20 centimètres de longueur, le poids normal (ou prise d'essai), c'est-à-dire la quantité de sucre qu'il convient de dissoudre dans une quantité d'eau telle que la solution occupe un volume de 100^{cc} à la température de 20 degrés C, est de $16^{\text{gr}}29$ (1).

Or, puisque $16^{\text{gr}}29$ de sucre dissous dans 100^{cc} d'eau et examinés dans les conditions précédentes, produisent une déviation de 100 degrés; toutes les fois que $16^{\text{gr}}29$ de sucre brut, seront dissous et examinés dans les mêmes conditions, produiront une déviation de N degrés, c'est que ce sucre renfermera N pour 100 de saccharose pur. (Voir usage des polarimètres.

Dans ces appareils, chaque degré compris entre 0 degré et 100 degrés est un *degré saccharimétrique* ou encore un *degré centième de sucre*, puisqu'il indique la teneur de sucre pur contenu dans 100 parties de sucre brut.

(1) Pour corriger le degré saccharimétrique, lorsque l'observation n'est pas faite exactement à $+ 20^{\circ}$ centigrades, multiplier le degré obtenu par

$$1 \pm 0.00045 (t - 20)$$

t étant la température d'observation; on emploie le signe + lorsque la température d'observation est supérieure à $+ 20^{\circ}$ centigrades.

Les appareils français types, sont le saccharimètre Soleil-Duboscq et le saccharimètre Laurent-Jobin (1).

SACCHARIMÈTRE SOLEIL-DUBOSQ.

Le saccharimètre Soleil-Duboscq (fig. 11) se compose de deux parties fixées sur un même support et laissant entre elles un espace pour placer les différents tubes contenant les solutions à analyser.

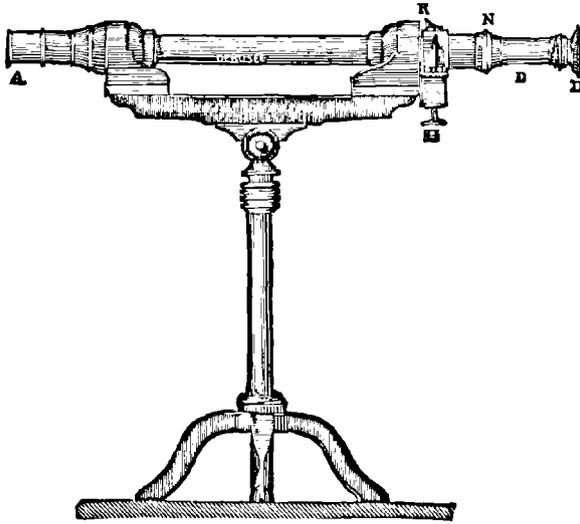


Figure 11.

1° A B contient le polariseur et la plaque de quartz à deux rotations ;
2° C D contient le compensateur Soleil à lames prismatiques en quartz.
Les pièces mobiles sur lesquelles l'opérateur doit agir sont :

1° Le tube oculaire DD' qu'on enfonce ou qu'on retire, jusqu'à ce qu'on voie nettement, à travers la colonne liquide, la ligne de séparation du bi-quartz Soleil ;

2° Le bouton, H du compensateur par lequel on rend la teinte uniforme dans les deux demi-disques ;

3° L'anneau moletté B à l'aide duquel on donne à cette même teinte la couleur qui se prête le mieux à une évaluation précise ;

(1) Pour la théorie optique de tous les appareils saccharimétriques, voir l'*Essai élémentaire des principes de saccharimétrie optique*, de M. Césaro (Bruxelles, chez Hayez), ou l'auteur, évitant l'emploi des formules trigonométriques de manière à mettre son travail à la portée de tous les lecteurs, donne l'explication des différents types de saccharimètres et polari-saccharimètres.

- 4° Le petit bouton V (fig. 12) fixé sur la droite du compensateur, qui permet de faire coïncider le zéro de l'échelle R avec le zéro de l'index;
- 5° Echelle divisée R sur laquelle on lit le nombre *indiquant la richesse de la dissolution*.

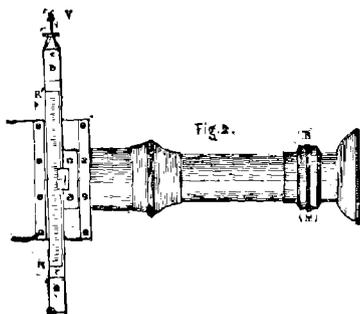


Figure 12.

Usage de l'appareil. — A) Réglage :

1° On dirige l'appareil vers une source de lumière (lampe à huile, lampe à gaz — lampe à pétrole — lumière du jour), de manière que la lumière qui en émane traverse l'axe de l'instrument;

2° On remplit d'eau pure un tube de 20 c. et on le met en place en BC; puis, appliquant l'œil en D, on enfonce ou retire le tube oculaire DD' jusqu'à ce qu'on voie nettement, à travers la colonne liquide, le disque de la plaque R à deux rotations partagé en deux moitiés égales, colorées d'une seule et même teinte, ou de deux teintes différentes, séparées l'une de l'autre par une ligne noire qui doit apparaître bien tranchée et bien nette.

3° *En général*, les deux demi-disques n'ont pas la même teinte ou nuance; on tourne alors le grand bouton horizontal H du compensateur, soit de gauche à droite, soit de droite à gauche, jusqu'à ce que les teintes des deux demi-disques soient parfaitement identiques et que l'œil ne puisse plus discerner entre elles aucune différence.

4° Il faut de plus, pour que l'opération ait tout le degré d'exactitude possible, que cette *teinte uniforme soit la teinte la plus sensible*. Cette teinte la plus sensible n'est pas la même pour tous les yeux.

Voici comment chacun reconnaîtra celle qui est propre à son œil, et avec laquelle il devra toujours opérer. Si, en même temps qu'on applique l'œil contre l'ouverture D du saccharimètre, on fait tourner l'anneau moletté B, on voit que la couleur des demi-disques change sans cesse et qu'elle ne redevient la même qu'après un demi-tour. Admettons qu'on cesse de tourner quand les deux demi-disques sont colorés d'une teinte jaune qui paraît identique; à partir de ce moment, en faisant tourner très doucement l'anneau moletté B dans le même sens, on fait succéder le vert au jaune, le bleu au vert, l'indigo au bleu, enfin le violet à l'indigo. En regardant attentivement, on rencontre souvent une certaine nuance pour laquelle l'uniformité de teinte, établie primitivement pour le jaune, n'existe plus; on perçoit alors une différence

entre les deux demi-disques qu'on n'avait pas saisie d'abord ; cette teinte est pour l'observateur la teinte la plus sensible ; il devra s'y attacher et prendre toujours son pointé sur elle. Pour le plus grand nombre des yeux, la teinte sensible est une nuance *bleue violacée*, qui rappelle la couleur de la *fleur du lin* ; pour d'autres, ce qui d'ailleurs est une sorte d'anomalie, la teinte la plus sensible est le jaune ou une autre couleur brillante. En faisant tourner convenablement le bouton H et l'anneau moletté B, l'observateur ne s'arrêtera que lorsque les deux demi-disques seront colorés très uniformément de la même teinte sensible.

5° On fait alors coïncider le trait de l'index avec le zéro de la division en faisant tourner dans un sens ou dans l'autre le petit bouton V (fig. 12).

L'instrument est alors réglé, et l'on peut procéder à la détermination de la richesse et du titre de la dissolution sucrée.

B) Usage :

On retire le tube rempli d'eau et on lui substitue le tube rempli de la dissolution sucrée (le tube de 20 centimètres, si l'on opère directement ; celui de 22 centimètres, si l'on opère après inversion). En regardant après cette substitution, on voit que l'uniformité de teinte n'existe plus, que les deux demi-disques sont colorés de nuances différentes. On rétablit l'uniformité en faisant tourner le grand bouton horizontal H du compensateur, jusqu'à ce que les deux nuances soient parfaitement identiques.

Comme la solution sucrée est le plus souvent colorée, la teinte uniforme rétablie n'est pas, en général, la teinte sensible que la couleur propre de la dissolution a fait disparaître. On tourne l'anneau moletté B ; cette teinte revenue, l'égalité de nuance des deux demi-disques n'est pas parfaite, il faut encore agir sur le bouchon H pour qu'elle soit absolue.

La teinte des deux demi-disques étant bien uniforme, et cette teinte étant bien la teinte sensible pour l'opérateur, on regarde sur la règle divisée R R' à quel trait de l'échelle correspond le trait de l'index. On fait alors la lecture (1).

Observation. — Si on a bien mis au point en visant parfaitement la ligne de séparation des deux demi-disques, si on a bien mis à zéro, en faisant coïncider le trait de l'index avec le zéro de la division, et enfin si on a opéré avec la teinte la plus sensible et établi l'égalité des teintes avec un très grand soin, on obtient toujours les mêmes indications dans les mêmes circonstances (2).

(1) Le vernier est au $1/10$ c. (c'est-à-dire que l'espace de 9 degrés de l'échelle est divisé sur le vernier en 10 parties égales, de sorte que chaque degré du vernier est moins grand de $1/10$ que celui de l'échelle). On fait la lecture de manière que le 0 du vernier fournisse les degrés entiers et que tel trait du vernier, qui coïncide avec une division de l'échelle, de manière à présenter une ligne droite, indique le nombre de dixièmes de degrés (Voir fig. 16).

(2) M. Dubosq construit, indépendamment de cet appareil, un saccharimètre à lumière blanche à pénombres, à compensateur à lames prismatiques.

Ce saccharimètre a la même apparence extérieure que le Saccharimètre Soleil, sa manipulation est la même.

Après avoir mis le tube de 20 cent. plein d'eau distillée à la place ordinaire, on établit l'égalité de pénombres par le compensateur en agissant sur le bouton H puis

SACCHARIMÈTRE LAURENT-JOBIN.

Il sert à toutes les analyses de sucre, et l'emploi de la lumière blanche ordinaire le rend particulièrement commode (fig. 13).

La lumière y est plus vive, les demi-disques sont ici exactement de la même couleur dans toute l'étendue de l'échelle. Ces diverses conditions le rendent plus sensible que l'appareil à lumière jaune.

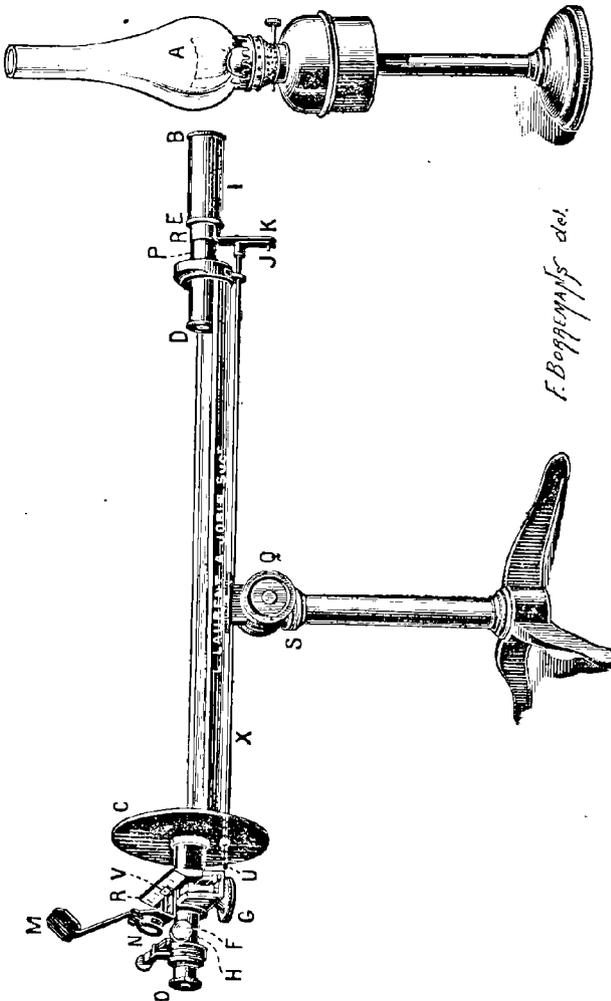


Figure 13.

LÉGENDE EXPLICATIVE.

- A Lampe à pétrole, bec de gaz, etc., leur milieu est placé à 20 centimètres de B.
B Lentille éclairante.
E Barillet à diaphragme portant la monture d'un cristal de bichromate de potasse. Ce cristal peut s'enlever suivant les cas, il est destiné à rendre la flamme plus monochromatique.
R Tube chaussé dans P et portant le levier K, il contient le système polariseur prisme et lentille.
D Diaphragme à plaque de quartz demi-ombre formant les pénombres.
U Levier fixé sur la tige X, fait tourner le polariseur par l'intermédiaire des bras J et K, afin de donner plus ou moins de lumière. Si le liquide est peu coloré, le levier est levé jusqu'à l'arrêt. S'il est coloré, on baisse plus ou moins le levier.
L Règle en bronze en forme de V de 60 centimètres de longueur, calibrée pour recevoir les tubes d'observation.
G Bouton de manœuvre du compensateur.
M Miroir renvoyant la lumière sur les divisions.
N Loupe pour la lecture des divisions.
F Bouton de réglage pour la mise au zéro.
O Oculaire.
R Chariot portant la règle.
V Chariot portant le vernier.
T (fig. 14). Bouton de réglage faisant mouvoir la règle divisée sur son chariot.

Mais il ne sert que pour l'examen des sucres et ne peut remplacer le polarimètre à lumière jaune, pour l'examen des substances actives autres que le sucre (1).

On en construit trois modèles :

Grand modèle pour tubes jusqu'à 50 centimètres ;

Petit modèle pour tubes de 5, 10, 20, 22, jusqu'à 30 centimètres. La manipulation est la même, sauf que les leviers J et K se manœuvrent directement sans l'intermédiaire de la tige et le levier U.

Modèle à divisions réduites pour tubes jusqu'à 50 centimètres. Analogue aux précédents, mais portant une division réduite de 0 à 50.

Le saccharimètre grand modèle permet d'employer des tubes d'observation de 5^{es}, 10^{es}, jusqu'à 50^{es} et répond à tous les besoins des laboratoires de sucreries, distilleries, etc.

Ce saccharimètre et la lampe sont représentés (fig. 13) en expérience et vus de côté. Le compensateur et ses détails sont représentés à plus grande échelle (fig. 14).

Manipulation. — On se sert à volonté de tubes de 10-20-30-40 et 50^{es} de longueur. On l'emploie dans les sucreries, râperies, raffineries, distilleries, etc.

on tourne le bouton V dans un sens ou dans l'autre, pour faire coïncider l'index avec le zéro de la division.

On opère ensuite comme pour le Saccharimètre Soleil. L'échelle graduée est divisée en centièmes. Le compensateur marque de - 17 à + 110 pour du sucre à pouvoir rotatoire droit.

On éclaire ce saccharimètre au moyen d'une lampe à huile, d'une lampe à pétrole à même plate ou de toute autre source de lumière.

(1) Le principe de sa construction est la compensation de la rotation du sucre par la rotation contraire des lames prismatiques de quartz du compensateur. Cette compensation n'est possible en lumière blanche que par suite du fait que la dispersion rotatoire du sucre est sensiblement la même que celle du quartz.

Cet appareil ne peut donc servir en lumière blanche que pour l'examen des sucres.

La source de lumière employée peut être une lumière quelconque : de pétrole, de gaz, bec électrique, acétylène, etc.

Néanmoins, pour la quantité de lumière utilisée dans l'appareil, on recommande la lampe à pétrole à flamme plate. Elle doit être placée la flamme en long, légèrement inclinée toutefois sur l'axe de l'appareil, le milieu de la flamme à 20^{cm} de la lentille éclairante.

Une petite partie de la surface de la flamme envoie sa lumière dans l'appareil et y est utilisée. Il importe que cette partie soit profonde pour envoyer le plus de lumière possible. Quant aux parties latérales de la flamme, elles ne servent pas.

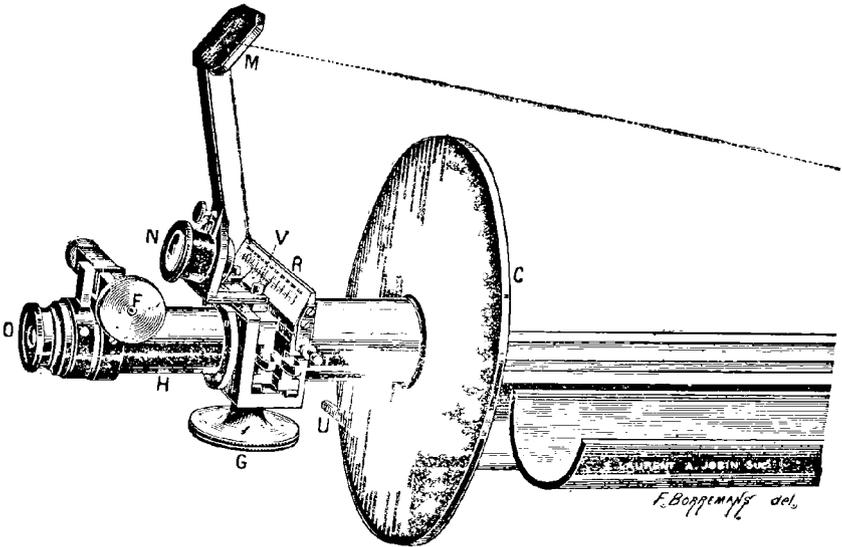


Figure 14.

Cette considération essentielle doit guider l'opérateur dans le choix de sa source de lumière et dans la manière de l'employer.

Le levier U (fig. 13 et 14) étant levé jusqu'à son arrêt et le bouton moletté Q serré modérément, on dirige l'appareil vers la flamme A, aussi bien que possible, de façon à avoir le maximum de lumière, ce que l'on vérifiera de temps en temps.

Les divisions sont éclairées par le réflecteur M. On les examine à travers la loupe N que l'on sort ou que l'on rentre jusqu'à ce que la vision des traits se fasse nettement.

On regarde à l'oculaire O que l'on sort ou que l'on rentre jusqu'à voir nettement la ligne de séparation des deux demi-disques (fig. 15).

Il est bon de faire ressortir un détail de la plus haute importance pour la sensibilité des pointés. La ligne de séparation des deux plages est le bord net et tranchant d'une lame de quartz très mince (lame demi-onde).

Les deux demi-disques ne sont pas séparés par une ligne épaisse noire ou blanche. Ils sont rigoureusement tangents et par suite dans les meilleures conditions possibles pour que la moindre différence d'ombre soit appréciable.

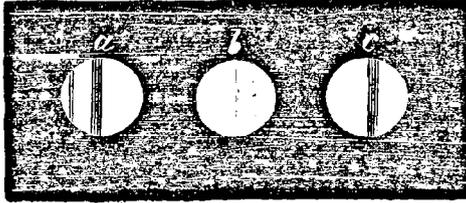


Figure 15.

La règle ayant été amenée au moyen du bouton T (fig. 14) dans une position moyenne sur son chariot, on met le 0 du vernier en coïncidence avec le 0 de la règle au moyen du bouton G. On regarde ensuite à l'oculaire et on fait l'égalité des pénombres en agissant sur le bouton F (apparence b, fig. 15).

Si les deux plages du champ sont alors de coloration identique, l'appareil est réglé et il suffira de le vérifier en faisant l'égalité des pénombres au moyen du bouton G (fig. 14) et en constatant qu'alors le 0 du vernier et de la règle sont bien en coïncidence.

Mais il peut arriver (et la cause en est dans le changement des conditions extérieures : température, etc.) que les deux plages, amenées à égalité d'ombre, ne soient de même coloration ; l'une des plages est plus teintée de rouge que l'autre. On agira sur le bouton F (fig. 14) de manière à noircir le côté le plus rouge.

On rétablira l'égalité de tons au moyen du bouton G.

Si la similitude de teintes n'est pas encore obtenue, on recommence à noircir le côté le plus rouge en agissant sur le bouton F.

Ainsi de suite, progressivement et par tâtonnements successifs jusqu'à complète satisfaction de l'œil de l'opérateur.

Cela fait, en laissant les chariots eux-mêmes immobiles et maintenant le chariot R (fig. 14) portant la règle avec le doigt, on agit sur le bouton T (fig. 14) placé à l'extrémité de la règle pour mettre définitivement le 0 de la règle en coïncidence avec le 0 du vernier.

On vérifiera que ce dernier détail est bien fait, en refaisant l'égalité de tons au moyen du bouton G et en constatant que les 0 du vernier et de la règle sont bien en coïncidence.

L'ensemble de cette opération doit être particulièrement soigné. Elle est facile et rapide. Elle est essentielle pour la précision des pointés.

La solution sucrée étant interposée, l'image n'est plus nette, il faut sortir l'oculaire de 1 à 2^m et les deux côtés de la figure 15 sont devenus plus clairs et inégalement. Si l'on a interposé une matière à pouvoir rotatoire droit, tels que le sucre de canne, le sucre de betterave, le sucre de diabète, le glucose, le quartz droit, etc., c'est le côté droit qui sera le moins clair et il faudra tourner le bouton G et faire aller le

vernier à droite. On tournera le bouton G à droite jusqu'à ce que le demi-disque de droite devienne noir (gris); on poursuit, il s'éclaircit bientôt et c'est l'autre qui devient noir presque immédiatement: on a alors dépassé, on revient légèrement en arrière, et on établit l'égalité de tons, par une série d'oscillations du bouton G de plus en plus petites et faisant passer de l'apparence *a* (fig. 15) à celle *c* pour s'arrêter enfin à celle *b*.

Lorsque la substance à analyser est gauche (sucre interverti, etc.), on se sert pour son examen de l'artifice suivant.

On place sur la règle la monture spéciale portant une plaque de quartz de 1^{me} d'épaisseur. Cette plaque de quartz (voir charges-types, pages 237 et 252), dite plaque-type, marque 100 sur l'appareil.

Le 0 de l'appareil est ainsi artificiellement reporté au 100 de la règle et l'on dispose pour les lectures à gauche, des 100 divisions de la règle.

Si donc on a à analyser un sucre gauche, on place sur la règle le tube d'examen, en même temps que la plaque-type 100.

On établit l'égalité de tons comme d'habitude et pour avoir le degré saccharimétrique à gauche, il suffira évidemment de retrancher le chiffre lu au vernier, de celui donnant la valeur de la plaque-type.

Ainsi, une lecture dans ces conditions de 44 $\frac{1}{4}$, correspondra en réalité à 100° — 44 $\frac{1}{4}$ soit 55 $\frac{6}{10}$ à gauche.

En résumé, dans cette opération avec la plaque-type, pour avoir le degré à gauche, on prendra le complément à 100 de la lecture obtenue.

Ajoutons que la plaque-type peut servir en outre à la vérification de l'exactitude de la division et en général du bon fonctionnement de l'appareil.

Souvent dans l'industrie sucrière, on a des jus et des sirops colorés qui, mis dans cet appareil (le levier U, fig. 13 et 14 étant levé) ou dans tout autre saccharimètre, sont assez foncés pour que le pointé soit impossible. Dans ce cas, cet appareil offre une ressource que ne possède aucun autre appareil, il permet en abaissant le levier U, graduellement de la quantité convenable, d'obtenir plus de lumière dans l'appareil. La précision est diminuée, mais on a cet avantage énorme de pouvoir encore lire et avec une approximation suffisante dans les applications, alors que dans ce cas, il est impossible de rien voir avec tout autre saccharimètre; il évite ainsi notamment la décoloration par le noir animal, opération longue et sujette à erreur par la quantité de sucre retenu par le noir lui-même.

Un liquide étant donné, on peut toujours, avec cet appareil, choisir l'angle qui donnera le meilleur résultat, et la pratique montre que cet angle varie avec la coloration du liquide.

Parfois, si le liquide est trop coloré, on peut enlever le bichromate.

Pour des opérations précises, il convient de refaire le zéro de l'appareil chaque fois qu'on aura modifié l'angle du polariseur avec le levier U et par suite l'éclairement du champ par la manœuvre du levier.

Si l'on veut faire vérifier un résultat par un autre opérateur, dont la vue sera presque toujours différente, il est nécessaire que ce dernier refasse lui-même toute la manipulation.

L'échelle est divisée en 100 degrés avec un vernier donnant le 1/10^e de division.

Définition du 100 de l'échelle. — Le point 100 correspond à une rotation de $21^{\circ}40'$, ou à la rotation fournie par une plaque de quartz taillée perpendiculairement à l'axe, de 1^{mm} d'épaisseur.

Poids normal (charge-type). — $16^{\text{r}}29$ de sucre pur dissous dans 100^{m} cubes d'eau à 15° centigrades donnent une dissolution qui, dans un tube de 20^{m} marque 100 sur la division saccharimétrique.

(Travaux de la Commission du Ministère des Finances. — Rapport de M. Pellet. *Annales de Chimie et Physique*, 7^e série, Tome XXIII, 1901.)

Charge-type 20 grammes. — Depuis, le constructeur a établi des appareils avec charge-type de 20 grammes. La division de l'échelle est basée sur les principes ci-dessus; ses éléments sont à ceux de l'échelle ordinaire dans le rapport de 20 — 16.29 et des appareils avec division décimale, c'est-à-dire charge-type de 10 grammes (poids Vivien).

SACCHARIMÈTRE GALLOIS.

M. Gallois, ingénieur-chimiste à Paris, fabrique un saccharimètre éclairé à la lumière blanche.

Cet appareil est d'une très grande sensibilité; il la doit à l'application du prisme de Jellet pour la mesure du pouvoir rotatoire, au lieu et place de la lame demi-onde. L'échelle, plus longue que celle employée habituellement, permet de lire directement, sans l'emploi d'une plaque de quartz, les déviations à gauche du zéro. C'est une qualité qui sera certainement appréciée par tous ceux qui ont à exécuter des analyses de matières sucrées dans lesquelles l'inversion joue un grand rôle.

Deux modèles ont été créés: le premier, pour tube de 400^{m} , possède une partie mécanique bien étudiée; il est à hauteur variable et à genouillère et est spécialement recommandé pour les laboratoires scientifiques et industriels où son emploi constant nécessite de la solidité alliée à une grande précision.

Le second, que le constructeur désigne sous le nom de petit modèle, est une réduction du précédent, mais seulement au point de vue mécanique. La monture est plus légère et appropriée aux usages spéciaux de la râperie, de la distillerie et surtout des laboratoires particuliers. Sa longueur permet également l'emploi du tube de 400, et sa partie optique est absolument semblable à celle du grand modèle.

Pour ces deux modèles, l'échelle a été divisée sur ivoire. La graduation est faite pour le poids normal et l'emploi des tubes français. La lumière est fournie par une lampe Duplex à deux mèches. L'échelle va de -20° à $+130^{\circ}$ et comporte un vernier qui donne le $1/10^{\circ}$ de degré.

Cet appareil très pratique est à signaler aux chimistes; sa manipulation est des plus simples et conforme à celle de tout saccharimètre.

2^o **Les Polarimètres**, qui mesurent *en degrés de circonférence*, l'amplitude de la rotation ou plan de polarisation.

Ces appareils permettent l'application des formules

$$\alpha_n = \frac{AV}{lp}$$
$$p = \frac{AV}{\alpha_n l}$$

(Voir page 226), c'est-à-dire de déterminer les pouvoirs rotatoires des sucres et de doser ces sucres en solution.

Ils portent une graduation *en degrés d'arc* ou *degrés polarimétriques*, dont $1^\circ = 4^{\circ}6'15''$ saccharimétriques (voir page 240); ils fonctionnent à la lumière jaune du sodium.

Ces appareils simples ne sont pas utilisés; on emploie dans les laboratoires les polarimètres à double échelle.

3° **Polarimètres à double échelle** (Polarimètres-Saccharimètres). — Pour généraliser l'emploi des polarimètres, on ajoute à leur graduation *en degrés d'arc* qui indique la déviation angulaire imprimée à la lumière polarisée par la solution active, une deuxième graduation spéciale divisée *en centièmes de sucre*, c'est-à-dire *en degrés saccharimétriques*, graduation correspondant exactement à la graduation du saccharimètre à lumière blanche. On a donc à la fois un polarimètre et un saccharimètre réunis sur le même appareil. Ces appareils fonctionnent à la lumière monochromatique jaune (raie D du sodium).

Les appareils français types sont ceux de *M. Laurent et de M. Dubosq*. Ce sont des polarimètres à *pénombre*, c'est-à-dire présentant à l'œil deux intensités différentes d'une même couleur. Les variations d'intensité des deux moitiés du champ lumineux étant très rapides pour de très petits changements angulaires de l'analyseur, on peut saisir avec une grande exactitude le point de l'égalité des teintes, et par conséquent l'angle exact dont la matière active a fait dévier le plan de la lumière polarisée.

Les graduations de ces appareils sont portées par un cadran sur lequel sont gravées deux graduations concentriques (fig. 16).

1° *Une graduation en centième de sucre*, dont les divisions fournissent les mêmes indications que la graduation des saccharimètres à lumière blanche.

Les grands degrés de cette graduation sont des *degrés saccharimétriques*, les petits sont des dixièmes de degrés.

Cette graduation est intérieure sur le cadran, elle correspond au vernier de gauche; ce vernier est au $1/10^2$.

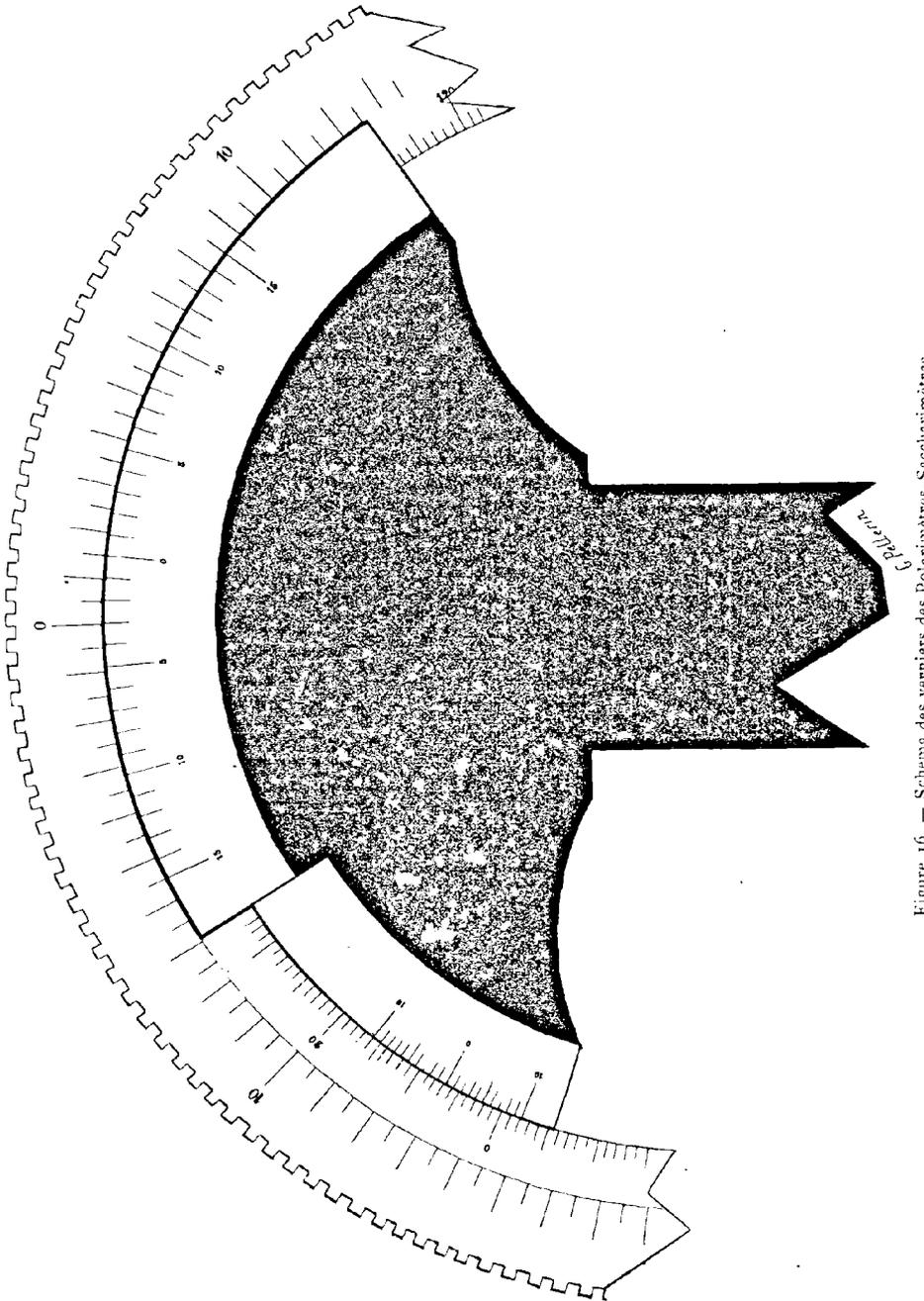


Figure 16. — Schéma des verniers des Polarimètres-Saccharimètres.

Dans la figure 16, on lit au vernier $+6^{\circ}7'$; car le 0 du vernier est compris entre la 6^e et la 7^e division supérieure, et le trait du vernier, qui correspond exactement à un degré supérieur est le 7^e.

2^o Une graduation en degrés d'arc faite en degrés et en demi-degrés (30 minutes).

Les grands degrés de cette graduation sont des *degrés polarimétriques*, les petits sont des demi-degrés (30 minutes).

Cette graduation est extérieure sur le cadran et correspond au vernier de droite; ce vernier est au $1/15^{\circ}$; il donne par suite les *deux minutes* directement et la minute à l'estime.

Dans la figure 16, on lit $1^{\circ}27'$; car le 0 du vernier coïncide avec le trait supérieur $1 \frac{1}{2}$, soit $1^{\circ}2'$ auquel il faut ajouter $7'5$, car c'est le trait 15 du vernier qui coïncide exactement avec un trait de la division supérieure.

On a donc $\frac{15}{2} = 7,5$.

1^o polarimétrique = $4^{\circ}6'15$ saccharimétriques.

1^o saccharimétrique = $0^{\circ}2'167$ polarimétrique.

RÈGLE GÉNÉRALE. — A) Pour transformer les degrés saccharimétriques lus à l'appareil en degrés d'arc, on multiplie le nombre de degrés saccharimétriques par 0,2167, puis on transforme les décimales obtenues en minutes du polarimètre.

Ainsi si on lit $6^{\circ}7$ saccharimétriques, on écrira

$$6^{\circ}7 \times 0,2167 = 1^{\circ}45.$$

puis on transforme 45 en fractions décimales au moyen du tableau de la page 255, note 1, ou suivant la formule

$$\frac{45 \times 60}{100} = 27$$

$6^{\circ}7$ saccharimétriques équivalent donc à $1^{\circ}27$ degrés polarimétrique.

B) Pour transformer les degrés d'arc lus à l'appareil en degrés saccharimétriques, on commence par transformer les minutes en fractions décimales au moyen de la table de la page 255, ou au moyen de la formule $\frac{N \times 100}{60}$, N étant le nombre de minutes polarimétriques, puis on multiplie le résultat par 4,615.

Ainsi si on a lu à l'appareil 1°27', on écrira, pour transformer 27' en fraction décimales (voir aussi page 255, note 1)

$$\frac{27 \times 100}{60} = 45$$

puis on multipliera 1°45 par 4.615 ce qui fournira 6°691 soit 6°7 en chiffres ronds.

Graduation Vivien. — Quelques appareils portent une graduation spéciale dite de *Vivien*, à la place de la graduation en degrés d'arc :

Cette graduation comporte 162°, correspondant à 100° saccharimétriques et 21°67 degrés d'arc :

Donc, d'après ce qui précède :

16°29 de sucre	{	100 degrés saccharimétriques (centièmes de sucre).
dissous dans 100°		21,67 degrés d'arc.
d'eau donnent		162 degrés Vivien.

1° saccharimétrique = 0°1629 saccharose dans 100° de solution.

1° d'arc = 0°7518 —

1° Vivien = 0°100 —

Voir pour la conversion des degrés tableau de la page 257.

La lumière est produite par la flamme d'un brûleur Bunsen dans lequel se trouve suspendu un petit panier en fils de platine destiné à recevoir du chlorure de sodium fondu qui communique à la flamme une teinte jaune vive.

POLARIMÈTRE-SACCHARIMÈTRE A PÉNOMBRE DE DUBOSQ

Le Polarimètre-Saccharimètre à pénombre de **M. Dubosq** (fig. 17) se compose, comme le saccharimètre Soleil, de deux parties fixées sur un même support, et laissant entre elles un espace pour placer les différents tubes contenant les solutions à analyser.

1° Tube A ayant à l'une de ses extrémités, celle tournée du côté du brûleur monochromatique, une cuve contenant du bichromate de potasse à saturation dans l'eau distillée et à l'autre extrémité le polariseur A.

2° Un cadran à denture hélicoïdale portant deux divisions concentriques, l'une en centièmes de sucre, l'autre en demi-degrés; sur ce cadran, se meut, au moyen d'un pignon, une alidade P à double vernier qui entraîne le nicol analyseur et la lunette de Galilée.

Les deux verniers donnent l'un le 1/10 de la division en centièmes (division intérieure), l'autre, le 1/15 du demi-degré, soit 2 minutes (division extérieure).

Les pièces sur lesquelles l'opérateur doit agir, sont :

1° La lunette de Galilée, pour la mise au point.

2° Le bouton moletté de réglage O pour la mise à zéro.

3° Le pignon commandant le mouvement de l'alidade pour la mesure du pouvoir rotatoire.

Réglage. — On dévisse un des bouchons du tube de 20 centimètres, on retire le galet en glace et, tenant verticalement ce tube, on le remplit d'eau distillée, en laissant déborder le liquide en forme de goutte,

on glisse le galet de manière à trancher la calotte sphérique du liquide, on revisse le bouchon et on met le tube à la place qui lui est destinée.

On place la lampe à gaz à 20 centimètres environ de l'extrémité de l'appareil, on l'allume, on règle l'introduction de l'air par la virole à trous, on met la cuiller en platine, contenant le chlorure de sodium fondu, à environ 30 millimètres au-dessus du bec et tangentielle-ment en avant de la flamme, de manière à avoir le plus possible de lumière monochromatique.

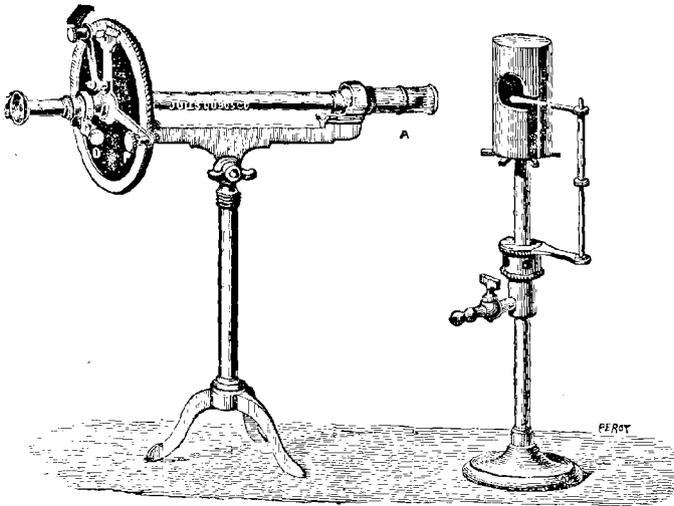


Figure 17.

On dirige l'axe de l'instrument vers le point lumineux un peu au-dessus de la cuiller en platine, et, après avoir mis le vernier à zéro, on vise à travers l'appareil en tirant plus ou moins l'oculaire de la lunette, jusqu'à ce qu'on distingue nettement la ligne verticale de séparation des deux demi-disques.

Si les deux demi-disques sont également obscurs (fig. 18), s'il n'existe entre eux aucune différence de teinte, l'appareil est réglé.

Si au contraire, l'une des demi-disques paraît plus éclairée que l'autre (fig. 18 et 19), on agit doucement sur la vis horizontale de réglage O, dans un sens ou dans l'autre, jusqu'à ce que l'égalité de teinte soit obtenue.

En résumé, l'appareil est réglé lorsque le zéro du cadran coïncidant avec le zéro du vernier, les deux demi-disques présentent la même teinte obscure (fig. 19).

L'appareil une fois réglé à zéro, on substitue au tube contenant l'eau distillée le tube contenant la solution à analyser — on vise de nouveau à travers l'appareil, on voit que l'égalité n'existe plus.

Si le demi-disque gauche est plus foncé (fig. 18) que celui de droite, on saisit le bouton P et on tourne à droite, jusqu'à ce qu'on retrouve l'égalité, c'est-à-dire que l'œil ne distingue plus de différence entre les pénombres des deux demi-disques.

Si le demi-disque droit était plus foncé (fig. 20), on tournerait à gauche. L'appareil étant construit plus spécialement pour l'étude du sucre cristallisable, on fait mouvoir immédiatement l'alidade du côté qui porte l'indication : « Sucre cristallisable ».



Figure 18.

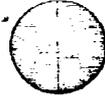


Figure 19.



Figure 20.

Il est toujours facile d'obtenir de la sorte l'égalité du champ.

On lit le nombre devant lequel s'arrête le zéro du vernier qui indique, comme dans le Saccharimètre Soleil, la quantité de sucre cristallisable contenue dans la dissolution.

La division concentrique en degrés du cercle, est destinée aux recherches de laboratoire, et permet d'exprimer en degrés et fractions de degré l'angle dont la matière soumise à l'analyse a fait tourner à droite ou à gauche le plan primitif de polarisation de la lumière incidente (voir page 238).

POLARIMÈTRE-SACCHARIMÈTRE A PÉNOMBRE DE LAURENT.

Le *Polarimètre de M. Laurent* (fig. 21) est à peu près le même que le précédent ; il est plus précis.

Son polariseur est plus puissant ; un levier permet de modifier la position des verres du polariseur de façon que l'on puisse obtenir le maximum de lumière dans les liquides trop colorés.

On en construit trois modèles :

Grand modèle (fig. 21) pour tubes jusqu'à 50 centimètres.

Modèle moyen pour tubes jusqu'à 30 centimètres.

Petit modèle pour tubes de 20 et 22 centimètres.

Tous servent à l'examen des sucres et des substances actives quelconques.

Le saccharimètre-polarimètre grand modèle, permet d'employer des tubes d'observations de 5, 10 centimètres, jusqu'à 50 centimètres et répond ainsi à tous les besoins, soit les laboratoires de sucrerie, soit des laboratoires de recherches scientifiques.

Le saccharimètre-polarimètre grand modèle et le brûleur sont représentés (fig. 21) en expérience et vus de côté.

Manipulation. — Le brûleur à gaz ou l'éolipyle (v. pages 249 et 250), étant allumé on place l'appareil de manière que la bonnette B (fig. 21) soit à 20 centimètres du milieu des flammes.

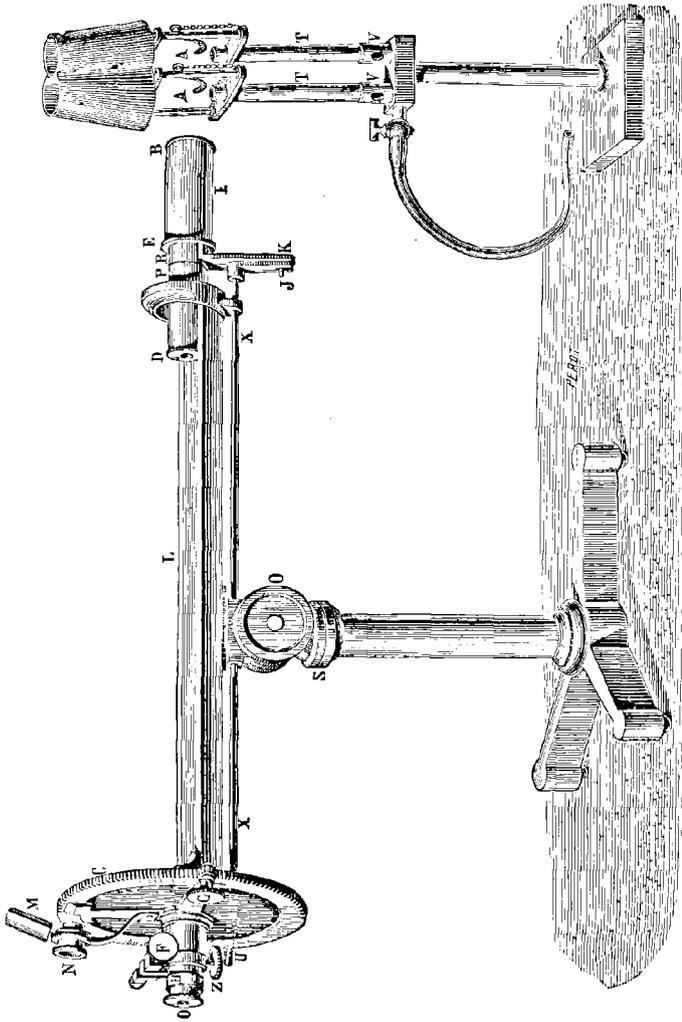


Figure 21

LÉGENDE EXPLICATIVE.

- A Flammes monochromatiques jaunes; leur milieu est placé à 20 centimètres de B.
B Lentille éclairante.
E Barillet à diaphragme portant la monture d'un cristal de bichromate de potasse.
Ce cristal peut s'enlever suivant les cas, il est destiné à rendre la flamme plus monochromatique.
R Tube chaussé dans P et portant le levier K, il contient le système polariseur : prisme et lentille.
D Diaphragme à plaque de quartz demi-onde, formant les pénombres.
U Levier fixé sur la tige X, fait tourner le polariseur par l'intermédiaire de J et K, afin de donner plus ou moins de lumière.
Si le liquide est peu coloré le levier est levé jusqu'à l'arrêt.
S'il est coloré, on baisse plus ou moins ce levier.
L Règle en bronze en forme de V de 60 centimètres de longueur, calibrée pour recevoir les tubes d'observation.
C Cadran portant les divisions à l'alidade.
M Miroir renvoyant la lumière du bec sur les divisions.
N Loupe pour la lecture des divisions.
F Bouton de réglage pour la mise au zéro.
O Oculaire.
G Bouton de manœuvre de l'alidade, entraînant dans sa rotation l'analyseur.

Le levier U (fig. 21) étant levé jusqu'à son arrêt et le bouton moletté Q serré modérément, on dirige l'appareil vers la flamme A, aussi bien que possible, de façon à avoir le maximum de lumière, ce que l'on vérifiera de temps en temps.

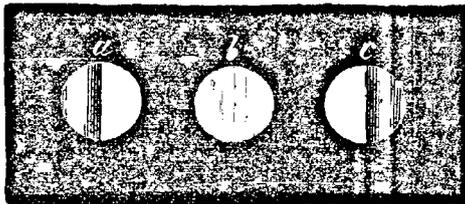


Figure 22.

En regardant à l'oculaire O on a l'apparence a ou c de la figure 22, c'est-à-dire un disque divisé en deux moitiés, l'une jaune clair, l'autre gris jaunâtre. On sort ou l'on rentre l'oculaire O, de manière à voir aussi nettement que possible la ligne de séparation, sans s'occuper des bords du diaphragme. Ce pointé est très important, mieux il est fait et plus l'appareil est sensible.

Il est bon de faire ressortir un détail de la plus haute importance pour la sensibilité des pointés. La ligne de séparation des deux plages est le bord net et tranchant d'une lame de quartz très mince (lame demi-onde).

Les deux demi-disques ne sont pas séparés par une ligne épaisse, noire ou blanche. Ils sont rigoureusement tangents et par suite dans les meilleures conditions possibles pour que la moindre différence d'ombre soit appréciable.

On regarde à travers la loupe N, préalablement mise au point sur les traits, les divisions éclairées par le réflecteur M et en agissant sur le bouton G l'on fait coïncider le 0 du vernier avec le 0 du cadran sur l'une ou l'autre des divisions (voir page 239), suivant celle dont on voudra se servir.

On regarde dans l'appareil. S'il est réglé, on a l'apparence *b* (fig. 22) c'est-à-dire égalité de tons.

Sinon, on a l'une ou l'autre apparence *a* ou *c* et l'on ramènera à l'égalité de tons en agissant sur le bouton F qui ne sert qu'à cet effet. On tourne dans le bon sens quand le côté foncé s'éclaircit et le côté clair s'assombrit.

L'appareil étant ainsi réglé, pour le vérifier, on déplace l'alidade au moyen du bouton G, et en passant alternativement de l'apparence *a* à l'apparence *c*, on s'arrête à l'apparence *b* (fig. 22).

Si l'on a bien opéré, les zéros doivent être en coïncidence, sinon il faut retoucher légèrement au bouton F dans un sens ou dans l'autre jusqu'à ce qu'on arrive bien à la vérification ci-dessus.

Il convient d'ajouter que ce réglage au 0 peut varier d'un opérateur à l'autre.

La solution sucrée étant interposée, l'image n'est plus nette (il faut sortir l'oculaire de 1 à 2^{mm}), et les deux côtés de la figure 22 sont devenus plus clairs et inégalement.

Si l'on a interposé une matière dextrogyre, tels que : le sucre de canne ou de betterave, le sucre de diabète, le glucose, le quartz droit, etc., c'est le côté droit qui sera moins clair, et il faudra tourner l'alidade à droite.

Si la substance est lévogyre : sucre interverti, glucose, quartz gauche, etc., etc., c'est le gauche qui sera le moins clair et il faudra tourner l'alidade à gauche.

Cette remarque a une importance pratique en ce que l'on voit d'un coup d'œil le sens du pouvoir rotatoire que l'on étudie.

Reprenons le cas d'une liqueur sucrée dextrogyre; on tournera le bouton G à droite jusqu'à ce que le demi-disque de droite devienne noir (gris), on poursuit, il s'éclaircit bientôt et c'est l'autre qui devient noir presque immédiatement : le point est dépassé. On revient légèrement en arrière et l'on établit l'égalité de tons par une série d'oscillations du bouton G de plus en plus petites et faisant passer de l'apparence *a* (fig. 22) à celle *c* pour s'arrêter enfin à celle *b*.

Quand la liqueur est interposée les deux demi-disques n'ont plus rigoureusement la même couleur quand on fait l'égalité de tons.

Cela arrive dans tous les appareils et cela tient à ce que la flamme n'est pas rigoureusement monochromatique.

Ce défaut n'existe pas dans le modèle à compensateur, page 232.

Il ne s'agit ici en tous cas que de très faibles différences. L'opérateur n'en sentira aucune gêne en agissant par oscillations successives, de plus en plus petites, autour du point définitif donné par l'apparence *b*.

Souvent dans l'industrie sucrière, on a des jus et des sirops colorés qui, mis dans cet appareil (le levier U, fig. 21, étant levé) ou dans tout autre saccharimètre, sont assez foncés pour que le pointé soit impossible. Dans ce cas, cet appareil offre une ressource que n'a possédée aucun autre appareil, il permet en abaissant le levier U, graduellement de la quantité convenable, d'obtenir plus de lumière dans l'appareil. La précision est diminuée, mais on a cet avantage énorme de pouvoir encore lire et avec une approximation suffisante dans les applications, alors que dans ce cas il est impossible de rien voir avec tout autre saccharimètre ; il évite ainsi notamment la décoloration par le noir animal, opération longue et sujette à erreur par la quantité de sucre retenue par le noir lui-même.

Un liquide étant donné, on peut toujours, avec cet appareil, choisir l'angle qui donnera le meilleur résultat, et la pratique montre que cet angle varie avec la coloration du liquide.

Parfois, si le liquide est trop coloré, on peut enlever le bichromate.

Pour des opérations précises, il convient de refaire le zéro de l'appareil chaque fois qu'on aura modifié l'angle de polariseur avec le levier U et par suite l'éclairement du champ par la manœuvre du levier.

Si l'on veut faire vérifier un résultat par un autre opérateur, dont la vue sera presque toujours différente, il est nécessaire que ce dernier refasse lui-même toute la manipulation.

Divisions et charges-types. — Ces appareils portent deux divisions : l'une, vernier de gauche et division intérieure, en degrés saccharimétriques ; l'autre, vernier de droite et division extérieure, en degrés du cercle (voir page 239).

Division saccharimétrique. — L'échelle est divisée en 100 degrés, avec un vernier donnant le $1/10^e$ de division. Elle s'étend à 400 divisions à droite et à 200 divisions à gauche.

Le vernier comprend donc lui-même :

10 divisions à droite du zéro sur lesquelles on lira les fractions de division à droite dans l'analyse des sucres droits ;

Et 10 divisions à gauche du zéro sur lesquelles on lira les fractions de division à gauche dans l'analyse des sucres gauches. (Voir précédemment page 239).

Définition du 100 de l'échelle. — Le point 100 correspond à une rotation de $21^{\circ}40'$, ou à la rotation fournie par une plaque de quartz taillée perpendiculairement à l'axe de 1^m d'épaisseur.

Charge-type. — $16^{\circ}29'$ de sucre pur dissous dans 100^e d'eau à 15° centigrades, donnent une dissolution qui, dans un tube de 20 centimètres, marque 100 sur la division saccharimétrique.

(Travaux de la Commission du ministère des Finances. — Rapport de M. Pellat. — *Annales de Chimie et de Physique*, 7^e série. Tome XVIII, 1901).

Charge-type 20 gr. — Le constructeur établit des appareils avec charge-type de 20 gr. La division de l'échelle est basée sur les principes ci-dessus ; ses éléments sont à ceux de l'échelle ordinaire dans le rapport de $\frac{20}{16.29}$ des appareils avec division décimale, c'est-à-dire charge-type de 10 grammes (Vivien).

Division en degrés du cercle. — Cette division est employée dans les recherches sur les substances actives quelconques.

Le degré est divisé en deux parties valant chacune 30', le vernier est au 1/15^e et donne par suite les 2' directement, et la minute à l'estime. (voir page 239). Pour la commodité des lectures, il est chiffré double, c'est-à-dire 0-10-20-30 aux premier, cinquième, dixième et quinzième traits.

Les traits à droite du 0 servent pour la lecture des fractions de la division de droite, dans le cas de substances dextrogyres.

Les traits à gauche du 0 servent dans le cas de rotations lévogyres.

BRULEURS LAURENT A LUMIÈRE JAUNE SODIQUE.

Brûleur à haute pression, pour pression de gaz supérieure à 25^{mm} d'eau.

Au moment de l'allumage on prendra les précautions usuelles employées avec tous les becs Bunsen de laboratoire, soit qu'on laisse s'écouler préalablement le gaz mélangé d'air que débite d'abord la conduite, soit qu'on l'allume d'abord en flamme brillante en bouchant avec les doigts les trous d'air du bas du tube.

En marche normale la flamme prend l'aspect représenté par la figure 23.

La position de la cuiller de platine dans la flamme est très importante.

Il n'y a aucun intérêt à mettre la cuiller au milieu de la flamme. Elle donnerait ainsi une flamme jaune large et peu éclairante, tandis qu'au contraire dans le polarimètre, comme dans tous les appareils d'optique où l'on utilise un faisceau de lumière parallèle, on a intérêt à produire des sources lumineuses peu étendues mais d'un grand éclat.

On y parviendra aisément en donnant à la cuiller la position G (fig. 23), le bec de la cuiller étant placé sensiblement au-dessus du bord du tube TT.

On obtiendra ainsi dans la flamme une traînée éclatante BB, sur laquelle l'expérimentateur placé à l'oculaire et cherchant à avoir le plus de lumière possible, pointera tout naturellement son appareil.

La cuiller de platine placée comme dans la figure 23 se conservera davantage. En outre, le sel fondu ne tombera pas accidentellement dans le tube TT, et même sur le cône d'arrivée du gaz, où sa présence compromettrait le fonctionnement du brûleur.

Il vaut mieux pour l'éclat de la flamme charger la cuiller de peu de sel à la fois, et l'on emploiera pour cela des débris de sel fondu en plaques et concassé convenablement.

Il importe aussi de ne pas la laisser s'encrasser et on la passera à l'eau de temps à autre.

Brûleur à basse pression. — On l'emploie quand la pression du gaz est inférieure à 25^{mm} d'eau ; il peut fonctionner jusqu'à une pression de 10^{mm} d'eau.

Il diffère du précédent par ses proportions et par l'adjonction, aux trous d'air, d'une virole pour permettre le réglage de l'arrivée de l'air.

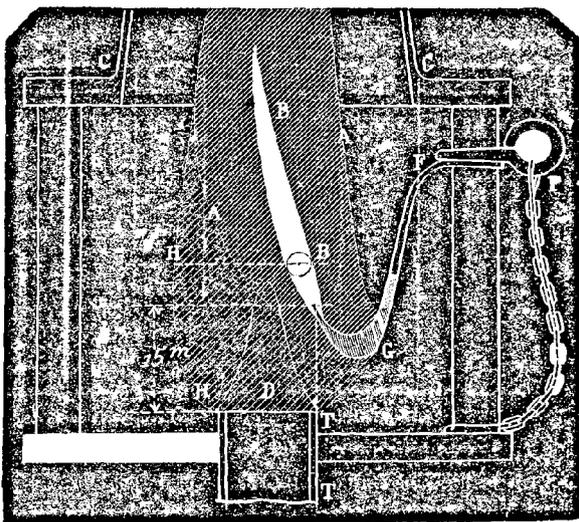


Figure 24.

On procède pour son allumage et son fonctionnement comme pour le brûleur à haute pression.

Mais il convient de régler l'appel d'air au moyen des viroles à trou.

Si les viroles sont fermées, le cône bleu est long et la flamme peu chaude.

Si elles sont trop ouvertes, le cône bleu est plus bas, mais peu stable et le brûleur a tendance à brûler en dedans.

On ouvrira plus ou moins, suivant la pression plus ou moins grande du gaz, jusqu'à avoir un cône bleu d'environ 15 à 20^{mm} de hauteur.

L'un ou l'autre de ces brûleurs se construisent à 2 becs. On les orientera de façon que les deux parties éclatantes BB soient sensiblement dans l'axe de l'appareil.

EOLIPYLE LAURENT, A LUMIÈRE JAUNE SODIQUE.

Il donne une lumière jaune intense, comparable à celle des brûleurs à gaz. On l'emploie, à défaut de gaz, avec l'alcool.

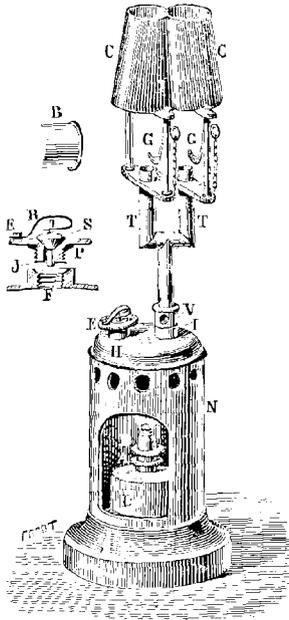


Figure 24.

LÉGENDE EXPLICATIVE.

- L Lampe pour chauffer la chaudière H ; elle est alimentée par l'alcool.
- A Bouton moletté, dans lequel on introduit la mèche : il est vissé à fond sur la lampe L.
- D Bouton moletté pour le réglage de la flamme ; en marche il est dévissé de 2 ou 3 tours.
- H Chaudière en cuivre rouge pour contenir l'alcool.
- GG Cuillères fixées au moyen de pitons en forme de coins (voir fig.).
- V Virole pour ouvrir ou fermer complètement les trous d'air.

DÉTAILS DE LA SOUPAPE.

- E Bouton moletté, porte la soupape S et se visse dans le cône F.
- P Anneau de plomb formant joint.
- S Soupape proprement dite.
- J Tige de la soupape S.
- R Ressort pour fermer la soupape S.

Préparation de l'éolipyle. — Dévisser A et retirer la mèche ; remplir à peu près la lampe à l'aide de l'entonnoir dans lequel on aura mis la mèche pour l'imbiber. Remettre la mèche imbibée dans A et le revisser

à fond sur la lampe ; dévisser le bouton supérieur de D de 2 à 3^{mm} et faire dépasser la mèche de 4^{mm} environ.

Il y a un petit trou à la partie supérieure de la lampe pour laisser entrer l'air à mesure que l'alcool s'use ; on doit vérifier s'il ne se bouche pas.

Chaudière. — Dévisser le bouton moletté E portant la soupape S, s'assurer que le ressort R agit bien. Vérifier que la soupape S n'est pas collée et qu'elle revient bien à sa place quand on la pousse dans tous les sens.

On emplit la capsule (jointe à l'appareil) jusqu'à 5^{mm} du bord et l'on verse l'alcool au moyen de l'entonnoir. On revisse E un peu fortement pour éviter les fuites.

On vérifiera de temps en temps, avec une aiguille, que le trou I du cône éjecteur de l'alcool n'a pas été bouché par des impuretés ou produits d'évaporation de l'alcool employé. Pour cela, on dévissera préalablement le tubé T et le cône sera ainsi à découvert.

Les cuillers de platine sont disposées comme il est dit plus haut pour le brûleur à gaz.

Mise en marche. — Le bouton E étant bien vissé, ainsi que le tube T, on ouvre la virole V, on allume la lampe L et on attend environ trois minutes.

Il est temps d'allumer les deux extrémités TT, lorsqu'on entend un léger crépitement produit par la sortie de la vapeur d'alcool.

On ferme alors la virole V, on présente une allumette en TT, la vapeur brûle et on ouvre V progressivement pour obtenir la flamme représentée (fig. 23).

S'il est trop tôt, les tubes s'allument intérieurement, il suffira alors pour éteindre de tourner la virole V pour fermer les trous d'air. La flamme reparaitra en TT, on pourra alors la souffler, attendre encore un peu, rallumer en fermant et en ouvrant ensuite V. Si la pression est suffisante dans la chaudière H, les flammes brûleront en TT, avec un petit cône intérieur violet D). Ce cône sera d'abord un peu bas et mobile, il deviendra bientôt fixe et donnera une flamme jaune intense.

On est averti de la régularité de la marche par un petit crépitement assez rapproché et régulier.

Si la lampe L ne produit pas assez de chaleur, les becs ne donnent pas la lumière voulue et tendent à brûler en dedans du tube T. Si la lampe brûle trop, les flammes paraissent s'enlever et quitter les tubes, et les becs s'éteignent.

On peut en marche, activer et ralentir la flamme de la lampe L, en tournant le bouton D de 1 ou 2 tours, Quand on tourne en vissant, on donne plus de flamme ; en dévissant on en donne moins ; généralement on n'a pas à y toucher quand la mèche sort de 4 à 5^{mm}.

Enfin, quand l'alcool est près de manquer dans la chaudière, les deux flammes prennent un aspect particulier. Il n'y a plus de cône intérieur, les flammes s'allongent, le crépitement se ralentit. Il faut alors sortir la lampe et l'éteindre, fermer la virole V, souffler en haut. On remettra du liquide dans la chaudière H après l'avoir vidée complètement d'abord ; on vérifie si la lampe en a aussi besoin. Il faut à

peu près 25 minutes pour consommer la quantité d'alcool introduite avec la capsule.

On pourrait, pour gagner un peu de temps, donner plus de flamme à la lampe quand elle commence à chauffer. Mais cela ne serait pas sans inconvénients, car l'évaporation de l'alcool peut alors devenir tumultueuse et provoquer des entraînements de liquide qui prendrait feu sur la chaudière.

Il ne faut pas oublier que l'on a affaire à des *liquides inflammables*. Les *précautions* ne seront donc pas inutiles, et l'on ne doit pas abandonner le système quand il brûle.

Si les opérations avec le saccharimètre sont intermittentes, on peut tout éteindre ; le liquide restant un peu chaud, la reprise ne demande pas beaucoup de temps.

Si l'on s'aperçoit de quelque chose d'anormal dans le fonctionnement, on doit commencer par ôter la lampe L et la souffler, fermer la virole V, et souffler TT.

Poids normal ou charge-type. — Une lame de quartz de 1 millimètre d'épaisseur, interposée sur le trajet du rayon de lumière polarisée, le fait dévier d'un angle de 21°40' (soit 21°67 en centièmes) vers la droite ou vers la gauche, suivant qu'il est dextrogyre ou lévogyre (voir page 228).

Or les substances sucrées ayant la même action que la lame de quartz, on nomme *poids normal* d'un sucre, le poids de ce sucre qui, dissout dans 100^{cc} d'eau distillée, donne une solution qui, examinée dans un tube de 2 décimètres de longueur produit une déviation de 21°40' (soit 21°67), c'est-à-dire égale à celle que produit la lame de quartz de 1 millimètre d'épaisseur.

Si on connaît le pouvoir rotatoire spécifique d'un sucre, on en déduit facilement son poids normal.

$$\text{Dans la formule } \alpha_D = \frac{AV}{lp}$$

si on fait $V = 100$

$$\text{on a } \alpha_D = \frac{100 A}{lp}$$

$$\text{d'où } p = \frac{100 A}{\alpha_D l}$$

Si enfin on fait $A = 21°67$ et $l = 2$ on a le *poids normal* P par

$$P = \frac{21°67 \times 100}{2 \times \alpha_D}$$

On trouve ainsi que les poids normaux sont pour les appareils français (Dubosq, Laurent, Gallois).

Saccharose = 16^{gr}29 (1)

Glucose = 20^{gr}44.

Sucre interverti = $\frac{21^{\circ}67 \times 100}{0,66 T - 55,8} = 50^{\text{gr}}80$ (à + 20°)

Levulose = $\frac{21^{\circ}67 \times 100}{1,12 T - 202,44} = 12^{\text{gr}}03$ (à + 20°).

Maltose = 7^{gr}82

Lactose hydraté = 20^{gr}60

Lactose anhydre = 19^{gr}60

(Voir Table des poids normaux, page 256).

Volume des dissolutions. — Le litre vrai ou litre métrique utilisé en France est le volume de 1 kilogramme d'eau distillée à + 4° centigrades pesé dans le vide.

100° d'eau à + 4° centigrades, pèsent donc exactement 100 grammes.

En pratique, on pèse le litre dans l'air et avec des poids en laiton ; dans ces conditions, en tenant compte des corrections,

100° d'eau distillée pèsent.. $\left\{ \begin{array}{l} \text{à} + 15^{\circ} \quad 99^{\text{gr}}808. \\ \text{à} + 17^{\circ}5 \quad 99^{\text{gr}}768. \\ \text{à} + 20^{\circ} \quad 99^{\text{gr}}720. \end{array} \right.$

En d'autres termes :

100°192 d'eau distillée pèsent 100 grammes	à + 15°
100°232	— — + 17°5
100°280	— — + 20°

Le litre de Mohr ou litre apparent utilisé en Allemagne, est le volume de 1 kilogramme d'eau distillée à + 17°5 centigrades et pesé dans l'air.

100° d'eau distillée pèsent 99^{gr}768 d'après ce litre.

100°232 de ce litre équivalent donc à 100° du litre français, et réciproquement.

Le poids normal de sucre pour le litre français est de 16^{gr}29, c'est-à-dire pour 100° d'eau distillée pesant 99^{gr}808 à + 15° ou 99^{gr}768 à + 17°5 etc.

Le poids normal allemand est de 26^{gr}048 dissous dans 100°232 d'eau distillée à + 17°5.

Ce poids normal devient 25^{gr}999 (soit 26 gr.), si on le rapporte au jaugeage français. (Voir Saccharimètres allemands et Table des poids normaux, page 256).

USAGE DES POLARIMÈTRES-SACCHARIMÈTRES.

Ces appareils permettent :

1° De déterminer le poids du sucre contenu dans 100 grammes de sucre brut, par la simple lecture du nombre de degrés saccharimétriques ; à condition que ce

(1) Le poids de 16 gr. 29 de saccharose semble être accepté par la plupart des chimistes, bien que le poids de 16 gr. 19 ait été officiellement adopté.

sucre ne renferme pas d'autres substances actives sur la lumière polarisée (1), qu'on en dissout dans 100^{cc} d'eau distillée à + 15° (pesant 99^{gr}808 à cette température) un poids égal au poids normal (Voir précédemment) et qu'on examine la solution obtenue dans un tube de 20 centimètres de longueur.

2° De déterminer le poids de sucre contenu dans 100^{cc} de solution (2) faite à un taux quelconque et cela de trois façons :

α) En appliquant la formule (voir page 226)

$$p = \frac{AV}{\alpha_D l} = \frac{A \times 100}{\alpha_D \times 2}.$$

A étant la déviation observée (*en degrés polarimétriques*);
 α_D le pouvoir rotatoire spécifique du sucre en solution;
V le volume de la solution.

β) En multipliant la déviation observée (*en degrés saccharimétriques*) par le centième du poids normal du sucre (2), c'est-à-dire par

- + 8^{gr}1629 pour le saccharose.
- + 0^{gr}2044 — le glucose.
- 0^{gr}5080 — le sucre interverti (à + 20°).
- 0^{gr}1203 — le levulose.
- + 0^{gr}0780 — le maltose.
- + 0^{gr}2083 — le lactose hydraté.
- + 0^{gr}196 — le lactose anhydre.

γ) En multipliant la déviation observée (*en degrés polarimétriques*) par les constantes suivantes :

- + 0,7518 pour le saccharose.
- + 0,9434 — glucose.
- 0,5554 — levulose à + 20.
- 0,23474 — sucre interverti à + 20°.
- + 0,9518 — lactose hydraté.
- + 0,9041 — — anhydre.

(1) En ce qui concerne le saccharose, Voir « Inversion » et la Table donnée au « Sirop de sucre ».

(2) Si on voulait avoir le poids de sucre contenu non pas dans 100 cc. de solution, mais dans 100 grammes, on diviserait le poids trouvé pour 100 cc. par la densité du liquide sucré.

Ainsi une solution de saccharose donnant une déviation de + 3°27 (polarimétriques) ou 15°92 saccharimétriques) contiendra dans 100°

$$3.45 \text{ (en transformant les minutes en décimales)} [1] \times 7,518 = 25.937$$

$$15.92 \times 0,1629 = 25.933$$

l'erreur n'affecte donc que la troisième décimale.

3° De déterminer le pouvoir rotatoire des sucres en solution (ou de toute autre substance), en appliquant la formule

$$\alpha_D = \frac{AV}{lp}$$

A étant lu en degrés polarimétriques. Si on fait arbitrairement dans cette formule

$$\begin{array}{l} \text{au tube de 5 décimètres} \\ \text{au tube de 2 décimètres} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} V = 100^{\text{cc}} \\ p = 20^{\text{gr}} \\ l = 5 \text{ décim.} \\ V = 100^{\text{cc}} \\ p = 50^{\text{gr}} \\ l = 2 \text{ décim.} \end{array} \right.$$

la formule devient $\alpha_D = \frac{A \times 100}{2 \times 50} = A = \frac{A \times 100}{100}$

et par simple lecture de la déviation en degrés polarimétriques on aura le pouvoir rotatoire cherché.

Tous ces calculs s'appliquent au cas où les solutions sucrées ne sont pas trop colorées pour être examinées directement au polarimètre; s'il est utile de les décolorer, on leur ajoute 1/10 de leur volume (2) de sous-acétate de plomb, on agite, on filtre. Le filtratum clair est ensuite

(1) CONVERSION DES MINUTES D'ARC EN FRACTIONS DÉCIMALES ET RÉCIPROQUEMENT.

Minutes du polarimètre.	Minutes en fractions décimales.	Minutes en fractions décimales.	Minutes du polarimètre.
1	0.016	0.01	0°36'
2	0.032	0.02	1 12
3	0.050	0.03	1 48
4	0.064	0.04	2 24
5	0.083	0.05	3 00
6	0.100	0.06	3 36
7	0.116	0.07	4 12
8	0.133	0.08	4 48
9	0.150	0.09	5 24
		0.10	6 00
		1.00	60°00'

Exemple : 1°27' = 9 × 0,050 = 1°45 fractions décimales

$$1,45 \text{ décimales} = 9 \times 3,00 = 1°27'$$

(2) On fait usage d'un ballon jaugé à 100-110 cc. que l'on remplit jusqu'au trait 100 avec la solution sucrée à essayer et on ajoute ensuite le sous-acétate de plomb jusqu'au trait 110; on agite et on filtre; on polarise ensuite le filtratum clair.

examiné au polarimètre au tube de 2 décimètres et pour compenser l'augmentation de volume dû au sous-acétate de plomb (1), on augmente le degré lu de 1/10.

Si par exemple on a lu 6 degrés (en β page 254), on aura comme poids de sucre contenu dans 100^{cc} $\left(6 + \frac{6}{10}\right) \times 0,1629 = 0^{\text{g}}987$.

On peut encore compenser la dilution de 1/10^e en prenant, au lieu d'un tube de 20 centimètres, un tube de 22 centimètres pour examiner la solution sucrée. Dans ce dernier cas, la lecture se trouve corrigée sans qu'il soit besoin de calcul.

SACCHARIMÈTRES ALLEMANDS (2).

Les constructeurs allemands (Wentzke ; Schmidt, etc.) ont pris pour base de leurs divisions saccharimétriques une solution sucrée ayant à + 17^o5 centigrades, une densité de 1,100, la densité de l'eau à + 17^o5 étant prise pour unité, ils ont marqué 100^o à l'angle (34^o24) fourni par cette solution examinée au tube de 2 décimètres.

Cette solution contient un poids de 26^g048 de saccharose pur dans 100^{cc}23 d'eau à 17^o5 (litre de Morh). C'est leur poids normal.

1^o saccharimétrique = 0^g2605 de sucre pur dans 100^{cc} d'eau. ce poids dissous dans 100^{cc} à + 20^o centigrades (litre français) doit être de 26 grammes (voir précédemment).

Les poids normaux des différents sucres pour ces graduations sont indiqués dans le tableau suivant :

Poids normaux pour le saccharimètre.

(Poids à dissoudre dans 100^{cc}).

	α_D	FRANÇAIS				ALLEMAND	
		Ancienne formule		Nouvelle formule		Litre vrai	Litre de Mohr
		Litre vrai	Litre de Mohr	Litre vrai	Litre de Mohr		
Saccharose.....	+66.51	16 ^g 19	16.23	16.29	16.30	26.00	26.048
Glucose.....	52.74	20.40	20.45	20.49	20.54	32.765	32.820
Lactose.....	52.83	20.51	20.56	20.60	20.65	32.970	33.025
Maltose.....	138.39	7.78	7.80	7.82	7.84	12.510	12.520

(1) D'après M. Pellet, le sous-acétate de plomb devrait être rejeté pour la défection des solutions sucrées contenant des sucres réducteurs ; il serait préférable d'employer une solution à 300 gr, pour 1000 cc. d'acétate neutre de plomb cristallisé. Mais le pouvoir décolorant de cette solution est beaucoup plus faible que celui du sous acétate de plomb.

(2) Les principaux appareils allemands de polarisation sont :

Le *saccharimètre Soleil-Wentzke-Scheibler*, dont la mise au point est basée sur l'obtention de l'égalité des teintes de deux demi-disques de Quartz.

Le *polarimètre à pénombres de Schmidt et Haensch*, dont la mise au point consiste à obtenir l'égalité d'éclairement des deux moitiés du champ visuel.

Equivalence des diverses graduations.

1° saccharimétrique français	{	0°2167	degré	polarimétrique.
Dubosq-Laurent =		0°621	—	saccharimétrique allemand.
		1°636	—	Vivien.
1° polarimétrique (degrés	{	4°615	saccharimétriques	français.
d'arc).		2°894	—	allemand.
		7°475	Vivien.	
1° saccharimétrique alle-	{	0°3455	polarimétrique.	
mand (Wentzke-Schimdt) =		1°608	saccharimétrique.	
		2°583	Vivien.	
1° Vivien =	{	0°611	saccharimétrique	français.
		0°387	=	allemand.
		0°134	polarimétrique.	

EMPLOI GÉNÉRAL DU SACCHARIMÈTRE.

Nous empruntons au *Traité d'analyse des matières sucrées* de M. Sidersky (1) les recommandations suivantes, concernant la manœuvre des saccharimètres et qui sont nécessaires pour obtenir une grande exactitude :

1° Opérer dans l'obscurité et éclairer l'appareil avec une lumière brillante et surtout bien fixe ;

2° Tenir toujours l'œil exactement dans l'axe de l'appareil. Si on incline l'œil soit à droite, soit à gauche, on voit changer immédiatement les nuances des demi-disques ;

3° Veiller à ce que l'axe du tube à dissolution corresponde bien à l'axe de l'appareil ;

4° Mettre au point, c'est-à-dire enfoncer ou retirer la lunette mobile jusqu'à ce qu'on voit distinctement la raie noire qui sépare les deux demi-disques ;

5° Pour chaque expérience, regarder si le zéro de l'index ou du vernier correspond au zéro de l'échelle. Si on ne veut pas chaque fois ramener la coïncidence, on note la division de l'échelle qui correspond au trait de l'index ou du vernier, et alors, dans la lecture de la solution sucrée, on ajoute au nombre de divisions trouvé, ou on retranche le nombre de divisions obtenu avec l'eau, à droite ou à gauche du zéro de l'échelle ;

6° Regarder à deux ou trois reprises et à quelques secondes d'intervalle si on trouve toujours la même division à l'échelle ;

7° Lire les divisions de l'échelle, qui doit être bien éclairée, en tenant l'œil exactement vis-à-vis le trait de l'index ou du vernier ;

8° De temps en temps, vérifier l'exactitude de son saccharimètre et la sensibilité de son œil. Pour cela on dissout dans 100° d'eau la prise d'essai

Le *polaristrobomètre de Wild* : dans cet appareil on détermine le pouvoir rotatoire en prenant comme point de repère la disparition de franges d'interférence qui se produisent dans le champ visuel.

Voir pour plus de détails, KÖNIG: *Chemie der menschlichen, Nahrungs und Genussmittel* : tome II, page 40.

(1) Edition, Bernard, Paris.

(pour le saccharimètre dont on dispose) de sucre raffiné sec et pur, obtenu par une cristallisation répétée, et on observe cette solution au saccharimètre pour voir si on arrive au point de 100° exactement. De la même manière on examinera également, avec des solutions étendues en conséquence, les points de 50°, 90° et une division quelconque entre 90° et 100°, soit par exemple 96°8, car c'est entre ces divisions qu'on a généralement à faire les lectures pour les sucres bruts.

9° Le plus souvent, on tombe exactement sur la division correspondante au poids du sucre pur dissous dans 100°; si on trouvait des divisions différentes, le mieux serait de renvoyer le saccharimètre au constructeur; mais on peut, au besoin, se servir encore de son saccharimètre en faisant la correction suivante :

Supposons que plusieurs essais faits avec toutes les précautions possibles amènent toujours sur la division 100.25, on en conclura que c'est bien la division 100.25 qui correspond à la prise d'essai, et lorsque dans une analyse de sucre brut, on trouvera, par exemple, 95, la richesse exacte du sucre sera donnée par le rapport

$$\frac{x}{95} = \frac{100.25}{100}$$

10° Les tubes doivent avoir exactement 200 millimètres de longueur; chaque millimètre correspond à 1/2 degré de l'échelle saccharimétrique, car d'après les lois de Biot, la déviation est proportionnelle à l'épaisseur de la solution sucrée traversée par le rayon polarisé. Il sera bon de vérifier de temps en temps la longueur des tubes;

11° Il peut arriver que l'égalité des teintes étant établies, si on fait tourner le tube autour de son axe, l'égalité se trouve détruite, cela provient de ce qu'une des viroles est déformée et que la longueur du liquide sucré traversée par le rayon lumineux varie suivant la position du tube;

12° Les obturateurs en verre doivent avoir leurs faces exactement parallèles et exemptes de stries. On doit les serrer avec la virole juste assez pour qu'ils fassent joint étanche avec les tranches du tube;

13° Il convient de ne pas exposer l'instrument à des trop grands écarts de température qui pourraient amener des erreurs, soit par la dilatation ou la contraction de l'enveloppe entraînant avec elle une déformation de l'ensemble de l'appareil; soit par une modification du pouvoir rotatoire du quartz de la plaque à double rotation (des appareils à compensateur Soleil).

Vérification des échelles saccharimétriques. — On constate :

1° Si l'échelle est normale, c'est-à-dire si l'angle formé par les points 0 et 100 est bien de 20°40' pour l'échelle française et de 34° 24 pour l'échelle allemande.

Dans les appareils français à lumière monochromatique, qui ont toujours, à côté de la graduation saccharimétrique, une graduation en degrés d'arc, il est facile de s'assurer que l'échelle est bien normale, que de 0° à 100° il y a bien 21°40'. Le 100° degré saccharimétrique doit correspondre à un angle de 21°40'; le degré 150 à 32°30'. Les appareils allemands étant tous à compensateurs, on les essaiera suivant 3°.

Dans les appareils français à lumière blanche, cette vérification se fait au moyen d'une plaque française de quarts de 1 millimètre d'épaisseur ; elle dévie exactement de $+ 21^{\circ}40'$; la plaque allemands dévie de $+ 34^{\circ}24'$. (Ces plaques se trouvent chez M. Dubosq ou M. Laurent-Jobin, constructeurs des polarimètres).

2° Si, l'échelle étant normale, c'est-à-dire le point 100° exact, toutes les divisions sont bien équidistantes entre elles et sur toute la longueur de la graduation.

Pour cela, placer le vernier de façon que son 0° coïncide avec le 0 de l'échelle ; le degré 10° devra se trouver en coïncidence avec le degré 9° de l'échelle (le vernier étant au $1/10^{\circ}$). Déplacer le vernier de façon que son zéro rencontre une division quelconque de l'échelle, le point 10° du vernier devra toujours rencontrer une autre division de l'échelle éloignée de 9° de la première ; en déplaçant ainsi le vernier le long de l'échelle, on verra si on obtient toujours la coïncidence de ses deux extrémités avec deux divisions de l'échelle.

3° Si, dans les appareils à compensateurs à échelle droite (Saccharimètre Soleil) l'épaisseur du système des deux coins de quart, formant le compensateur, est toujours proportionnelle à la graduation.

Dissoudre 16^{gr}29 de sucre raffiné dans 100^{cc} d'eau distillée métriques, au moyen de verrerie bien graduée et vérifiée, prélever 50^{cc} et 25^{cc} de la solution et les placer respectivement dans un ballon jaugé à 100^{cc} métriques. Compléter le volume de 100^{cc} avec de l'eau distillée ; on aura ainsi trois solutions :

La première normale.

La seconde à 50 %_v, par rapport à la première.

La troisième à 25 %.

On polarise avec soin et en se servant du même tube, chacune des trois solutions. On note les chiffres abtenus et on constate s'ils sont bien dans les rapports 3, 2, 1. S'il en est ainsi, le compensateur est parfait. (Sidersky, *Revue de Chimie analytique*, 6 janvier 1898).

Il est bon aussi de vérifier si 100° divisions saccharimétriques à droite donnent bien, après inversion 31.8 à gauche à $+ 15^{\circ}$, avec une solution de sucre pur.

Pour préparer le sucre pur, on suit la méthode de M. Pellet (*Bulletin de l'Association des Chimistes de sucrerie*, t. XV, p. 813). On prend 500 grammes de sucre raffiné en pains ; on les dissout dans 250^{cc} d'eau distillée à $+ 40^{\circ}$ — 50° centigrades. On ajoute doucement à la solution 570^{cc} d'alcool absolu en agitant de temps en temps ; on laisse refroidir lentement et on abandonne au repos pendant quelques jours. On décante le liquide et on détache les cristaux agglomérés sur les parois du vase, en plongeant ce dernier dans l'eau chaude.

On brise les cristaux recueillis, on les réunit dans un entonnoir, on les lave à l'alcool à 70°, puis à 80°, puis à 90° ; enfin, on les sèche sur une assiette à la température de 35 à 40°, puis sous la cloche à acide sulfurique. On obtient ainsi environ 230 grammes de sucre pur.

Ce sucre pur étant préparé, en dissoudre 16^{gr}29 dans 100^{cc} d'eau distillée ; examiner au tube de 2 décimètres la solution ainsi préparée, on doit trouver 100^{cc} saccharimétriques.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES A TOUS LES POLARIMÈTRES
ET SACCHARIMÈTRES.

Il faut avoir bien soin, avant de se servir d'un appareil, de s'assurer qu'il n'y a ni poussière, ni buée sur le polariseur.

Dans le premier cas, en visant par la lunette, on verrait des petits points brillants sur le polariseur. Dans le second cas, la buée, dépolarisant la lumière, enlèverait de l'exactitude à l'appareil, elle peut même empêcher de voir la ligne de séparation du champ du polariseur.

Toutes les pièces optiques peuvent se démonter facilement, on les essuiera avec soin ; des goupilles permettent de les mettre exactement en place.

B) SACCHARIMÉTRIE CHIMIQUE.

Principe. — Les sels cuivriques solubles, en solution tartrique alcaline, traités par certains composés à fonction aldéhydrique ou cétoniques (glucoses), les oxydent en étant eux-mêmes réduits à l'état d'oxyde cuivreux rouge, qui se précipite facilement à cause de sa densité élevée ; le sel cuivrique disparaît alors de la solution, qui de bleue qu'elle était, devient incolore.

Cette réaction se produit à l'ébullition pour les sucres aldéhydriques ou cétoniques et permet de les doser volumétriquement en appliquant la décoloration du sel cuivrique et pondéralement en pesant le cuivre formé par réduction de l'oxyde.

1° Méthode volumétrique.

Si on a déterminé à l'avance le poids de sucre réducteur capable de réduire un volume déterminé de solution cuivrique (titrage), on pourra déterminer la proportion de sucre que contiendra une liqueur sucrée quelconque, en recherchant quel sera le volume de cette dernière solution nécessaire pour réduire le même volume de solution cuivrique préalablement titrée.

Formule et préparation du réactif cupro-alcalin. — On a donné de nombreuses formules du réactif cupro-alcalin ; presque toutes sont constituées par un mélange de sulfate de cuivre, d'alcali caustique (KOH ou NaOH) et d'une

matière organique stable (acide tartrique, glycérine, etc.), qui a pour but de maintenir l'hydrate cuivrique en solution.

Les formules suivantes sont le plus généralement employées :

	Fehling.	Pasteur.	Violette.	Boussingault.
Sulfate de cuivre cristallisé	34 ^{gr} 65	40 ^{gr}	34 ^{gr} 66	40 ^{gr}
Acide tartrique.....	»	105 ^{gr}	»	»
Tartrate neutre de potasse.....	»	»	»	160 ^{gr}
Tartrate de potasse et de soude.....	173 ^{gr}	»	260 ^{gr}	»
Potasse caustique	»	80 ^{gr}	»	»
Soude caustique	»	130 ^{gr}	»	130 ^{gr}
Lessive de soude.....	480 ^{cc}	»	500 ^{cc}	»
Eau, quantité suffisante pour faire.....	1000	1000 ^{cc}	1000 ^{cc}	1000 ^{cc}

FORMULE DE FEHLING.

1° Dissoudre exactement 34^{gr}65 de sulfate de cuivre cristallisé et pur (1) dans 200 centimètres cubes d'eau distillée ;

2° Dissoudre 173 grammes de tartrate de sodium et de potassium dans 480 centimètres cubes de lessive de soude d'une densité de 1.14. Verser *peu à peu la première solution dans la seconde*, puis étendre le tout de manière à faire un litre (1000 centimètres cubes) à la température de 17.5 centigrades.

FORMULE DE VIOLETTE.

1° Faire dissoudre 260 grammes de sel de Seignette (tartrate double de potassium et de sodium) dans 200 grammes d'eau distillée, ajouter 500 grammes de lessive de soude à 24° Baumé ;

2° Faire dissoudre 34^{gr}66 de sulfate de cuivre cristallisé (1) dans 140 grammes d'eau ;

3° Mêler les deux solutions en versant *la seconde dans la première*, agiter et compléter un litre à la température de 15°.

Cette solution se conserve longtemps dans de petits flacons d'une centaine de grammes bouchés à l'émeri dont le bouchon est recouvert de paraffine, et qu'on place ensuite dans un endroit obscur.

FORMULE DE PASTEUR.

La liqueur de Fehling présente l'inconvénient de laisser déposer du cuivre métallique, sous l'influence de la lumière. M. Pasteur a indiqué une formule qui donne un liquide inaltérable.

On fait dissoudre séparément :

- 130 grammes de soude ;
- 105 — d'acide tartrique ;
- 80 — de potasse ;
- 40 — de sulfate de cuivre cristallisé (1).

On mélange et on complète le volume d'un litre à + 15°.

(1) Pour avoir du sulfate de cuivre bien pur on dissout le sulfate du commerce dans l'eau bouillante et on laisse refroidir la solution en l'agitant continuellement. On obtient ainsi une poudre cristalline qui séchée au papier buvard, et à l'air libre dans un endroit un peu chaud, constitue un produit absolument pur.

FORMULE DE BOUSSINGAULT.

- 1° Sulfate de cuivre cristallisé pur 40 grammes.
 Dissoudre dans 200 centimètres cubes
 d'eau distillée;
- 2° Tartrate neutre de potassium 160 —
 Soude caustique 130 —

Dissoudre dans 600 centimètres cubes d'eau; mélanger les deux solutions et compléter un litre; faire bouillir quelques minutes après la préparation.

Cette liqueur est inaltérable et ne dépose pas spontanément d'oxyde de cuivre.

Ces liqueurs laissent déposer avec le temps et sous l'action de la lumière un léger dépôt d'oxyde cuivreux et changent de titre.

On évite cet inconvénient en préparant une liqueur en deux solutions séparées que l'on mélange au moment de l'emploi. Ces solutions sont préparées de telle manière qu'elles produisent la liqueur normale cupro-alkaline par leur simple mélange, telle est la liqueur d'*Allinh.*

- | | | | |
|------------------------------|---|-------------------------------|--------------------|
| α) Solution bleue. | { | Sulfate de cuivre | 34 ^{gr} 6 |
| | | Eau distillée quantité suffi- | |
| | | sante pour | 500 ^{cc} |
| β) Solution blanche. | { | Sel de Seignette | 173 ^{gr} |
| | | Potasse caustique | 125 ^{gr} |
| | | Eau distillée quantité suffi- | |
| | | sante pour | 500 ^{cc} |

Mélanger au moment de l'emploi 5^{cc} de solution bleue et 5^{cc} de solution blanche, à moins que l'on ne se propose de doser pondéralement le sucre (voir plus loin, page 269).

Parmi les sucres réduisant la liqueur cuivrique, le plus facile à obtenir pur et à peser est le *sucre interverti*, on peut obtenir un poids bien déterminé par hydrolyse du sucre de canne pur (sucre candi).

L'expérience démontre que le sucre interverti fourni par un molécule de sucre de canne pur (360 grammes), réduit 10 molécules de sulfate de cuivre cristallisé $SO_4 \cdot Cu + 5 H_2O$ (soit 2495 grammes) en solution tartrique alcaline.

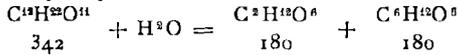
Un poids de 5 grammes, par exemple, de sucre interverti, réduira donc $\frac{2495 \times 5}{360} = 34.65$ de sel cuivrique.

Si donc le réactif cuivrique contient 34.65 de sulfate de cuivre, par litre, il correspondra à 5 grammes de sucre interverti et 10^{cc} correspondront à 0^{gr}05 de ce même sucre : C'est ce dont on s'assure par un *titrage préalable*.

Le titrage comporte deux temps :

1° *Préparation de la liqueur titrante.* — Pour titrer le réactif cuivrique, il faut d'abord préparer la liqueur titrante de telle façon que cette liqueur contienne 5 grammes de sucre interverti par litre.

La formule d'hydrolyse du saccharose :



montre que pour obtenir 360 grammes de sucre interverti, il faut hydrolyser 342 grammes de saccharose. Pour obtenir 5 grammes du premier il faut hydrolyser $\frac{5 \times 342}{360} = 4^{\text{e}}75$ du second.

Peser 4^e75 de sucre candi (1) lavé à l'alcool et desséché à + 70°; les placer dans un ballon de 1 litre, avec 500 grammes d'eau chaude, dissoudre, ajouter 5^{cc} HCl pur, porter au bain-marie bouillant jusqu'à ce que le liquide ait atteint + 70°; le maintenir à cette température pendant 10 minutes, laisser refroidir, ajouter : a) Quantité suffisante lessive de soude pour laisser à la liqueur une légère réaction acide; b) 2 grammes phénol; c) Eau distillée quantité suffisante pour obtenir 1000^{cc} à + 15°.

2° *Titrage de la liqueur cupro-alcaline.* — Dans un ballon de 150^{cc} de capacité, verser 10^{cc} de liqueur cupro-alcaline à titrer, 10^{cc} environ eau distillée et 10^{cc} lessive de soude. Porter à l'ébullition, verser peu à peu la solution de sucre interverti placée dans une burette graduée dans le liquide bouillant, après chaque addition, chauffer; continuer jusqu'à ce que la coloration bleue ait disparu.

S'il a fallu ajouter 10^{cc} de liqueur sucrée, cela signifiera que 0.05 de sucre interverti ont réduit 10^{cc} de liqueur cuivrique. On dira que 10^{cc} de cette liqueur correspondent à 0^e05 de sucre interverti, *son titre sera 0.05*

S'il a fallu 12^{cc} par exemple de liqueur sucrée, le titre de la liqueur cuivrique sera :

$$\frac{12}{x} = \frac{10}{0.05} \quad x = \frac{0.05 \times 12}{10} = 0^{\text{e}}06.$$

10^{cc} de liqueur cuivrique correspondent à 0^e05 de sucre interverti, correspondent aussi à :

- 0^e048 de glucose ou 0^e0475 sucre cristallisable;
- 0^e052 de levulose;
- 0^e068 de lactose;
- 0^e079 de maltose.

(1) Ou de sucre pur préparé comme il a été dit page 259; à défaut de l'un de ces sucres on peut prendre du sucre raffiné bien pur, examiné au polarimètre (voir page 254). Si le sucre titre par exemple 99.7 0/0 en saccharose, on en prendra un poids de $\frac{4.75}{0.997} = 4 \text{ gr. } 764.$

Pour que les dosages par ce procédé soient exacts, il faut :
 1° Diluer la solution sucrée de manière à ce qu'elle ne renferme environ que 10/0 de sucre ;

2° Etendre la liqueur cuivrique de 1 à 4 fois son volume d'eau.

10° de liqueur cuivrique étendus de 1 volume d'eau correspondent à.....	}	0°0500 sucre interverti 0 0475 de glucose anhydre 0 0514 de lévulose — 0 0647 de lactose — 0 0509 de galactose — 0 0793 de maltose —
10° de liqueur étendus de 4 volumes d'eau correspondent à	}	0°0521 de sucre interverti 0 0500 de glucose anhydre 0 0536 de lévulose — 0 0647 de lactose — 0 0536 de galactose — 0 0747 de maltose —

Dosage des sucres réducteurs. — Lorsqu'il s'agira de doser avec la liqueur cupro-alkaline titrée, un sucre réducteur quelconque, on opérera exactement comme il est dit au titrage de cette liqueur.

On prendra 10° de liqueur cupro-alkaline titrée, on y ajoutera 10° d'eau et 10° de lessive de soude, on portera à l'ébullition et on ajoutera peu à peu dans cette liqueur bouillante, la solution de sucre réducteur à titrer jusqu'à ce que la coloration bleue ait disparu.

Supposons qu'il faille 5° de solution sucrée pour réduire 10° de liqueur cupro-alkaline correspondant à 0°05 de glucose.

On dira 5° de solution sucrée contiennent 0°05 de glucose,

1000° contiendront $\frac{0^{\circ}05 \times 1000}{5} = 10$ grammes.

(Voir les Tables XXII et XXIII, pour éviter tout calcul).

Modification Causee. — Si à 10° de la liqueur cupro-alkaline étendue comme il a été dit, on ajoute 4° d'une solution de ferrocyanure de potassium à 1/20°, l'oxyde cuivreux formé par la réduction se dissout, et le terme de la réaction est indiqué par la décoloration pure et simple du réactif cupro-alkalin.

Bonnans a remarqué que le terme final de cette réaction était l'apparition, après décoloration de la liqueur cupro-alkaline, d'une coloration brune ou rouge brun assez intense, phénomène très net qui peut être pris pour le terme final.

On peut d'ailleurs préparer une liqueur cupro-alkaline ferrocyanurée, en mélangeant 200^{cc} de la liqueur de Fehling ou de Violette avec 50^{cc} d'une solution de ferrocyanure de potassium à 5 %.

Au lieu de prendre 10^{cc} de cette liqueur pour faire un dosage, on en prendrait 12^{cc}5.

On fera le dosage comme avec la liqueur de Fehling ordinaire, mais comme en présence du ferrocyanure de potassium le pouvoir réducteur des sucres est supérieur à ce qu'il est vis-à-vis de la liqueur cupro-alkaline de même teneur en cuivre, on multipliera le résultat trouvé avec la liqueur ferrocyanurée par 0,82.

Dosage du saccharose. — Le saccharose ne réduisant pas la liqueur cuivrique, il faut le transformer en sucre interverti, et du poids trouvé déduire le poids de saccharose, en partant de ce fait que 95 parties de saccharose donnent, par interversion, 100 parties de sucre interverti.

Soit à doser le saccharose contenu dans un sirop de sucre pur, c'est-à-dire ne contenant pas de glucose ou dans le sucre raffiné exempt de glucose (ne réduisant pas directement la liqueur cupro-alkaline).

On prendra un volume connu de sirop, on l'étendra d'eau et on portera le liquide au bain-marie, après l'avoir additionné de 1/10^e de son volume de HCl. Après interversion, on laissera refroidir et on complètera le volume primitif du liquide avec de l'eau distillée.

D'autre part, on portera à l'ébullition 10^{cc} de liqueur cuivrique additionnée de 10^{cc} de lessive de soude et de 30^{cc} d'eau. On y versera la solution de sucre interverti.

Soit N^{cc} de liqueur sucrée nécessaire pour produire la réduction de 10^{cc} de liqueur cuivrique.

Ces N^{cc} contiennent 0^{cc}05 de sucre interverti.

1000^{cc} contiendront $\frac{0,05 \times 1000}{N} = \frac{50}{N}$. (Voir Table I).

Dans cette opération, le sirop à essayer ayant été dilué, il faudra tenir compte de la dilution dans le calcul final.

S'il s'agit d'essayer un sucre raffiné, on en dissoudra un poids connu dans un certain volume d'eau et on opérera comme précédemment. Connaissant le poids de sucre contenu dans 1000^{cc} par exemple, on en déduira la proportion de sucre pur contenu dans le poids dissous dans 1000^{cc} d'eau.

Table XXII. — Dosage du sucre par la liqueur cupro-alkaline.
 (10 centimètres cubes liqueur de Fehling = 0^{re}05 glucose ou 0^{re}0475
 de sucre cristallisable.)

NOMBRE de centimètres cubes de liqueur sucrée.	GLUCOSE ou sucre de raisin. — Grammes par litre.	SUCRE de cannes. — Grammes par litre.	NOMBRE de centimètres cubes de liqueur sucrée.	GLUCOSE ou sucre de raisin. — Grammes par litre.	SUCRE de cannes. — Grammes par litre.	NOMBRE de centimètres cubes de liqueur sucrée.	GLUCOSE ou sucre de raisin — Grammes par litre.	SUCRE DE cannes. — Grammes par litre.
0.50	100.00	95.00	4.0	12.50	11.87	8.0	6.25	5.94
0.55	90.91	86.36	4.1	12.19	11.58	8.1	6.17	5.86
0.60	83.33	79.17	4.2	11.90	11.31	8.2	6.10	5.79
0.65	76.92	73.08	4.3	11.63	11.05	8.3	6.02	5.72
0.70	71.26	67.86	4.4	11.36	10.79	8.4	5.95	5.65
0.75	66.67	63.33	4.5	11.11	10.56	8.5	5.88	5.59
0.80	62.50	59.37	4.6	10.87	10.33	8.6	5.81	5.52
0.85	58.82	55.88	4.7	10.64	10.11	8.7	5.75	5.46
0.90	55.55	52.78	4.8	10.42	9.89	8.8	5.68	5.40
0.95	52.63	50.00	4.9	10.20	9.69	8.9	5.62	5.34
1.0	50.00	47.50	5.0	10.00	9.50	9.0	5.55	5.28
1.1	45.45	43.18	5.1	9.80	9.31	9.1	5.49	5.22
1.2	41.67	39.58	5.2	9.61	9.13	9.2	5.43	5.16
1.3	38.46	36.54	5.3	9.43	8.96	9.3	5.38	5.11
1.4	35.71	33.93	5.4	9.26	8.80	9.4	5.32	5.05
1.5	33.33	31.67	5.5	9.09	8.64	9.5	5.26	5.00
1.6	31.25	29.69	5.6	8.93	8.48	9.6	5.21	4.95
1.7	29.41	27.94	5.7	8.77	8.33	9.7	5.15	4.90
1.8	27.78	26.39	5.8	8.62	8.19	9.8	5.10	4.85
1.9	26.32	25.00	5.9	8.47	8.05	9.9	5.05	4.80
2.0	25.00	23.75	6.0	8.33	7.92	10.0	5.00	4.75
2.1	23.81	22.62	6.1	8.20	7.79	10.1	4.95	4.70
2.2	22.73	21.59	6.2	8.06	7.66	10.2	4.90	4.66
2.3	21.7	20.65	6.3	7.94	7.54	10.3	4.85	4.61
2.4	20.83	19.79	6.4	7.81	7.42	10.4	4.81	4.57
2.5	20.00	19.00	6.5	7.69	7.34	10.5	4.76	4.52
2.6	19.23	18.27	6.6	7.57	7.20	10.6	4.72	4.48
2.7	18.52	17.59	6.7	7.46	7.09	10.7	4.67	4.44
2.8	17.86	16.96	6.8	7.45	6.98	10.8	4.63	4.40
2.9	17.24	16.38	6.9	7.25	6.88	10.9	4.59	4.36
3.0	16.67	15.83	7.0	7.14	6.78	11.0	4.54	4.22
3.1	16.13	15.32	7.1	7.04	6.69	11.1	4.50	4.27
3.2	15.62	14.84	7.2	6.94	6.60	11.2	4.46	4.24
3.3	15.15	14.39	7.3	6.85	6.51	11.3	4.42	4.20
3.4	14.71	13.97	7.4	6.76	6.42	11.4	4.39	4.17
3.5	14.29	13.57	7.5	6.67	6.33	11.5	4.35	4.13
3.6	13.89	13.19	7.6	6.58	6.25	11.6	4.31	4.09
3.7	13.51	12.84	7.7	6.49	6.17	11.7	4.27	4.06
3.8	13.16	12.50	7.8	6.41	6.09	11.8	4.24	4.02
3.9	12.82	12.18	7.9	6.33	6.01	11.9	4.20	3.99

NOMBRE de centimètres cubes de liqueur sucrée.	GLUCOSE ou sucre de raisin. — Grammes par litre.	SUCRE de cannes. — Grammes par litre.	NOMBRE de centimètres cubes de liqueur sucrée.	GLUCOSE ou sucre de raisin. — Grammes par litre.	SUCRE de cannes. — Grammes par litre.	NOMBRE de centimètres cubes de liqueur sucrée.	GLUCOSE ou sucre de raisin — Grammes par litre.	SUCRE de cannes. — Grammes par litre.
12.0	4.17	3.96	16.0	3.12	2.97	20.0	2.50	2.37
12.1	4.13	3.92	16.1	3.10	2.95	21.0	2.38	2.26
12.2	4.10	3.89	16.2	3.09	2.93	22.0	2.27	2.16
12.3	4.06	3.86	16.3	3.07	2.91	23.0	2.17	2.06
12.4	4.03	3.83	16.4	3.05	2.90	24.0	2.08	1.98
12.5	3.00	3.80	16.5	3.03	2.88	25.0	2.00	1.90
12.6	3.97	3.77	16.6	3.01	2.86	26.0	1.92	1.83
12.7	3.94	3.74	16.7	2.99	2.84	27.0	1.85	1.76
12.8	3.91	3.71	16.8	2.98	2.83	28.0	1.78	1.70
12.9	3.88	3.68	16.9	2.96	2.81	29.0	1.72	1.64
13.0	3.85	3.65	17.0	2.94	2.79	30.0	1.67	1.58
13.1	3.82	3.63	17.1	2.92	2.78	31.0	1.61	1.53
13.2	3.79	3.60	17.2	2.91	2.76	32.0	1.56	1.48
13.3	3.76	3.57	17.3	2.89	2.74	33.0	1.51	1.44
13.4	3.73	3.54	17.4	2.87	2.73	34.0	1.47	1.40
13.5	3.70	3.52	17.5	2.86	2.71	35.0	1.43	1.36
13.6	3.68	3.49	17.6	2.84	2.70	36.0	1.39	1.32
13.7	3.65	3.47	17.7	2.82	2.68	37.0	1.35	1.28
13.8	3.62	3.44	17.8	2.81	2.67	38.0	1.31	1.25
13.9	3.60	3.42	17.9	2.79	2.65	39.0	1.28	1.22
14.0	3.57	3.39	18.0	2.78	2.64	40.0	1.25	1.19
14.1	3.55	3.37	18.1	2.76	2.62	41.0	1.22	1.16
14.2	3.52	3.34	18.2	2.75	2.61	42.0	1.19	1.13
14.3	3.50	3.32	18.3	2.73	2.59	43.0	1.16	1.10
14.4	3.47	3.30	18.4	2.72	2.58	44.0	1.14	1.08
14.5	3.45	3.27	18.5	2.70	2.57	45.0	1.11	1.05
14.6	3.42	3.25	18.6	2.69	2.55	46.0	1.09	1.03
14.7	3.40	3.23	18.7	2.67	2.54	47.0	1.06	1.01
14.8	3.38	3.21	18.8	2.66	2.53	48.0	1.04	0.99
14.9	3.35	3.19	18.9	2.64	2.51	49.0	1.02	0.97
15.0	3.33	3.17	19.0	2.63	2.50			
15.1	3.31	3.14	19.1	2.62	2.49			
15.2	3.29	3.12	19.2	2.60	2.47			
15.3	3.27	3.10	19.3	2.59	2.46			
15.4	3.25	3.08	19.4	2.58	2.45			
15.5	3.22	3.06	19.5	2.56	2.44			
15.6	3.20	3.04	19.6	2.55	2.42			
15.7	3.18	3.02	19.7	2.54	2.41			
15.8	3.16	3.01	19.8	2.52	2.40			
15.9	3.14	2.99	19.9	2.51	2.39			

Table XXIII.

10^e liqueur cupro-alkaline = 0^{re}05 glucose.

Centimètres cubes.	Lactose anhydre.	Maltose anhydre.	Centimètres cubes.	Lactose anhydre.	Maltose anhydre.
10	6.350	7.500	26	2.442	2.884
11	5.773	6.818	27	2.354	2.778
12	5.292	6.250	28	2.268	2.679
13	4.884	5.770	29	2.189	2.586
14	4.536	5.357	30	2.117	2.500
15	4.233	5.000	31	2.049	2.419
16	3.969	4.687	32	1.984	2.344
17	3.744	4.412	33	1.924	2.272
18	3.528	4.167	34	1.868	2.206
19	3.342	3.947	35	1.814	2.143
20	3.175	3.750	36	1.764	2.083
21	3.024	3.571	37	1.717	2.027
22	2.886	3.409	38	1.671	1.973
23	2.761	3.261	39	1.628	1.923
24	2.643	3.125	40	1.588	1.875
25	2.540	3.000			

Pour avoir la valeur en maltose et lactose hydratées, ajouter $\frac{1}{19}$ ou multiplier par $\frac{100}{95}$.

2° Méthode pondérale.

Lorsqu'on soumet à l'ébullition un volume assez grand de liqueur cupro-alkaline et que l'on y ajoute une quantité de sucres réducteurs dissous, insuffisante pour réduire la totalité de la liqueur, le poids du précipité d'oxydure de cuivre transformé par calcination en bioxyde de cuivre ou par réduction subséquente en cuivre métallique, est fonction du poids des sucres réducteurs contenus dans la prise d'essai.

Mais il n'y a pas proportionnalité exacte entre le poids d'oxyde de cuivre ou de cuivre et le poids du sucre ; en outre le pouvoir réducteur du glucose n'est pas le même que celui du sucre interverti ; enfin les pouvoirs réducteurs du lactose et du maltose sont très différents de ceux des sucres précédents.

1° *Méthode A. Girard.* — Porter à l'ébullition 25, 50 ou 100^{cc} de liqueur cupro-alkaline, suivant la richesse en sucre du liquide à essayer (1), et y verser brusquement un volume déterminé de solution sucrée, insuffisant cependant pour réduire le volume de liqueur cupro-alkaline. Maintenir l'ébullition deux minutes, filtrer rapidement sur papier Berzelius et laver le précipité resté sur le filtre avec de l'eau bouillante, jusqu'à ce que le liquide filtré n'ait plus de réaction alcaline.

Replier le filtre, le dessécher dans une nacelle de platine tarée, l'incinérer et introduire la nacelle et son contenu dans un tube de verre où l'on fait arriver un courant d'hydrogène sec et pur.

Lorsque l'air est expulsé du tube, chauffer la nacelle au rouge sombre jusqu'à réduction complète de l'oxyde. (Voir pour détails, Méthode Allihn.)

Laisser refroidir dans le courant d'hydrogène ; peser.

L'augmentation de poids de la nacelle $\times 0,569$ donne approximativement le poids de sucre réducteur contenu dans la prise d'essai.

2° *Méthode Allihn.* — On emploie les deux solutions dont la formule a été donnée précédemment (Voir Formules des liqueurs cupro-alkalines, page 262).

On prépare un tube-filtre de Soxhlet de la façon suivante :

On prend un tube en verre de bohème difficilement fusible de 1 centimètre $\frac{1}{2}$ de diamètre et de 10 centimètres de longueur, que l'on étire légèrement à une extrémité (ces tubes se trouvent tout fabriqués dans l'industrie).

On commence par le monter au moyen d'un bouchon de caoutchouc percé d'un trou sur une carafe à filtrer à la trompe, puis avec le bout

(1) Le liquide sucré ne doit pas renfermer plus de $\frac{1}{2}$ à 1 p. 100 de sucre. On doit s'en assurer par un dosage volumétrique préalable et l'étendre en conséquence. En outre, les liqueurs ne doivent contenir ni chaux, ni phosphates terreux susceptibles d'être précipités par le réactif.

rond d'un tube à essai, on donne à un petit morceau de toile de platine la forme d'une petite coupe que l'on place au fond du tube Soxhlet. On verse alors, par dessus cette toile une bouillie d'amianté finement broyée et préalablement purifiée avec grand soin (1). On fait alors fonctionner la trompe, la filtration se fait rapidement, l'amianté se tasse au fond du tube en formant une bourre serrée que l'on régularise avec une baguette nettement coupée et non bordée. Cette bourre doit avoir environ 18 millimètres d'épaisseur et être bien régulièrement tassée, mais non trop fortement, on fait passer ensuite de l'alcool fort dans le tube, puis de l'éther ; on le numérote et on le porte à l'étuve ; après dessiccation complète on le laisse refroidir sous la cloche à acide sulfurique et on le pèse au 1/10^e de milligramme près.

On peut ainsi préparer à l'avance un certain nombre de tubes numérotés sur le verre et parfaitement tarés.

Pour faire un dosage de glucose, placer dans un verre de Bohême 30^{cc} de α (voir page 262), 30^{cc} de β et 60^{cc} d'eau distillée ; porter le mélange à l'ébullition et y verser un volume connu de liquide sucré (contenant au maximum 1 % de glucose, ce dont on s'assure préalablement par un dosage volumétrique), maintenir l'ébullition pendant une minute.

Filtrer bouillant sur le tube-filtre de Soxhlet qui arrête tout l'oxyde de cuivre (il faut, pour cette filtration, s'aider de la trompe). La filtration terminée, laver longuement le verre de Bohême et le tube-filtre à l'eau distillée bouillante, jusqu'à ce que le liquide filtré ne soit plus alcalin ; enfin on lave à l'alcool à 95°, puis à l'éther et l'on sèche à l'étuve. Le tube étant sec, on l'adapte à un appareil à hydrogène pur et lorsque l'air est chassé, on chauffe l'oxyde avec un bec de Bunsen. La réduction est rapide et la vapeur d'eau se dégage par l'effilure ; on la chasse entièrement par la chaleur et après avoir éteint le feu, on maintient le courant d'hydrogène jusqu'à refroidissement presque complet. On le termine sous la cloche et l'on pèse le tube bien exactement ; la différence avec la première pesée donne le poids de cuivre réduit par le sucre, d'où, au moyen de tables, on déduit le poids de celui-ci (2). (Voir Table d'Allinh.)

(1) Pour purifier l'amianté la couper en menus morceaux et la mettre à bouillir avec de l'acide azotique étendu au 1/10^e ; la laver longuement à l'eau bouillante jusqu'à ce que celle-ci ne soit plus acide. (Il est bon de recommencer cette opération une deuxième fois). Puis la faire bouillir avec de la soude étendue, la laver, la faire bouillir de nouveau avec de l'acide azotique, cette fois très étendu ; enfin la laver une dernière fois à l'eau distillée ; cette amianté purifiée servira à faire une bouillie claire en la broyant avec de l'eau distillée.

(2) Quelques auteurs, au lieu de réduire l'oxyde de cuivre par l'hydrogène, le pèsent directement et transforment le poids trouvé en poids de cuivre, par le calcul, et se reportent aux Tables ou bien transforment le poids d'oxyde de cuivre en sucre.

$\text{CuO} \times 0,7995 = \text{Cuivre correspondant.}$

$\text{Cu} \times 0,56693 = \text{Sucre correspondant (glucose).}$

$\text{CuO} \times 0,4527 = \text{Sucre correspondant.}$

Mais ce sont des simplifications qui enlèvent à la méthode pondérale toute sa précision.

Au lieu du tube Soxhlet on peut plus simplement employer un petit filtre sans plis, de 9 centimètres de diamètre en bon papier Berzélius (de préférence marque Munktel OO lavé aux acides chlorhydrique et fluorhydrique). Dans ce cas, la trompe est inutile, mais le lavage du papier doit être fait avec le plus grand soin avec de l'eau distillée bouillante; ce lavage ne demande pas moins d'une demi-heure et exige 300^{cc} d'eau, ce qui porte le volume total du filtrat à 385^{cc}.

Table XXIV (Allihn).

Pour la détermination du glucose et du saccharose en milligrammes (1).

CUIVRE milligrammes.	GLUCOSE milligrammes.	SACCHAROSE milligrammes.	CUIVRE milligrammes.	GLUCOSE milligrammes.	SACCHAROSE milligrammes.	CUIVRE milligrammes.	GLUCOSE milligrammes.	SACCHAROSE milligrammes.
10	6.1	5.8	40	20.9	19.9	70	35.8	34.0
11	6.6	6.3	41	21.4	20.4	71	36.3	34.5
12	7.1	6.7	42	21.9	20.8	72	36.8	35.0
13	7.6	7.2	43	22.4	21.3	73	37.3	35.4
14	8.1	7.7	44	22.9	21.8	74	37.8	35.9
15	8.6	8.2	45	23.4	22.3	75	38.3	36.4
16	9.0	8.6	46	23.9	22.7	76	38.8	36.9
17	9.5	9.0	47	24.4	23.2	77	39.3	37.3
18	10.0	9.5	48	24.9	23.7	78	39.8	37.8
19	10.5	10.0	49	25.4	24.1	79	40.3	38.3
20	11.0	10.5	50	25.9	24.6	80	40.8	38.8
21	11.5	10.9	51	26.4	25.1	81	41.3	39.3
22	12.0	11.4	52	26.9	25.5	82	41.8	39.8
23	12.5	11.9	53	27.4	26.0	83	42.3	40.3
24	13.0	12.4	54	27.9	26.5	84	42.8	40.8
25	13.5	12.8	55	28.4	27.0	85	43.4	41.3
26	14.0	13.3	56	28.8	27.4	86	43.9	41.8
27	14.5	13.8	57	29.3	27.9	87	44.4	42.3
28	15.0	14.3	58	29.8	28.4	88	44.9	42.8
29	15.5	14.7	59	30.3	28.8	89	45.4	43.4
30	16.0	15.2	60	30.8	29.3	90	45.9	43.6
31	16.5	15.7	61	31.3	29.8	91	46.4	44.0
32	17.0	16.1	62	31.8	30.2	92	46.9	44.6
33	17.5	16.6	63	32.3	30.7	93	47.4	45.0
34	18.0	17.1	64	32.8	31.2	94	47.9	45.5
35	18.5	17.6	65	33.3	31.7	95	48.4	46.0
36	18.9	18.0	66	33.8	32.1	96	48.9	46.5
37	19.4	18.5	67	34.3	32.6	97	49.4	47.0
38	19.9	19.0	68	34.8	33.1	98	49.9	47.4
39	20.4	19.4	69	35.3	33.5	99	50.4	47.9

(1) La quantité de saccharose correspondante s'obtient en multipliant le poids de glucose par 0.95.

Table d'Allihn (suite).

CUIVRE milligrammes.	GLUCOSE milligrammes.	SACCHAROSE milligrammes.	CUIVRE milligrammes.	GLUCOSE milligrammes.	SACCHAROSE milligrammes.	CUIVRE milligrammes.	GLUCOSE milligrammes.	SACCHAROSE milligrammes.
100	50.9	48.4	146	74.4	70.7	192	98.4	93.4
101	51.4	48.9	147	74.9	71.2	193	98.9	93.9
102	51.9	49.4	148	75.5	71.7	194	99.4	94.4
103	52.4	49.8	149	76.0	72.2	195	100.0	95.0
104	52.9	50.3	150	76.5	72.7	196	100.5	95.5
105	53.5	50.8	151	77.0	73.2	197	101.0	96.0
106	54.0	51.3	152	77.5	73.7	198	101.5	96.5
107	54.5	51.8	153	78.1	74.2	199	102.0	97.0
108	55.0	52.2	154	78.6	74.7	200	102.6	97.5
109	55.5	52.7	155	79.1	75.2	201	103.1	98.0
110	56.0	53.2	156	79.6	75.6	202	103.7	98.5
111	56.5	53.7	157	80.1	76.1	203	104.2	99.0
112	57.0	54.2	158	80.7	76.6	204	104.7	99.5
113	57.5	54.6	159	81.2	77.1	205	105.3	100.0
114	58.0	55.1	160	81.7	77.6	206	105.8	0.5
115	58.6	55.6	161	82.2	78.1	207	106.3	1.0
116	59.1	56.1	162	82.7	78.6	208	106.8	1.5
117	59.6	56.6	163	83.3	79.1	209	107.4	2.0
118	60.1	57.0	164	83.8	79.6	210	107.9	2.5
119	60.6	57.5	165	84.3	80.1	211	108.4	3.0
120	61.1	58.0	166	84.8	80.6	212	109.0	3.5
121	61.6	58.5	167	85.3	81.1	213	109.5	4.0
122	62.1	59.0	168	85.9	81.6	214	110.0	4.5
123	62.6	59.5	169	86.4	82.1	215	110.6	5.0
124	63.1	60.0	170	86.9	82.6	216	1.1	5.5
125	63.7	60.5	171	87.4	83.1	217	1.6	6.0
126	64.2	60.9	172	87.9	83.6	218	2.1	6.5
127	64.7	61.4	173	88.5	84.1	219	2.7	7.0
128	65.2	61.9	174	89.0	84.6	220	3.2	7.5
129	65.7	62.4	175	89.5	85.1	221	3.7	8.0
130	66.2	62.9	176	90.0	85.5	222	4.3	8.5
131	66.7	63.4	177	90.5	86.0	223	4.8	9.0
132	67.2	63.9	178	91.1	86.5	224	5.3	9.4
133	67.7	64.3	179	91.6	87.0	225	5.9	110.1
134	68.2	64.8	180	92.1	87.5	226	6.4	0.6
135	68.8	65.3	181	92.6	88.0	227	6.9	1.1
136	69.3	65.8	182	93.1	88.5	228	7.4	1.6
137	69.8	66.3	183	93.7	89.0	229	8.0	2.1
138	70.3	66.7	184	94.2	89.5	230	8.5	2.6
139	70.8	67.2	185	94.7	90.0	231	9.0	3.1
140	71.3	67.7	186	95.2	90.4	232	9.6	3.6
141	71.8	68.2	187	95.7	90.9	233	120.1	4.1
142	72.3	68.7	188	96.3	91.4	234	0.7	4.6
143	72.9	69.2	189	96.8	91.9	235	1.2	5.2
144	73.4	69.7	190	97.3	92.4	236	1.7	5.7
145	73.9	70.2	191	97.8	92.9	237	2.3	6.2

Table d'Allihn (suite).

	CUIVRE milligrammes.	GLUCOSE milligrammes.	SACCHAROSE milligrammes.	CUIVRE milligrammes.	GLUCOSE milligrammes.	SACCHAROSE milligrammes.	CUIVRE milligrammes.	GLUCOSE milligrammes.	SACCHAROSE milligrammes.
238		122.8	116.7	284	147.7	140.3	330	173.1	4.4
239		3.4	7.2	285	8.3	0.9	331	3.7	4.9
240		3.9	7.7	286	8.8	1.4	332	4.2	5.5
241		4.4	8.2	287	9.4	1.9	333	4.8	6.0
242		5.0	8.7	288	9.9	2.4	334	5.3	6.6
243		5.5	9.2	289	150.5	3.0	335	5.9	7.1
244		6.0	9.7	290	1.0	3.5	336	6.5	7.6
245		6.6	120.2	291	1.6	4.0	337	7.0	8.2
246		7.1	0.7	292	2.1	4.5	338	7.6	8.7
247		7.6	1.2	293	2.7	5.1	339	8.1	9.3
248		8.1	1.7	294	3.2	5.6	340	8.7	9.8
249		8.7	2.2	295	3.8	6.1	341	9.3	170.3
250		9.2	2.7	296	4.3	6.6	342	9.8	0.9
251		9.7	3.2	297	4.9	7.1	343	180.4	1.4
252		130.3	3.7	298	5.4	7.7	344	0.9	1.9
253		0.8	4.3	299	6.0	8.2	345	1.5	2.5
254		1.4	4.8	300	6.5	8.7	346	2.1	3.0
255		1.9	5.3	301	7.1	9.2	347	2.6	3.5
256		2.4	5.8	302	7.6	9.7	348	3.2	4.0
257		3.0	6.3	303	8.2	150.3	349	3.7	4.6
258		3.5	6.9	304	8.7	0.8	350	4.3	5.1
259		4.1	7.4	305	9.3	1.3	351	4.9	175.6
260		4.6	7.9	306	9.8	1.8	352	5.4	6.2
261		5.1	8.4	307	160.4	2.3	353	6.0	6.7
262		5.7	8.9	308	0.9	2.9	354	6.6	7.3
263		6.2	9.4	309	1.5	3.4	355	7.2	7.8
264		6.8	9.9	310	2.0	3.9	356	7.7	8.3
265		7.3	130.5	311	2.6	4.4	357	8.3	8.9
266		7.8	1.0	312	3.1	4.9	358	8.9	9.4
267		8.4	1.5	313	3.7	5.5	359	9.4	180.0
268		8.9	2.0	314	4.2	6.0	360	190.0	0.5
269		9.5	2.5	315	4.8	6.5	361	0.6	1.0
270		140.0	3.0	316	5.3	7.0	362	1.1	1.6
271		0.6	3.5	317	5.9	7.5	363	1.7	2.1
272		1.1	4.0	318	6.4	8.1	364	2.3	2.7
273		1.7	4.6	319	7.0	8.6	365	2.9	3.2
274		2.2	5.1	320	7.5	9.1	366	3.4	3.7
275		2.8	5.6	321	8.1	9.6	367	4.0	4.3
276		3.3	6.1	322	8.6	160.2	368	4.6	4.8
277		3.9	6.6	323	9.2	0.7	369	5.1	5.4
278		4.4	7.2	324	9.7	1.2	370	5.7	5.9
279		5.0	7.7	325	170.3	1.8	371	6.3	6.4
280		5.5	8.2	326	0.9	2.3	372	6.8	7.0
281		6.1	8.7	327	1.4	2.8	373	7.4	7.5
282		6.6	9.3	328	2.0	3.3	374	8.0	8.1
283		7.2	9.8	329	2.5	3.9	375	8.6	8.6

Table d'Allihn (suite)

CUIVRE milligrammes.	GLUCOSE milligrammes.	SACCHAROSE milligrammes.	CUIVRE milligrammes.	GLUCOSE milligrammes.	SACCHAROSE milligrammes.	CUIVRE milligrammes.	GLUCOSE milligrammes.	SACCHAROSE milligrammes.
376	149.1	189.1	401	213.5	202.9	426	228.0	216.7
377	9.7	9.7	402	4.1	3.4	427	8.6	7.2
378	200.3	190.2	403	4.6	4.0	428	9.2	7.8
379	0.8	0.8	404	5.2	4.5	429	9.8	8.3
380	1.4	1.3	405	5.8	5.1	430	230.4	8.9
381	2.0	1.8	406	6.4	5.6	431	1.0	9.5
382	2.5	2.4	407	7.0	6.2	432	1.6	220.0
383	3.1	2.9	408	7.5	6.7	433	2.2	0.6
384	3.7	3.5	409	8.1	7.3	434	2.8	1.1
385	4.3	4.0	410	8.7	7.8	435	3.4	1.7
386	4.8	4.5	411	9.3	8.4	436	3.9	2.3
387	5.4	5.1	412	9.9	8.9	437	4.5	2.8
388	6.0	5.6	413	220.4	9.5	438	5.1	3.4
389	6.5	6.2	414	1.0	210.0	439	5.7	3.9
390	7.1	6.7	415	1.6	0.6	440	6.3	4.5
391	7.7	7.3	416	2.2	1.1	441	6.9	5.1
392	8.3	7.8	417	2.8	1.7	442	7.5	5.6
393	8.8	8.4	418	3.3	2.2	443	8.1	6.2
394	9.4	8.9	419	3.9	2.8	444	8.9	6.7
395	210.0	9.5	420	4.5	3.3	445	9.3	7.3
396	0.6	200.1	421	5.1	3.9	446	9.8	7.9
397	1.2	0.6	422	5.7	4.4	447	240.4	8.4
398	1.7	1.2	423	6.3	5.0	448	1.0	9.0
399	2.3	1.7	424	6.9	5.5	449	1.6	9.5
400	2.9	2.3	425	7.5	6.1	450	2.2	220.1

Lorsqu'il s'agit de *sucre interverti* et non de glucose, on prend 25° de α , 25° de $\beta + 25^{\circ}$ de solution de sucre interverti, ne devant pas contenir plus de $0^{\text{e}}245$ de ce sucre; on fait bouillir une minute. La Table XXIV n'est plus applicable, on se sert de la Table XXV de Meissl. Elle s'applique au sucre interverti sans saccharose (c'est-à-dire au dosage des sucres réducteurs totaux).

Si par exemple on a trouvé 254 milligrammes de cuivre réduit, on recherche dans cette table le nombre inférieur qui se rapproche le plus de ce poids; c'est 250,6 correspondant à 135 milligrammes de sucre interverti, il reste $254 - 250,6 = 3^{\text{m}}4$ de cuivre non comptés; or, la troisième colonne indique que $1^{\text{m}}744$ de cuivre correspond à 1 milligramme de sucre interverti; $3^{\text{m}}4$ valent donc $\frac{3^{\text{m}}4}{1^{\text{m}}744} = 1^{\text{m}}949$ de sucre à ajouter aux 135 milligrammes fournis par la Table.

Table XXV (de Meissl).

Pour le dosage du sucre interverti pur (sans saccharose).

Milligrammes de sucre interverti.	Milligrammes de cuivre réduit.	Milligrammes de cuivre réduit correspondant à 1 milligramme de sucre interverti.	Milligrammes de sucre interverti.	Milligrammes de cuivre réduit.	Milligrammes de cuivre réduit correspondant à 1 milligramme de sucre interverti.
50	96.0		140	259.4	
55	105.4		145	258.1	1.744
60	114.8		150	276.8	
65	124.2	1.876	155	285.2	
70	133.5		160	293.6	
75	142.9		165	302.1	1.684
80	152.1		170	310.5	
85	161.3		175	318.9	
90	170.5	1.840	180	327.2	
95	179.7		185	335.5	
100	188.9		190	343.7	1.656
105	197.8		195	352.0	
110	206.6		200	360.3	
115	215.5	1.772	205	368.2	
120	224.4		210	376.2	
125	233.2		215	384.2	1.592
130	241.9		220	392.4	
135	250.6	1.744	225	400.1	

La prise d'essai contiendra donc $135^{m} + 1^{m}949 = 136^{m}949$.

Si le sucre interverti est accompagné de saccharose, on fait usage de la Table XXVI, calculée par Meissl et Hiller, qui exige la connaissance préalable de la teneur en saccharose, afin qu'on puisse déterminer la proportion qui existe entre le saccharose et le sucre interverti.

Voici comment on opère :

On pèse $16^{m}29$ de sucre dans 100^{cc} d'eau, on le dissout et on l'examine au saccharimètre (Voir Inversion), soit $82^{\circ}1$, le sucre contient $84^{m}76$ % de saccharose ; on prend ensuite 50^{cc} de cette liqueur (soit $8^{m}145$ de sucre), on l'amène au volume de 100^{cc} , on dose le sucre dans cette solution au moyen de la liqueur cuivrique pour pesée.

On a opéré avec 25^{cc} de cette solution ($2^{m}033$ de sucre) et on a obtenu $0^{m}290$ de cuivre métallique :

On écrira $\frac{Cu}{2} = 0^{m}145$ sucre interverti.

(Approximativement $6^{m}9$ %, contre $82^{m}1$ de saccharose, ce qui fait les proportions de :

$$\text{Sucre interverti} = \frac{6,9 \times 100}{89} = 7,75 \text{ (soit } 7,8).$$

$$\text{Rapport } \frac{92}{8}.$$

$$\text{Saccharose} = 100 - 7,8 = 92,25 \text{ (soit } 92).$$

Table XXVI (Meissl et Hiller).
(Pour le sucre inverti en présence du saccharose).

RAPPORT entre les deux sucres.	SUCRE INVERTI EN MILLIGRAMMES.									
	245	225	200	175	150	125	100	75	50	
Cristal : sucre inverti.	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
90 : 10	56.2	55.1	54.1	53.6	53.1	52.6	52.1	51.6	51.2	
91 : 9	56.2	55.1	54.1	53.6	52.6	52.1	51.6	51.2	50.7	
92 : 8	56.2	54.6	53.6	53.1	52.1	51.6	51.2	50.7	50.3	
93 : 7	55.7	54.1	53.6	53.1	52.1	51.2	50.7	50.3	49.8	
94 : 6	55.7	54.1	53.1	52.6	51.6	50.7	50.3	49.8	48.9	
95 : 5	55.7	53.6	52.6	52.1	51.2	50.3	49.4	48.9	48.5	
96 : 4	»	»	52.1	51.2	50.7	49.8	48.9	47.7	46.9	
97 : 3	»	»	50.7	50.3	49.8	48.9	47.6	46.2	45.1	
98 : 2	»	»	49.9	48.9	48.5	47.3	45.8	43.3	40.0	
99 : 1	»	»	47.7	47.3	46.5	45.1	43.3	41.2	38.1	

En consultant la Table on trouvera pour 150 milligrammes sucre interverti et pour le rapport des deux sucres de $\frac{92}{8}$, la valeur $F=52.1$.

La formule $\frac{Cu}{p} = F$ donnera :

$$\frac{0,290 \times 52,1}{2,033} = 7,44 \text{ \% sucre interverti.}$$

F est un coefficient donné par la Table.

p le poids de sucre mis en expérience.

Dosage du lactose et du maltose. — Pour le lactose, on mélange 25^{cc} de α , 25^{cc} de β , on ajoute ensuite 20 à 100^{cc} de solution sucrée, suivant sa concentration, on étend à 150^{cc} avec de l'eau distillée, le volume des liqueurs mélangées et on porte à l'ébullition, que l'on maintient pendant 6 minutes.

Pour le maltose, on mélange 25^{cc} de α , 25^{cc} de β et 25^{cc} de solution sucrée contenant moins de 1 % de sucre, on fait bouillir pendant 4 minutes.

On déduit du poids du cuivre trouvé le poids de sucre, d'après les Tables XXVII et XXVIII extraites de l'ouvrage de Kœnig (*Die Menschlichen Nahrungs und Genussmittel*).

Applications des principes précédents au dosage du glucose et du saccharose mélangés.

1^o *Méthode directe par réduction.* — Soit à doser le glucose contenu à côté du saccharose dans un sirop de sucre ou dans du sucre raffiné; deux opérations sont nécessaires :

1^o Prendre 5 grammes par exemple de sucre à essayer (ou 5^{cc} de sirop étendu d'eau), les dissoudre dans 100^{cc} d'eau distillée; y doser directement le sucre réducteur par les méthodes indiquées (pages 264 et 269).

Soient 11^{cc} de liqueur sucrée nécessaires pour réduire 10^{cc} de liqueur cuivrique; ces 11^{cc} renferment 0^o048 de glucose, les 100^{cc} (c'est-à-dire 5 grammes de sucre) renferment $\frac{0.048 \times 100}{11} = x$ glucose.

Et 1 gramme de sucre $\frac{x}{5} = A$ glucose;

2^o Prendre 20^{cc} de la liqueur précédente (soit 1 gramme de sucre), y ajouter 30^{cc} d'eau distillée, intervertir avec 5^{cc} HCl, laisser refroidir et compléter le volume de 200^{cc}, doser le sucre réducteur avec la liqueur cuivrique.

Soit 9^o5 de liqueur sucrée nécessaire pour réduire 10^{cc} de liqueur cuivrique.

Ces 9^o5 représentent 0^o05 de sucre interverti; 200^{cc}, soit 1 gr. de sucre représenteront $\frac{0.05 \times 200}{9.5} = B$.

Cette 2^o opération représentera le sucre total.

Table XXVII, extrait de l'ouvrage de König (Die menschlichen Nahrungs-und-Genussmittel).
Dosage du sucre de lait (ébullition 6 minutes).

Cu mg.	Lactose mg.																						
100	71.6	111	79.8	122	87.9	133	96.1	144	104.3	155	112.6	166	120.9	177	129.2	188	137.5	199	145.8	210	154.1	221	162.4
101	72.4	112	80.5	123	88.7	134	96.9	145	105.1	156	113.4	167	121.7	178	129.9	189	138.1	200	146.3	211	154.5	222	162.7
102	73.1	113	81.3	124	89.4	135	97.6	146	105.8	157	114.1	168	122.4	179	130.6	190	139.8	201	148.0	212	156.2	223	164.5
103	73.8	114	82.0	125	90.1	136	98.3	147	106.6	158	114.9	169	123.2	180	132.3	191	141.5	202	149.7	213	157.9	224	165.9
104	74.6	115	82.7	126	90.9	137	99.1	148	107.3	159	115.6	170	123.9	181	134.0	192	143.2	203	151.9	214	160.6	225	168.1
105	75.3	116	83.5	127	91.6	138	99.8	149	108.1	160	116.4	171	124.7	182	135.7	193	145.5	204	154.8	215	163.0	226	170.6
106	76.1	117	84.2	128	92.4	139	100.5	150	108.8	161	117.1	172	125.5	183	137.0	194	147.8	205	157.0	216	165.3	227	173.0
107	76.8	118	85.0	129	93.1	140	101.3	151	109.6	162	117.9	173	126.2	184	138.2	195	149.0	206	158.9	217	167.5	228	175.3
108	77.6	119	85.7	130	93.8	141	102.0	152	110.3	163	118.6	200	146.9	185	140.5	196	150.7	207	160.6	218	169.8	229	177.6
109	78.3	120	86.4	131	94.6	142	102.8	153	111.1	164	119.4	250	184.8	186	141.8	197	152.0	208	162.7	219	171.9	230	180.0
110	79.0	121	87.2	132	95.3	143	103.5	154	111.9	165	120.2	255	188.7	187	143.1	198	153.3	209	164.8	220	174.0	231	183.3

Table XXVIII.

Dosage du Maltose (ébullition 4 minutes).

Cu mg.	Lactose mg.	Cu mg.	Lactose mg.	Cu mg.	Lactose mg.	Cu mg.	Lactose mg.	Cu mg.	Lactose mg.	Cu mg.	Lactose mg.	Cu mg.	Lactose mg.	Cu mg.	Lactose mg.
30	25.3	70	60.1	130	413.4	170	149.4	210	185.0	250	220.8	290	256.6		
35	29.6	75	64.5	135	417.9	175	153.8	215	189.5	255	225.3	295	261.1		
40	33.9	80	68.9	140	422.4	180	158.3	220	193.9	260	229.8	300	265.5		
45	38.3	100	86.6	145	426.9	185	162.7	225	198.4	265	234.3				
50	42.6	110	95.5	150	431.4	190	167.2	230	202.9	270	238.8				
55	47.0	115	99.9	155	435.9	195	171.1	235	207.4	275	243.3				
60	51.3	120	104.4	160	440.4	200	176.1	240	211.8	280	247.8				
65	55.7	125	108.9	165	444.9	205	180.5	245	216.3	285	252.2				

Le sucre total étant B et le sucre réducteur A, $B - A = C$. C sucre interverti produit par l'intervention de saccharose.

Or 95 parties de saccharose fournissant par intervention 100 parties de sucre interverti, en multipliant la différence C par 0.95 on aura le saccharose contenu dans 1 gramme de sucre essayé.

2° *Méthode directe par polarisation* (Pieraerts). — Soit à doser le glucose dans du sucre raffiné ou dans du sirop de sucre.

Dix grammes de substances exactement pesés, sont dissous dans 50^{cc} d'eau distillée tiède (40° à 50°). Après dissolution complète on transpose dans un ballon jaugé de 100^{cc}, on rince, on laisse refroidir, on porte au trait à l'aide d'eau distillée froide, on agite pour rendre le mélange homogène et on filtre. Désignons par A la solution ainsi obtenue.

Pour procéder à la lecture directe, on prend 25^{cc} de A, on les met dans une fiole jaugée de 50^{cc}, on y ajoute quelques centimètres cubes d'hydrate d'alumine et deux gouttes d'ammoniaque concentrée, destinée à détruire la birotation, on porte à 50^{cc}, on filtre et on polarise dans le tube de deux décimètres.

Verser 50^{cc} de A dans un petit ballon à fond rond, d'une capacité d'un quart de litre, on les additionne de 10 centimètres cubes d'une solution fraîchement préparée d'acide citrique à 20 %, et on adapte à un reflux vertical à boules (réfrigérant de Schiff). Le ballon est vivement chauffé sur toile métallique, tout en étant continuellement agité de façon à porter le mélange *le plus rapidement possible* à l'ébullition; celle-ci est maintenue pendant 8 minutes *très exactement*; après quoi on refroidit énergiquement, on verse la solution hydrolysée dans un matras jaugé de 100^{cc}. Le ballon est rincé à plusieurs reprises par très peu d'eau distillée, afin d'éviter toute perte de sucre, puis on défèque le cas échéant (v. p. 255), et on complète jusqu'au trait de jauge. Le liquide résultant de ces diverses manipulations est, après agitation et filtration préalables, polarisé dans le tube de 2 décimètres.

Connaissant les valeurs (exprimées en degrés d'arc) des déviations imprimées au plan primitif de polarisation par une même solution, avant et après son inversion, il sera facile, en établissant un système d'équations du 1^{er} degré à deux inconnues, de calculer les quantités relatives de glucose et de saccharose qui s'y trouvent. A cet effet, désignons par :

α = la lecture polarimétrique directe.

α' = — — — de la solution hydrolysée.

$\alpha - \alpha'$ = la différence *algébrique* des deux lectures.

x = la quantité de saccharose contenue dans 100^{cc} de la solution polarisée.

y = la quantité de glucose — — —

66.5 = le pouvoir rotatoire spécifique (α_{D20}) du saccharose.

52.74 = — — — (α_{D20}) du glucose.

— 20.02 = — — — (α_{D20}) du sucre interverti.

Il en résulte :

$$2 \frac{66.5}{100} x + 2 \frac{52.74}{100} y = \alpha$$

$$- 2 \frac{20.02}{95} x + 2 \frac{52.74}{100} y = \alpha'$$

La résolution de ces deux équations fournit :

$$x = 0.5709615 (\alpha - \alpha')$$

$$y = 0.948047 (\alpha - 0.71992665 (\alpha - \alpha')).$$

Les valeurs connues d' x et d' y , multipliées par 20, donnent respectivement les doses de saccharose et de glucose contenues dans 100 grammes du produit soumis à l'analyse.

Remarque : 1° Il importe que les observations polarimétriques, surtout celle des solutions interverties, se fassent à 20°; sans quoi on s'expose à des erreurs sérieuses, dues aux variations profondes que la température fait subir, à la valeur du pouvoir rotatoire spécifique du sucre interverti. Si pour une raison quelconque on se trouvait dans l'obligation de devoir travailler à une température autre que 20°, il suffirait de consulter la Table XXIX, puis de calculer en se servant de la formule générale $\alpha_D = \frac{A \times 100}{l \times p}$ (Voir p. 226) le pouvoir rotatoire spécifique du sucre interverti pour la température à laquelle on a opéré, ou à la page 227 pour avoir les valeurs de ce pouvoir rotatoire suivant les températures.

Table XXIX.

Température d'observation (Degrés centigrades).	Valeur du degré d'arc en sucre interverti (tube de 200 ^{mm}).
16°	2,35728 gr.
17°	2,40572 —
18°	2,42464 —
19°	2,46015 —
20°	2,49750 —
21°	2,53627 —
22°	2,57665 —
23°	2,63768 —
24°	2,66288 —
25°	2,70885 —

2° Si l'on fait usage d'un saccharimètre allemand (poids normal 26^g048) ou d'un saccharimètre français (poids normal 15^g29), les deux équations libellées ci-dessus conviennent parfaitement, à la condition toutefois de transformer, au préalable, les déviations saccharimétriques lues en degrés d'arc (voir pages 240 et 255).

3° *Méthode mixte.* Dans une première opération, doser le poids de sucre réducteur avec la liqueur cuivrique. Soit p ce poids.

Dans une deuxième opération, déterminer la déviation polarimétrique totale : soit A.

Connaissant p on peut calculer la déviation correspondante A' à ce poids par la formule

$$\frac{\alpha \text{ } l p}{V} = A'.$$

Si alors on retranche A' de A, on aura la déviation produite par le saccharose seul et par suite le poids de sucre par litre, en se rapportant à son coefficient (Voir page 254).

C) SACCHAROMÉTRIE OU GLYCOMÉTRIE.

La saccharométrie ou glycométrie a pour but de déterminer la richesse saccharine d'un liquide sucré (sirop-moût) d'après sa densité.

La formule suivante, due à Dubrunfaut, permet de calculer la quantité en poids de sucre pur, contenue dans un liquide dont on connaît la densité :

$$x = \frac{(D - 1,000) \times 1000}{1,595 - 1000} \times 1595.$$

D est la densité du liquide fournie par le densimètre ;

x est le poids de sucre contenu dans 1 litre de ce liquide ;

1,595 est la densité du sucre pur, celle de l'eau étant 1000.

Ainsi un liquide, dont la densité est 1047, contient par litre :

$$1595 \times \frac{(1047 - 1000) \times 1000}{1595 - 1000} = \frac{47000}{595} \times 1595 = 124^{\text{e}}71$$

Pour les moûts, on retranche 30 grammes du sucre trouvé par le calcul (Voir Vins de luxe).

On détermine la densité au moyen de divers appareils qui sont :

1° Le flacon (Picnomètre. Voir Documents physico-chimiques) ;

2° La balance aréothermique id.

3° L'aréomètre Baumé (Voir Densimétrie) gradué à + 15° par Salleron.

Connaissant le degré Baumé à + 15°, on passe de ce degré à la densité puis au poids de sucre, par la Table XXX.

Table XXX.

Quantités de sucre indiquées par les aréomètres Baumé dans les solutions à + 15°.

Degrés Baumé-Salleron	DENSITÉS absolues Poids du litre dans le vide. (1)	POIDS DU SUCRE dans 100 grammes de liquide.	POIDS DU SUCRE dans un litre d'eau sucrée.	POIDS DE L'EAU dans un litre d'eau sucrée. (2)
	0.13	999.125	0	0	999.125
0	1000.0	0.24	2.35	997.65
0.5	1003.4	1.14	11.45	991.95
1.0	1006.9	2.07	20.83	986.07
1.5	1010.4	2.99	31.21	980.19
2.0	1014.0	3.93	39.86	974.14
2.5	1017.6	4.86	49.50	968.10
3.0	1021.2	5.79	59.15	962.05
3.5	1024.8	6.71	68.79	956.01
4.0	1028.5	7.65	78.71	949.79
4.5	1032.1	8.56	88.35	943.75
5.0	1035.9	9.51	98.53	937.37
5.5	1039.5	10.40	108.18	931.32
6.0	1043.4	11.37	118.63	924.77
6.5	1047.1	12.28	128.54	918.57
7.0	1051.0	13.22	138.99	912.01
7.5	1054.7	14.12	148.91	905.79
8.0	1058.7	15.08	159.63	899.07
8.5	1062.5	15.98	169.81	892.69
9.0	1066.5	16.92	180.52	885.68
9.5	1070.3	17.81	190.71	879.59
10.0	1074.4	18.77	201.69	872.71
10.5	1078.4	19.69	212.41	865.99
11.0	1082.5	20.63	223.39	859.11
11.5	1086.5	21.54	234.11	852.39
12.0	1090.7	22.49	245.37	845.33
12.5	1094.7	23.39	256.08	838.62
13.0	1099.0	24.35	267.60	831.40
13.5	1103.1	25.25	278.59	824.51
14.0	1107.4	26.19	290.11	817.29
14.5	1111.6	27.11	301.36	810.24
15.0	1116.0	28.06	313.15	802.85
15.5	1120.2	28.96	324.41	795.79
16.0	1124.7	29.91	336.46	788.24
16.5	1129.0	30.82	347.99	781.01
17.0	1133.5	31.76	360.04	773.46
17.5	1137.9	32.67	371.83	766.07
18.0	1142.5	33.62	384.16	758.34
18.5	1146.9	34.52	395.95	750.95
19.0	1151.6	35.48	408.54	743.06
19.5	1156.1	36.38	420.60	745.50
20.0	1160.8	37.32	433.19	727.61
35.4	1326.0	66.04	875.82	750.18

(1) Ces densités sont absolues, c'est-à-dire qu'elles se rapportent au poids de un litre d'eau distillée à + 4°, la pesée étant faite dans le vide. Par conséquent elles indiquent exactement le poids de 1 litre de solution sucrée à + 15° pesée dans le vide.

(2) Le poids de l'eau n'indique pas ici son volume, car les solutions sucrées subissent une contraction plus ou moins forte, lors de la dissolution du sucre.

Le *densimètre* (voir densimétrie), c'est l'instrument le plus précis que l'on puisse employer, car il donne la *densité*, c'est-à-dire le poids de l'unité de volume.

La régie a construit un densimètre gradué de 1 à 1000 (ce dernier chiffre, étant le poids de un litre d'eau distillée à + 4° centigrades et dans le vide), on nomme degré-régie les chiffres du densimètre qui se trouvent à gauche de la virgule du nombre exprimant le poids de l'hectolitre, et supprimant le chiffre des centaines, les chiffres de droite de la virgule sont alors des dixièmes.

Ainsi une densité de 10504 sera lue : 5.04 degrés régie; ces degrés ne concordent pas avec la teneur en sucre des liqueurs sucrées, il faut pour cela se servir de Tables de concordance spéciales.

Il n'en n'est pas de même des indications du densimètre qui peuvent servir à déterminer approximativement la proportion de sucre en grammes par litre de solution.

La Table XXXI, empruntée à l'ouvrage de M. Sébastian (Guide pratique du fabricant d'alcools et du distillateur liquoriste), fournit le poids de sucre d'après la densité des solutions.

Les chiffres de la Table sont établis pour un liquide ayant une température de + 15°, le poids du litre est indiqué par le densimètre, marquant 1000 d'ans l'eau distillée à + 4° et pesée dans le vide. (Voir densimétrie).

Lorsqu'on a un densimètre marquant 1000 dans l'eau distillée à + 15°, il faut, pour se servir de la Table, multiplier la densité indiquée sur l'appareil par 0.999125 et chercher le chiffre de densité absolue trouvée dans la colonne des densités.

Pratiquement si le densimètre marque 1000 dans l'eau distillée à + 15°, on déduit 1 millième de la densité trouvée par l'appareil et on cherche le chiffre corrigé dans la colonne des densités.

Lorsque la température du liquide n'est pas de + 15°, il y a lieu de faire une correction pour ramener la température à ce degré, au moyen du tableau XXXII.

Ainsi si le densimètre marque 1050 dans un liquide à + 21°, on voit que cette densité est comprise entre 1041 et 1055, et que dans la colonne 20° à 25° sur la ligne qui correspond à ces densités, on trouve le chiffre 0.28 et 0.25 pour 15° et 20°.

De 15 à 20 il y a 5° à 0,23° = 1.15, et de 20° à 21° il y a 1 degré à 0.28, il faut donc ajouter 1.15 + 0.28 = 1.43.

Soit densité vraie à + 15° = 1051.4.

Table XXXI.

Poids du sucre contenu dans les solutions sucrées à + 15°. (La densité indique le poids exact du litre, pesé dans le vide, à + 15°)

(D'après Sebastian).

DENSITÉS absolues au densimètre.	SUCRE par litre en grammes.	DENSITÉS absolues au densimètre.	SUCRE par litre en grammes.	DENSITÉS absolues au densimètre.	SUCRE par litres en grammes.	DENSITÉS absolues au densimètre.	SUCRE par litre en grammes.
999.125	0	1046	125.593	1093	251.327	1140	377.458
1000	2.345	1047	128.275	1094	254.206	1141	380.137
1001	5.024	1048	130.955	1095	256.886	1142	382.817
1002	7.703	1049	133.634	1096	259.565	1143	385.496
1003	10.383	1050	136.314	1097	262.245	1144	388.176
1004	13.062	1051	138.993	1098	264.924	1145	390.855
1005	15.742	1052	141.672	1099	267.603	1146	393.534
1006	18.421	1053	144.352	1100	270.283	1147	396.214
1007	21.100	1054	147.031	1101	272.962	1148	398.893
1008	23.780	1055	149.711	1102	275.641	1149	401.572
1009	26.459	1056	152.390	1103	278.321	1150	404.252
1010	29.138	1057	155.069	1104	281.000	1151	406.931
1011	31.819	1058	157.749	1105	283.680	1152	409.611
1012	34.497	1059	160.428	1106	286.359	1153	412.290
1013	37.176	1060	163.107	1107	289.038	1154	414.969
1014	39.856	1061	165.782	1108	291.718	1155	417.649
1015	42.535	1062	168.466	1109	294.397	1156	420.328
1016	45.215	1063	171.146	1110	297.077	1157	423.007
1017	47.894	1064	173.825	1111	299.756	1158	425.687
1018	50.573	1065	176.504	1112	302.435	1159	428.366
1019	53.253	1066	179.184	1113	305.115	1160	431.046
1020	55.932	1067	181.863	1114	307.794	1170	437.839
1021	58.612	1068	184.542	1115	310.473	1180	484.633
1022	61.291	1069	187.222	1116	313.153	1190	511.427
1023	63.970	1070	189.901	1117	315.832	1200	538.221
1024	66.650	1071	192.581	1118	318.512	1210	565.015
1025	69.329	1072	195.260	1119	321.191	1220	591.809
1026	72.008	1073	197.939	1120	323.870	1230	618.602
1027	74.688	1074	200.619	1121	326.550	1240	645.396
1028	77.367	1075	203.298	1122	329.229	1250	672.190
1029	80.047	1076	205.978	1123	331.908	1260	698.984
1030	82.726	1077	208.657	1124	334.588	1270	725.778
1031	85.405	1078	211.336	1125	337.267	1280	752.581
1032	88.085	1079	214.016	1126	339.947	1290	779.365
1033	90.764	1080	216.695	1127	342.626	1300	806.159
1034	93.443	1081	219.374	1128	345.304	1310	832.953
1035	96.123	1082	222.054	1129	347.985	1320	859.747
1036	98.802	1083	224.733	1130	350.664	1325	873.144
1037	101.482	1084	227.413	1131	353.344	1325	875.823
1038	104.161	1085	230.092	1132	356.023	1327	878.502
1039	106.840	1086	232.771	1133	358.702	1328	881.181
1040	109.520	1087	235.451	1134	361.382	1329	883.860
1041	112.199	1088	238.130	1135	374.061	1330	886.539
1042	114.879	1089	240.809	1136	366.740	1335	899.935
1043	117.558	1090	243.489	1137	369.420	1340	913.331
1044	120.237	1091	246.168	1138	372.099		
1045	122.917	1092	248.848	1139	374.779		

Table XXXII.

DENSITÉ trouvée.	TEMPÉRATURES.			
	à déduire. de 10 à 15	de 15 à 20° à ajouter.	de 20 à 25° à ajouter.	de 25 à 30° à ajouter.
999 à 125	0.12	0.18	0.23	0.28
1000 à 1025	0.13	0.19	0.24	0.29
1014 à 1028	0.14	0.20	0.25	0.30
1028 à 1041	0.16	0.22	0.27	0.32
1041 à 1055	0.17	0.23	0.28	0.33
1055 à 1069	0.18	0.24	0.29	0.34
1069 à 1083	0.20	0.26	0.31	0.36
1083 à 1099	0.21	0.27	0.32	0.37
1099 à 1114	0.22	0.28	0.33	0.38
1114 à 1130	0.24	0.30	0.35	0.40
1130 à 1145	0.25	0.31	0.36	0.41
1145 à 1161	0.26	0.32	0.37	0.42

Saccharomètre de Balling (1). — Cet aréomètre, très employé dans l'industrie, indique non pas la densité du liquide sucré dans lequel on le plonge, mais la teneur en sucre pour 100 parties en poids du liquide. Si, par exemple, l'appareil flotte jusqu'au trait 10.8, c'est que 100 grammes de ce liquide contiennent 10⁸.8 de sucre.

Cet appareil est gradué pour la température de 17°5.

La correction de température à faire subir aux degrés Balling, lorsque la température est différente de 17°5, est donnée par la Table XXXIII.

Table XXXIII.

Température observée.	Correction.	Température observée.	Correction.	Température observée.	Correction.
4	— 0.4	12	— 0.1	19	+ 0.3
5	— 0.4	13	— 0.1	20	+ 0.3
6	— 0.4	14	— 0	20 1/2	+ 0.4
6 1/2	— 0.3	15	— 0.0	21	+ 0.4
7	— 0.3	15 1/2	+ 0.1	22	+ 0.4
9	— 0.3	16	+ 0.1	22 1/2	+ 0.5
9	— 0.2	17	+ 0.1	23	+ 0.5
10	— 0.2	17 1/2	+ 0.2	24	+ 0.6
11	— 0.2	18	+ 0.2		
11 1/2	— 0.1	18 1/2	+ 0.3		

(1) Pour la densité à déduire des indications de ce saccharomètre, voir documents physico-chimiques (Densités).

Le signe + montre que la correction indiquée doit être ajoutée au degré saccharométrique observé lorsque la température d'observation est supérieure à 17°5, et le signe — qu'on doit retrancher le nombre de la colonne lorsque la température est inférieure à 17°5.

Au moyen de la Table XXXIV, on pourra passer des indications du saccharomètre Balling à celles de Baumé et du densimètre.

Table XXXIV.

Comparaison entre les degrés Baumé, la Densité et les degrés Balling.
(1° Baumé = 1°8 Balling; 1° Balling = 0°56 Baumé). Pour transformer les Balling en Baumé, voir Table suivante.

Degrés BAUMÉ	DENSITÉS relatives.	Degrés BALLING.	Degrés BAUMÉ.	DENSITÉS relatives.	Degrés BALLING.
0.13	0.999	1.8	18.0	1.143	43.9
0.0	1.000	3.7	19.0	1.152	45.8
0.5	1.003	5.5	20.0	1.161	47.7
1.0	1.007	7.2	21.0	1.171	49.6
1.5	1.010	9.0	22.0	1.180	51.5
2.0	1.015	10.8	23.0	1.190	53.5
2.5	1.018	12.6	24.0	1.200	55.4
3.0	1.022	14.5	25.0	1.210	57.3
3.5	1.025	16.2	26.0	1.220	59.3
4.0	1.028	18.0	27.0	1.231	61.2
4.5	1.032	19.8	28.0	1.241	63.2
5.0	1.036	21.7	29.0	1.252	65.2
5.5	1.040	23.5	30.0	1.263	67.1
6.0	1.043	25.3	31.0	1.274	68.9
6.5	1.047	27.2	32.0	1.286	70.8
7.0	1.051	29.0	33.0	1.297	72.7
7.5	1.055	30.8	34.0	1.309	74.5
8.0	1.059	32.7	35.0	1.321	76.4
8.5	1.063	34.6	36.0	1.333	78.2
9.0	1.067	36.4	37.0	1.344	80.1
9.5	1.070	38.3	38.0	1.356	82.0
0.0	1.074	40.1	39.0	1.368	83.8
11.0	1.082	42.0	40.0	1.380	85.7
12.0	1.091		41.0	1.392	
13.0	1.099		42.0	1.404	
14.0	1.107		43.0	1.417	
15.0	1.116		44.0	1.429	
16.0	1.125		45.0	1.442	
17.0	1.134		46.0	1.455	

Pour la correction de température du degré Baumé, voir Documents physico-chimiques : Aréomètre Baumé.

Pour la correction de température du degré Balling, voir Table XXXIII.

On dira par exemple que le liquide qui marque 10°8 Balling, a une densité de 1043 (correspondant à 4°30 degrés-régie) et marquerait 6° Baumé. (Voir Densités, Documents physico-chimiques).

Saccharomètre de Brix. — Il est très voisin du saccharomètre Balling. Comme ce dernier, il indique le taux de sucre

Table XXXV.

Conversion des taux de sucre pour 100, ou degrés Brix ou Balling en degrés Baumé et en densités à 17°5.

Brix ou Balling.	Baumé plus lourds.	Densités.	Brix ou Balling.	Baumé plus lourds.	Densités.
0	0	1.0000	57	30.82	1.2724
2	1.11	1.0078	58	31.34	1.2782
4	2.23	1.0157	59	31.85	1.2840
6	3.34	1.0237	60	32.36	1.2899
8	4.45	1.0319	61	32.89	1.2958
10	5.56	1.0401	62	33.38	1.3018
12	6.66	1.0485	63	33.89	1.3078
14	7.77	1.0570	64	34.40	1.3138
16	8.87	1.0657	65	34.90	1.3199
18	9.97	1.0744	66	35.40	1.3260
20	11.07	1.0833	67	35.90	1.3322
22	12.17	1.0923	68	36.41	1.3384
24	13.26	1.1015	69	36.91	1.3446
26	14.35	1.1107	70	37.40	1.3509
28	15.44	1.1201	71	39.90	1.3572
30	16.53	1.1297	72	38.39	1.3636
32	17.61	1.1393	73	38.89	1.3700
34	18.69	1.1491	74	39.38	1.3764
35	19.23	1.1541	75	39.87	1.3829
36	19.71	1.1591	76	40.36	1.3894
37	20.30	1.1641	77	40.84	1.3959
38	20.84	1.1692	78	41.33	1.4025
39	21.37	1.1743	79	41.81	1.4092
40	21.91	1.1794	80	42.29	1.4159
41	22.44	1.1846	81	42.78	1.4226
42	22.97	1.1898	82	43.25	1.4293
43	23.50	1.1950	83	43.73	1.4361
44	24.03	1.2003	84	44.21	1.4430
45	24.56	1.2056	85	44.68	1.4499
46	25.09	1.2110	86	45.15	1.4568
47	25.62	1.2164	87	45.62	1.4638
48	26.14	1.2218	88	46.09	1.4708
49	26.67	1.2278	89	46.56	1.4778
50	27.19	1.2328	90	48.02	1.4849
51	27.71	1.2383	92	49.95	1.4992
52	28.24	1.2439	94	48.86	1.5136
53	28.75	1.2495	96	49.77	1.5281
54	29.27	1.2552	98	50.67	1.5429
55	29.79	1.2609	100	51.56	1.5578
56	30.31	1.2666			

pour cent de solution. La Table XXXV permet de transformer ses indications en Baumé et en densité.

Le Brix et le Balling étant identiques, la Table précédente permet de passer non seulement du Brix au Baumé, mais encore du Balling au Baumé et aux densités.

Le saccharomètre Vivien et le saccharomètre Dupont, utilisés souvent en France, donnent le premier le tant pour cent de sucre pour 100° de solution; le second pour 100 grammes de solution. Ils sont gradués tous deux à + 15°, le 0 de l'échelle étant le point jusqu'où l'instrument s'enfonce dans l'eau distillée à + 4° centig.

On ramène les indications des densités à + 15° (sauf pour le Brix et le Balling, qui sont gradués pour 17°5, au moyen de la table de Dupont. (Voir Densités, Documents physico-chimiques.)

Nous empruntons à M. Sébastien (l. c.) les problèmes suivants, d'un usage courant :

PROBLÈME n° 1. — Combien y a-t-il de sucre ($D = 1595$) dans 100 litres de sirop à 1155.

R. — Chaque litre de sucre employé pesant 1595 grammes a donné un excédent de :

$$1595 - 1155 = 440 \text{ grammes.}$$

sur la densité cherchée; par contre, chaque litre d'eau a donné un manquant de :

$$1155 - 1000 (1) = 55 \text{ grammes.}$$

Conséquemment, il a fallu employer d'une part 440 et d'autre part 155 pour que le sirop soit au degré de concentration voulu.

$$440 + 155 = 595.$$

Donc, pour faire 595 litres de sirop, on aurait employé 155 litres de sucre : pour 1 litre on en aurait pris 595 fois moins et on en a employé 100 fois pour faire 100 litres.

$$\frac{155 \times 100}{595} = 26.05$$

$$26.05 \times 1595 = 41.54$$

nous trouvons ainsi 26 litres 05 de sucre, soit $26.05 \times 1595 = 41^{\text{r}}54^{\text{r}}$, puisque 1 litre pèse 1595 grammes.

Le volume de l'eau est alors de

$$100 - 26.05 = 73.95.$$

La quantité de sucre contenue dans 100 litres de sirop est égale au produit de 266 grammes par la densité de ce sirop diminuée de 1000 grammes, ou bien est égale à autant de fois 2^r680 que le densimètre plongé dans le sirop accuse de degrés. La solution du problème précité peut donc être obtenue ainsi :

$$268^{\text{r}} \times 155 = 41.54.$$

(1) Nous prenons la densité 1000 de Gay-Lussac.

PROBLÈME n° 2. — Quelle quantité de sirop de densité 1300 peut-on faire avec 100 kilogr. de sucre ?

R. — Pratiquement, ces 100 kilogr. n'en valent que 98, car il y a une perte de 2 % (écumage, filtration) pendant la préparation ; ils représentent donc un volume de :

$$\frac{98.000}{1595} = 61 \text{ litres } 44.$$

Densité absolue 1595, moins la densité du liquide donnée par le densimètre 1300 égale 295.

1300 (densité donnée par le densimètre), moins 1000 (base de la graduation du densimètre), égale 300.

$$\begin{aligned} 295 + 300 &= 595 \\ \frac{595 \times 61.44}{300} &= 121.85 \end{aligned}$$

avec 61 litres 44 de sucre ou 98 kilogr., on obtiendra 121 litres 85 de sirop densité 1300.

Autre solution. — Chaque degré du densimètre équivaut à 2^o680 de sucre ; un sirop de densité 1300 doit contenir

$$300 \times 2680 = 80^{\circ}40.$$

Il faudrait alors employer dans la pratique

$$80.400 + \frac{80.400 \times 2}{100} = 82^{\circ}008.$$

Avec 100 kilogr. on pourra donc faire

$$\frac{100.000}{82.008} = 121 \text{ litres } 93.$$

PROBLÈME n° 3. — Combien faut-il employer de glucose densité 1296 pour faire 150 litres de sirop densité 1150 ?

$$1296 - 1150 = 146$$

$$1150 - 1000 = 150$$

$$\frac{150}{296}$$

$$\frac{150 \times 150}{296} = 76.00.$$

Pour faire 296 litres de sirop il faudrait employer 150 litres de glucose ; pour en faire 150, il n'en faudra que 76 litres.

PROBLÈME n° 4. — On a 100 litres de sirop à 1330. Combien faudra-t-il ajouter d'eau pour les réduire à 1200 et quel sera le volume obtenu ?

$$1330 - 1200 = 130$$

$$1200 - 1000 = 200$$

$$\frac{130 \times 100}{200} = 65.00.$$

Pour réduire 200 litres du sirop D = 1330 à la densité 1200, il faudrait ajouter 130 litres d'eau ; pour 100 litres, il ne faudra donc employer que 65 litres. Le volume total deviendra alors :

$$100 + 65.00 = 165.00.$$

Autre solution. — Nous admettons que chaque degré du densimètre représente un gain de 2^o680, il y aura donc

$$2.680 \times 330 = 88^{\circ}440$$

de sucre dans cent litres de sirop de densité 1330.

Dans un litre à 1200, il y aura

$$2.680 \times 200 = 536 \text{ grammes.}$$

par conséquent, les 100 litres à $D = 1200$ donneront

$$\frac{88^{\text{a}}440}{0.5360} = 165 \text{ litres.}$$

du sirop cherché en ajoutant $165 - 100 = 65$ litres d'eau.

PROBLÈME n° 5. — On désire remonter à $D = 1300$ cent litres de sirop $D = 1158$. Combien faut-il employer de sucre et quel sera le volume total du sirop obtenu ?

$$1595 - 1300 = 295$$

$$1300 - 1150 = 150$$

$$\frac{150 \times 160}{295} = 50.84$$

$$50.04 \times 1595 = 81^{\text{a}}089.$$

En opérant à chaud, avec perte de 2 %, il faudra employer

$$81.089 + \frac{81.089 \times 2}{100} = 82^{\text{a}}710$$

et le volume sera :

$$100 + 50.84 = 150.84.$$

La solution de ces cinq problèmes peut encore être trouvée à l'aide des formules suivantes :

1^{er} Problème :

$$P = V \times (D - 100) \times 2.680.$$

2^e Problème :

$$V' = \frac{P \times 0.3769}{D' - 1000}$$

3^e Problème :

$$V = \frac{V' \times (D' - 1000)}{D - 1000}$$

4^e Problème :

$$v = \frac{V \times (D - D')}{D' - 1000}$$

5^e Problème :

$$P = \frac{V \times (D' - D) \times 1595}{1595 - D'}$$

P = Poids du sucre contenu dans le sirop.

D = Densité du sirop employé.

D' = Densité du sirop à obtenir.

V' = Volume du sirop à obtenir.

v = Volume de l'eau qu'il faut ajouter pour réduire.

p = Poids du sucre à ajouter pour remonter.

PROBLÈME n° 6. — On emploie 25 % en volume d'une conserve de framboises $D = 1050$; combien faudra-t-il ajouter de sucre pour faire 100 litres de sirop $D = 1330$?

$$\text{Les 100 litres devront peser. . . } 100 \times 1330 = 133^{\text{a}}00$$

$$\text{La conserve nous donne . . . } 25 \times 1050 = 26,25$$

$$\text{et le restant, soit : } \frac{106.75}{75} \text{ litres} = 106^{\text{a}}75$$

par conséquent, 1 litre de ces 75 litres devra peser :

$$\frac{106.75}{75} = 1423 \text{ grammes.}$$

Cherchons maintenant combien il faut employer de sucre pour obtenir 75 litres de sirop à 1423. Le problème n° 1 nous montre que ces 75 litres devront renfermer :

$$1423 - 1000 = 423$$

$$\frac{423 \times 268.0 \times 70}{100} = 79^{\text{a}}354.$$

Il en faudra donc employer :

$$79.354 + \frac{79.354 \times 2}{100} = 80^{\text{a}}941.$$

II. *Matières sucrées.*

Les matières sucrées alimentaires peuvent se diviser en deux groupes :

1° *Les sucres proprement dits* (sucres bruts, sucre raffiné, sucs et jus de fruits, miel);

2° *Les confiseries.*

A) **SUCRES PROPREMENT DITS.**

1° **Essai d'un sucre brut.**

DÉTERMINATION DE LA RICHESSE EN SUCRE PUR.

A) *Saccharose brut.* — Sur un trébuchet sensible à 5 milligrammes, on pèse une quantité de sucre correspondant à la prise d'essai du saccharimètre, soit 16^m29 (pour les saccharimètres français) 26^m048 (pour les saccharimètres allemands).

Le sucre est placé sur une petite feuille d'aluminium incurvée, et, après pesée, il est versé directement dans un ballon jaugé de 100 centimètres cubes, au moyen d'un entonnoir en maillechort. Le filet d'eau d'une fiole à jet ou pissette entraîne le sucre dans le ballon et rince en même temps l'entonnoir. Puis on ajoute de l'eau dans le flacon, de manière à le remplir aux trois quarts environ et on l'agite pour dissoudre le sucre.

Quand le sucre est complètement dissous on l'additionne de quelques gouttes de sous-acétate de plomb (1 centimètre cube), selon la couleur plus ou moins foncée de la solution. On verse ensuite de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge en s'aidant au besoin d'un compte-gouttes. Si des bulles d'air gênent l'opération, on les fait disparaître avec une goutte d'éther sulfurique.

On agite vivement le liquide troublé sous l'influence du réactif plombique et, après l'avoir rendu homogène, on filtre. Le liquide clair est alors observé au saccharimètre Soleil ou au polarimètre Laurent, en se servant de la graduation saccharimétrique (1) et d'un tube de 20 centimètres de longueur. (Voir aussi inversion, page 293).

(1) Le nombre de degrés lu donne immédiatement en centièmes le titre du sucre brut en sucre pur (sucre cristallisable).

Titre commercial. — Pour avoir le *titre commercial* d'un sucre, il faut diminuer le nombre obtenu au saccharimètre :

α) Du poids des cendres affecté du coefficient 4 ;

β) Du poids du glucose affecté du coefficient 2.

On détermine la teneur en *eau* et en *cendres* par la dessiccation et la calcination de 5 grammes de sucre rigoureusement pesés. Le poids du *glucose* se détermine par réduction (2).

Exemple : Soit un sucre donnant au saccharimètre 88 et contenant 2^{''}60 de glucose, 1^{''}71 de cendres, 3^{''}2 d'eau.

On retranche du poids des cendres 1^{''}71 le dixième de ce poids, soit 0.17, et on obtient pour les cendres le chiffre conventionnel :

$$1.71 - 0.17 = 1.54$$

On retranche ce poids du titre polarimétrique 88

$$1.54 \times 4 = 6.16$$

et le poids du glucose

$$2.60 \times 2 = 5.20$$

Le *rendement présumé* sera donc :

$$88 - (6.16 + 5.20) = 76.64$$

et on établira le bulletin d'analyse de la manière suivante :

Sucre cristallisable (saccharose) ...	90.00 %
Sucre incristallisable (glucose).....	2.60 —
Cendres	1.71 —
Eau	3.20 —
Inconnu (par différence).....	2.49 —
Total.....	100.00

Rendement : 76.64.

Inversion (Clerget-Landolt). — Le dosage du saccharose dans le sucre brut par l'observation saccharimétrique ne peut donner des résultats exacts que lorsque la liqueur sucrée, observée au saccharimètre, ne renferme, outre le sucre, aucune matière agissant sur la lumière polarisée.

Pour doser la quantité exacte de saccharose pur contenue dans les saccharoses bruts on emploie la méthode dite de *l'inversion optique*, qui repose sur le fait constaté par Clerget, que lorsqu'on intervertit le sucre de canne au moyen d'acide chlorhydrique, la solution de sucre intervertit

(2) A cet effet, placer dans une burette graduée la solution sucrée qui reste du dosage optique et la verser peu à peu dans 5 cc. de liqueur de Fehling, correspondant à x de glucose.

Soit N cc. de liqueur sucrée nécessaires pour réduire les 5 cc. de liqueur Fehling, On aura pour 100 grammes de sucre essayé

$$\frac{x \times 10.000}{N \times 16.29}$$

de glucose.

qui en résulte dévie à gauche le plan de la lumière polarisée, et que si la solution normale indiquait 100° à droite avant inversion, la solution invertie indique 44° à gauche (les expériences de Landolt ont fixé 42°4 au lieu de 44) à la température de 0°; ou $44 \frac{1}{2}$ à la température de T degrés, la déviation sera donc nulle à 88° centigrades.

Voici comment on opère :

On pèse 16^{gr}29 de sucre brut à essayer et on les dissout dans 50^{cc} d'eau, dans un ballon jaugé à 100^{cc} (on y ajoute quelques gouttes d'une solution de tanin et d'une solution de sous-acétate de plomb pour décolorer le liquide s'il est trop coloré pour être examiné directement).

On complète le volume à 100^{cc} avec de l'eau distillée, on agite soigneusement et on filtre.

A) On place une partie du liquide filtré bien clair dans un tube de 20 centimètres de longueur et on examine au polarimètre. On note le nombre de degrés saccharimétriques : soit P.

B) On remplit avec le reste de liquide filtré jusqu'au trait 50, un petit ballon jaugé à 50-55^{cc}, on ajoute 5^{cc} HCL pur de densité 1.188 (= 38 %, HCL), on agite et on plonge le ballon dans un bain-marie chauffé à 70°, on place un thermomètre dans la fiole, qu'on agite pour amener son contenu à 67-68° centigrades (ce qui exige environ 5 minutes), on maintient encore pendant 10 minutes la fiole dans le bain-marie dont la température doit rester à 68° au minimum.

On retire la fiole du bain-marie, on la refroidit par immersion dans un bain d'eau froide, et lorsque le thermomètre est descendu à 20° centigrades, on le retire, on ajoute au liquide, s'il est coloré, 0^{gr}50 à 1 gramme de noir animal en poudre (bien lavé avec de l'acide chlorhydrique), on agite, on filtre, et on en remplit un tube spécial de 22 centimètres de longueur, portant une tubulure latérale permettant d'y plonger un thermomètre, on observe au polarimètre, on trouvera une déviation gauche : Soit P' en degrés saccharimétriques.

Si P et P' sont pris des deux côtés du O (+ et -), on les additionne *sans tenir compte des signes*, dans le cas contraire on les retranche l'un de l'autre.

La richesse saccharine R du sucre analysé sera donné par la formule de Landolt :

$$R = \frac{200 S}{284.8 - T}$$

dans laquelle S est la somme ou la différence de P et P' suivant le cas; T la température de la dernière observation (endegrés centigrades).

Exemple :

$$\begin{aligned} \text{Soit } P &= + 26 \\ P' &= - 13 \\ T &= 14 \\ \text{on aura } S &= 26 + 13 = 39 \\ R &= \frac{39 \times 200}{284.8 - 14} = \frac{7.800}{270.8} = 28.80. \end{aligned}$$

La Table XXXVI évite tout calcul.

Table XXXVI (Clerget)

pour corriger les indications du saccharimètre dans l'essai des liquides sucrés.

10°C.	15°C.	20°C.	R.	R'.	10°C.	15°C.	20°C.	R.	R'.
1.39	1.37	1.34	1	1.64	70.95	69.66	68.37	51	83.38
2.78	2.73	2.68	2	3.27	72.34	71.02	69.71	52	85.01
4.16	4.10	4.02	3	4.91	73.73	72.39	71.05	53	86.65
5.56	5.46	5.36	4	6.54	75.12	73.76	72.40	54	88.29
6.95	6.83	6.70	5	8.17	76.51	75.12	73.74	55	89.93
8.35	8.19	8.04	6	9.81	77.90	76.49	75.08	56	91.56
9.74	9.56	9.38	7	11.44	79.29	77.85	76.42	57	93.20
11.13	10.93	10.72	8	13.08	80.68	79.22	77.76	58	94.83
12.52	12.29	12.06	9	14.71	82.07	80.59	79.10	59	96.46
13.91	13.66	13.41	10	16.35	83.46	81.94	80.43	60	98.10
15.30	15.03	14.75	11	17.99	84.86	83.31	81.78	61	99.73
15.69	15.40	16.09	12	19.62	86.25	83.68	84.12	62	101.4
18.08	17.77	17.43	13	21.26	87.64	86.05	84.46	63	103.0
19.47	19.14	18.77	14	22.89	89.02	87.43	85.80	64	104.6
20.86	20.51	20.11	15	24.52	90.41	88.80	87.14	65	106.3
22.26	21.88	21.45	16	26.16	91.81	90.16	88.48	66	107.9
23.65	23.25	22.79	17	27.79	93.20	91.54	89.82	67	109.5
25.04	24.62	21.13	18	39.43	94.59	92.90	91.16	68	111.2
26.43	25.90	25.47	19	31.06	96.00	94.25	92.50	69	112.8
27.82	27.31	26.81	20	32.70	97.38	95.60	93.83	70	114.4
29.21	28.68	28.15	21	34.34	98.77	96.96	95.17	71	116.1
30.60	30.05	29.49	22	35.98	100.2	98.33	96.51	72	117.7
31.99	31.42	30.33	23	37.61	101.6	99.70	97.85	73	119.3
33.88	32.79	32.16	24	39.25	102.9	101.1	99.19	74	121.0
34.77	34.16	33.51	25	40.88	104.3	102.4	100.5	75	122.6
36.17	35.53	34.85	26	42.51	105.7	103.8	101.9	76	124.2
37.57	36.90	36.19	27	44.15	107.1	105.2	103.2	77	125.9
38.94	38.25	37.53	28	45.78	108.5	106.5	104.5	78	127.5
40.34	39.60	38.87	29	47.42	109.9	107.9	105.9	79	129.1
41.74	40.97	40.21	30	49.05	111.3	109.3	107.2	80	130.8
43.12	42.33	41.55	31	50.69	112.7	110.9	108.6	81	132.4
44.51	43.70	42.89	32	52.33	114.1	112.0	109.9	82	134.1
45.90	45.07	44.23	33	53.97	115.5	113.3	111.3	83	135.7
47.20	46.43	45.57	34	55.60	116.9	114.7	112.6	84	137.3
48.68	47.80	46.91	35	57.24	118.2	116.1	113.9	85	139.0
50.08	49.16	48.25	36	58.87	119.6	117.4	115.3	86	140.6
51.47	50.53	49.59	37	60.50	121.0	118.8	116.6	87	142.2
52.86	51.90	50.93	38	62.14	122.4	120.2	118.0	88	143.9
54.25	53.26	52.27	39	63.77	123.8	121.5	119.3	89	145.5
55.64	54.63	53.63	40	65.40	125.2	122.9	120.6	90	147.1
57.03	55.99	54.96	41	67.03	126.6	124.3	122.0	91	148.7
58.42	57.36	56.30	42	68.67	128.0	125.6	123.3	92	150.4
59.81	58.73	57.64	43	70.31	129.4	127.0	124.7	93	152.1
61.20	60.09	58.98	44	71.95	130.8	128.4	126.0	94	153.7
62.59	61.46	60.32	45	73.58	132.2	129.7	127.4	95	155.3
63.99	62.82	61.66	46	75.22	133.6	131.1	128.7	96	156.9
65.38	64.19	63.00	47	76.85	134.9	132.5	130.0	97	158.6
66.77	65.56	64.34	48	78.48	136.3	133.8	131.4	98	160.2
68.17	66.92	65.68	49	80.12	137.7	135.2	132.7	99	161.9
69.57	68.29	67.03	50	81.75	139.1	136.6	134.0	100	163.5

10°C.	15°C.	20°C.	R.	R'.	10°C.	15°C.	20°C.	R.	R'.
140.5	137.9	135.4	101	165.1	161.3	158.4	155.4	116	189.7
141.9	139.3	136.7	102	166.8	162.7	159.8	156.8	117	191.3
143.3	140.7	138.1	103	168.4	164.1	161.2	158.2	118	192.9
144.7	142.0	139.4	104	170.0	165.5	162.5	159.5	119	194.6
146.0	143.4	140.8	105	171.7	166.0	163.9	160.8	120	196.2
147.4	144.8	142.1	106	173.3	168.3	165.3	162.2	121	197.8
148.8	146.1	143.4	107	174.9	169.7	166.6	163.5	122	199.5
150.2	147.5	144.8	108	176.6	171.1	168.0	164.9	123	201.1
151.6	148.8	146.1	109	178.2	172.5	169.4	166.2	124	202.7
153.0	150.2	147.4	110	179.8	173.9	170.7	167.6	125	204.4
154.4	151.6	148.8	111	181.5	175.3	172.1	168.9	126	206.0
155.8	153.0	150.1	112	183.1	176.6	173.5	170.2	127	207.6
157.2	154.4	151.5	113	184.7	178.0	174.8	171.6	128	209.3
158.6	155.7	152.8	114	186.4	179.4	176.2	172.9	129	210.9
160.0	157.0	154.2	115	188.0	180.8	177.5	174.2	130	212.6

Usage de la Table. — 1° Les deux chiffres indiqués sur l'échelle du saccharimètre ont été lus à droite et à gauche du zéro ; on prend la somme $P + P' = S$.

On cherche dans les colonnes se rapportant à la température actuelle 10°, 15° ou 20° les chiffres qui se rapprochent le plus de S.

En suivant la ligne horizontale, on trouve dans les colonnes indiquant la quantité de sucre le nombre R et le nombre R'.

Le sucre employé contient R pour 100 de sucre cristallisé ou un litre de la solution renferme R grammes de sucre cristallisable.

2° La solution de sucre étant préparée comme dans le premier exemple, on a lu les chiffres exprimant la rotation avant et après l'inversion du même côté du zéro.

On prend $P - P' = S$, on cherche dans la colonne se rapportant à la température actuelle le chiffre qui se rapproche le plus de S et l'on opère comme ci-dessus.

Enfin on compare la valeur de R ainsi calculée au résultat de l'observation directe (P) ; si R est supérieur à P, c'est que le sucre essayé contient du sucre interverti ou une autre matière lévogyre ; dans le cas contraire, le sucre renferme des matières dextrogyres.

Dosage du raffinose. — Certains sucres contiennent du raffinose qui, par suite de son pouvoir rotatoire plus élevé que celui du saccharose communiqué à la solution sucrée une déviation anormale (la déviation dépasse quelquefois 100°) ne laissant par conséquent rien pour les matières non déterminées du sucre : on reconnaît l'exagération du titre du saccharose après l'inversion.

Pour rechercher et doser le raffinose, on emploie la formule de Creydt.

En opérant l'interversion comme il a été dit précédemment :

Soit P la rotation avant inversion.

— P' — après — à + 20° centigrades.

— C la différence des deux nombres, c'est-à-dire l'affaiblissement de la rotation.

On aura :

$$\text{Saccharose R} = \frac{C - 0,493 \Lambda}{0,827} = 0,613 P - 1,209 P'$$

$$\text{Raffinose} = \frac{P - R}{1,57} = 1,017 P - \frac{C}{21,98}$$

La détermination précédente ne s'applique qu'au cas où le saccharose renferme seulement du raffinose et non d'autres substances actives.

B) *Glucoses du commerce.* — On détermine la richesse en glucose (dextrose) des glucoses cristallisés du commerce, en examinant au saccharimètre ou au polarimètre (en faisant la lecture en degrés saccharimétriques) dans un tube de 20 centimètres, une solution de 20^{gr}44 de glucose à essayer dans 100^{cc} d'eau, après avoir fait bouillir cette solution et l'avoir laissé refroidir avant de compléter le volume de 100^{cc}.

Le nombre de degrés saccharimétriques lu indique directement la teneur en glucose pur de 100 grammes de glucose essayé.

C) *Sirops de glucose.* — Ces sirops sont souvent altérés par la présence de dextrine et de maltose.

On prépare une solution de 25 grammes de sirop à essayer, dans l'eau distillée, on ramène après ébullition le volume de la solution à 100^{cc}, sur lesquels on pratique l'observation saccharimétrique dans un tube de deux décimètres.

Les pouvoirs rotatoires spécifiques des trois corps en présence étant : *glucose* D = 52^{gr}74 ; *maltose* B = 138^{gr}3 ; *dextrines* d = 194^{gr}8, une solution renfermant ces substances aura une polarisation :

$$(1) \quad P = 52,74 D + 138,3 B + 194,8 d.$$

Les quantités respectives de glucose, de maltose et de dextrines contenues dans la solution sont exprimées par D, B et d.

Si on traite la solution par le cyanure de mercure (120 grammes de cyanure de mercure et 25 grammes hydrate de potasse par litre), le glucose et le maltose seront entièrement détruits, les dextrines seules resteront intactes : en examinant alors la solution au saccharimètre, la déviation indiquera la quantité de dextrine présente, et on aura

$$(2) \quad P' = 194,8 d$$

formule avec laquelle il est facile de calculer d, sachant que chaque degré du saccharimètre correspond à 0^{gr}055 de dextrine.

La différence des deux opérations est :

$$(3) \quad P - P' = 52,74 D + 138,3 B.$$

D'un autre côté, on traitera la solution par la liqueur de Fehling qui est réduite par le glucose et le maltosé. On opérera par la méthode volumétrique (page 264) et l'on calculera le tout en glucose. Le pouvoir réducteur du maltose étant de 0,65 par rapport à celui du glucose pris pour unité, on aura la réduction totale R :

$$(4) \quad R = D + 0,65 B.$$

En multipliant cette équation (4) par 52,74, on trouvera :

$$(5) \quad 52,74 R = 52,74 D + 34,28 B$$

que l'on retranchera de l'équation (3) et on aura :

$$(6) \quad (P - P') - 52,74 R = 104,02 B$$

d'où :

$$(7) \quad B = \frac{(P - P') - 52,74 R}{104,02}.$$

et :

$$D = R - 0,65 B$$

On pourrait encore différencier le glucose du maltose en faisant agir l'acétate de cuivre qui réduit le premier et non le second. Ce réactif, indiqué par Barfoed, se compose de :

Acétate de cuivre.....	13	{	On chauffe à l'ébullition pendant deux heures, il doit y avoir du cuivre réduit.
Eau distillée.....	200		
Acide tartrique à 38 %.....	5"		

Pour doser le mélange de glucose ou de maltose avec les dextrines, on peut aussi évaporer un volume mesuré du liquide à siccité au bain-marie, et reprendre à plusieurs reprises par l'alcool concentré bouillant; le glucose et le maltose sont dissous, tandis que la dextrine reste. En pesant, et par différence, on dose la dextrine. Comme moyen de contrôle, il est facile de doser au polarimètre le sucre qui est contenu dans la solution alcoolique.

2° Essai d'un Sucre raffiné.

Le sucre raffiné se présente sous deux formes : Le sucre en pains et le sucre en poudre (granulé ou moulu). Le premier est rarement falsifié et se trouve dans le commerce le plus souvent très pur, le second l'est au contraire fréquemment.

L'analyse de l'un et de l'autre de ces produits comporte :

- 1° L'examen des propriétés physiques ;
- 2° L'analyse chimique ;
- 3° La recherche des falsifications.

1° PROPRIÉTÉS PHYSIQUES.

Le sucre doit être blanc (le sucre en pain est quelquefois bleui par du bleu d'outremer ou le bleu de prusse [azurage] (1))

(1) L'azurage ne doit pas être considéré comme une falsification. L'outremer sera reconnu en traitant une solution du sucre par un acide, il y aura dégagement d'hydrogène sulfuré. En traitant par la potasse une solution de sucre azuré par du bleu de prusse, la teinte bleuâtre disparaît subitement; si alors on filtre la solution, la concentre, la neutralise et lui ajoute un sel de peroxyde de fer, la coloration bleue réapparaît.

pour cacher la couleur jaune due aux produits étrangers). Sa saveur ne doit être ni amère, ni fraîche (indice de la présence de glucose).

Il doit se dissoudre dans la moitié de son poids sans laisser de résidu et ne doit laisser à l'incinération qu'un résidu insignifiant.

Sa solution aqueuse ne doit pas réduire la liqueur cuivrique, du moins dans une proposition sensible ; elle doit être incolore, inodore de saveur sucrée, miscible à l'alcool en toutes proportions en donnant une solution limpide.

2° ANALYSE CHIMIQUE.

Elle comprend les dosages suivants :

1° *Humidité* (en moyenne 0^{sr}50 %). — Dessiccation pendant 2 heures à 110° dans une capsule de platine tarée, de 5^{sr} de sucre pulvérisé. Après refroidissement peser de nouveau la capsule, la perte de poids multipliée par 20 = humidité %.

2° *Cendres* (au maximum 0^{sr}20 %). — Incinération du résidu précédent humecté de 5 centimètres cubes SO⁴II³, chauffer d'abord doucement pour former un charbon, puis au moufle au rouge sombre. Après refroidissement, peser, l'augmentation de poids de la capsule multiplié par 20 puis par 0.8 (pour tenir compte de l'acide ajouté) = cendres %.

3° *Dosage du saccharose*. — a) Peser 16^{sr}29 de sucre, le dissoudre dans 500^{cc} d'eau (la solution doit être incolore, s'il en était autrement ajouter 5^{cc} de sous-acétate de plomb liquide des pharmacies, puis 10^{cc} d'une solution de sulfate de soude à 10 %), compléter à 100^{cc} avec de l'eau distillée, agiter et filtrer.

Examiner au polarimètre au tube de deux décimètres.

Le nombre de *degrés saccharimétriques* (division intérieure), représente le poids de saccharose pur contenu dans 100 grammes de l'échantillon analysé, si la solution n'a pas été déféquée; dans le cas contraire, doubler le nombre de degrés saccharimétriques. Le sucre de 1^{re} qualité a comme titre saccharimétrique 99.8.

b) Opérer comme il est dit au *dosage du saccharose par réduction* (p. 265), on rapportera à 100 grammes de produit.

Si le poids du sucre trouvé dans cette deuxième opération est notablement supérieur à celui trouvé dans la première, il y a lieu de doser :

1° Le glucose par réduction de la liqueur cuivrique, avant intervention de la solution sucrée. (Voir page 277, dosage d'un mélange de glucose et de saccharose);

2° La dextrine par précipitation de la liqueur sucrée au moyen de l'alcool absolu.

3° RECHERCHE DES FALSIFICATIONS.

Dissoudre 5 grammes de sucre dans 100° d'eau.

La solution doit être incolore, s'il en était autrement, on doserait la proportion des matières étrangères en dissolvant dans l'eau une certaine quantité de sucre, et versant le liquide sur un filtre taré, on laisserait le résidu sur le filtre, on le dessècherait à 100° et on le peserait. On déterminerait la nature du résidu et des impuretés en solution comme suit :

1° Résidu.	} Traiter le résidu par HCl étendu.	} Solution.	} Résidu.	} En examiner une parcelle au microscope : on y voit les formes types d'amidon (voir farines); il bleuit par l'iode : Amidon.
2° Solution.	} Qui réduit la liqueur cuivrique	} Résidu.	} La fondre avec CO^2Na^2 , reprendre par eau bouillante; le résidu insoluble dans l'eau est attaqué par HCl et dans la solution on cherche la baryte par SO^4H^2 .	
				} Qui ne réduit pas la liqueur cuivrique	} Et précipite par l'alcool absolu : Dextrine.
		} Ne précipite pas par l'alcool : Glucose ou lactose.		
			} La faire bouillir avec un blanc d'œuf, il se forme une pellicule gris <i>bleuâtre</i> : Outremer.	

Le glucose s'il existe, sera dosé comme il a été dit page 277; le lactose sera reconnu par son insolubilité dans l'alcool à 50°, alors que le saccharose se dissout.

Le sucre raffiné de canne et le sucre de betterave sont identiques comme composition; ils contiennent en moyenne :

Saccharose	99,5 à 99,9 %
Eau	0°05 à 0°50
Cendres	0°05 à 0°10

On les distingue par la réaction de leurs solutions au tournesol.

Le sucre de canne a toujours une réaction légèrement acide; le sucre de betterave est presque toujours légèrement alcalin.

Sucre d'orge. — C'est du sucre tantôt coloré, tantôt incolore, préparé par cuisson et refroidissement brusque d'un sirop de sucre. On y ajoute un peu de vinaigre pour lui conserver sa transparence.

Sucre de pomme. — Il se prépare comme le précédent, on y ajoute du vinaigre et on l'aromatise au moyen de fleur d'oranger ou d'essence de citron.

Sucre rosat. — C'est du sucre de pomme coloré en rose, souvent avec un peu de cochenille.

Tous ces sucres doivent présenter les caractères d'un sucre pur et ne pas contenir de matières colorantes nuisibles. (Voir Confiseries.)

3° Sucrs et Jus de Fruits.

L'analyse comporte :

1° *La détermination de la densité;*

2° *Le dosage de l'acidité;*

3° — *des cendres* (dosage de P^2O^5 et de K^2O);

4° — *de l'eau et de l'extrait;*

5° — *des matières précipitables par l'alcool;*

6° — *des sucres;*

7° *La recherche des acides citrique, tartrique, malique.*

8° *L'examen des matières colorantes;*

9° *La recherche des agents conservateurs.*

1° *La densité* se détermine soit par la méthode du flacon, soit au densimètre, soit à la balance de Mohr. (Voir Documents physico-chimiques.)

Cette densité est très variable. (Voir Table XXXVIII.)

2° *L'acidité.* — Comme dans le vin. On la calcule en acide citrique, malique, sulfurique, tartrique.

$$1^{\text{cc}} \text{ soude normale} = \frac{\quad}{10} \begin{cases} 0^{\text{sr}}0049 \text{ SO}^4\text{H}^2. \\ 0^{\text{sr}}0070 \text{ acide citrique.} \\ 0^{\text{sr}}0067 \text{ acide malique.} \\ 0^{\text{sr}}0075 \text{ acide tartrique.} \end{cases}$$

3° *Cendres.* — Comme dans le vin.

On dose P^2O^5 (par la liqueur d'urane) et K^2O par une solution d'acide sulfurique déci-normale, (en présence de la phénolphaléine), dans la solution aqueuse obtenue en traitant les cendres par l'eau bouillante :

$$1^{\text{cc}} \text{ SO}^4\text{H}^2 \frac{N}{10} = 0^{\text{sr}}0047 \text{ K}^2\text{O}.$$

4° *Eau et Extrait:* Méthodes ordinaires.

5° *Matières précipitables par l'alcool.* — Additionner 20 grammes de suc de 400^{cc} d'alcool à 80° ; le mélange doit se troubler. Recueillir le précipité sur un filtre taré. Le laver à l'alcool, le sécher et le peser ; conserver le filtrat pour rechercher les acides tartrique, citrique et malique.

Les matières pectiques ainsi précipitées ne doivent se colorer ni en bleu ni en violet par l'eau iodée (dextrine, amidon soluble).

6° *Dosage des sucres.* — La composition d'un suc de fruit, envisagée au point de vue des sucres, dépend naturellement de l'état de maturité du fruit qui l'a fourni. D'une façon générale, on peut dire que, dans les fruits où la graine se trouve mêlée à la pulpe, le sucre est constitué par du glucose et du sucre interverti provenant de l'inversion du saccharose sous l'influence des sucres acides du fruit.

Dans les fruits dont la graine est séparée de la pulpe, ces sucres sont mélangés à du saccharose, parce que ce sucre n'a pas été complètement interverti.

A) *Méthode optique* [M. Raczkowski] (1). — Mesurer dans une éprouvette graduée et à + 15°, 100^{cc} d'eau distillée, puis au moyen d'une pipette enlever 10^{cc} de cette eau ; compléter alors le volume de 100^{cc} avec le suc ou le jus à analyser.

On a ainsi une dilution au 1/10° (on pourra faire une dilution à 1/5° ou examiner le suc directement, s'il ne contient pas plus de 14 % d'extrait). Au moyen de cette solution, faire les essais saccharimétriques suivants :

Placer 100^{cc} de liqueur ainsi obtenue dans un ballon jaugé à 100-110^{cc}, neutraliser avec un peu de Co³Ca et compléter les 110^{cc} avec une solution à 1/10 d'acétate neutre de plomb, agiter et filtrer immédiatement (si la liqueur filtrée était encore trop colorée pour l'essai saccharimétrique, une trace de noir animal suffirait pour le rendre incolore).

a) Remplir avec cette solution le tube de 22 centimètres muni d'un thermomètre plongeant à la surface du liquide à examiner. Examiner au polarimètre ; noter la *dévi*ation et la *température t* du liquide.

La déviation observée *d*, multipliée par la dilution, représente la déviation saccharimétrique *D*, avant inversion à la température *t*.

(1) *Bulletin de l'Association des chimistes*, 1895, p. 565.

b) Mesurer à + 15°, 50° de la solution sucrée dans un ballon jaugé à 50-55°, compléter les 55° avec HCl à 1/2, agiter doucement et placer le ballon au bain-marie à + 70° ou le placer dans une étuve à 70°, après avoir plongé un thermomètre à l'intérieur du liquide sucré. Laisser le liquide sucré monter à 68° et le maintenir dix minutes à cette température. Le laisser alors revenir à + 15°, après l'avoir retiré du bain-marie ou de l'étuve. Compléter alors les 55° avec de l'eau distillée, filtrer pour séparer le chlorure de plomb, si la liqueur est trouble.

Examiner la solution au tube de 22 centimètres, en notant la température T au moment de l'observation, et en s'arrangeant de façon que T soit aussi voisin que possible de t.

La déviation observée d augmentée de $1/10^{\circ}$ et multipliée par la dilution, représente la déviation saccharimétrique D' après inversion à la température T.

c) Doser les sucres réducteurs au moyen de la liqueur de Fehling, en employant 10° de la solution à $1/10^{\circ}$ de la substance déféquée à l'acétate neutre de plomb, que l'on dilue de nouveau à 100°; la dilution totale est donc $1/100^{\circ}$ (1).

Soit n° de solution sucrée, ainsi diluée, nécessaires pour réduire 10° de liqueur de Fehling, correspondant eux-mêmes à 0,025, par exemple, de sucre réducteur, voir page 263 (en sucre interverti).

On pourra écrire :

$$\text{Sucres réducteurs (S)} = \frac{(0,025 \times 100) \times 11}{n \times 10} \times d = \frac{2,75}{n} \times d$$

(et en sucre interverti).

Le facteur $\frac{11}{10}$ correspond à l'augmentation de volume de $1/10^{\circ}$ qu'a subi le volume de liqueur sucrée par l'addition de l'acétate neutre de plomb; d représente la dilution que l'on a du faire subir à la dilution.

Calcul :

On connaît donc — D ; D' ; S.

faire la somme

$$0,042 D + 0,12 D' + 0,32 S.$$

(1) Cette dilution à $1/100^{\circ}$ est prise comme exemple, mais on peut faire la dilution à n'importe quel titre.

Si celle-ci donne une valeur positive, il y a du glucose libre dans le liquide ; si elle est négative, le liquide ne contient que du levulose libre ; si elle est nulle, le liquide ne contient ni glucose ni levulose libres.

Si $D = D'$, il n'y a pas de saccharose.

Premier cas : il y a du glucose libre, écrire les formules
Saccharose = $A (D - D')$.

Sucre interverti = $B \times S - CD - ED'$.

Glucose = $0,96 (S - \text{sucres intervertis})$.

A, B, C, E, sont des coefficients fonctions de la température T du liquide pendant l'observation après inversion et donnés par la table XXXVII.

Table XXXVII

donnant la valeur des coefficients pour des températures comprises entre 10° et 30°

T	A	B	B'	C	C'	E	E'
10°	0.1166	0.6755	1.3247	0.039	0.0401	0.1026	0.1034
11°	0.1171	0.6788	1.3212	0.039	0.0398	0.1035	0.1041
12°	0.1175	0.6820	1.3177	0.039	0.0396	0.1044	0.1049
13°	0.1180	0.6853	1.3141	0.039	0.0393	0.1053	0.1057
14°	0.1184	0.6879	1.3105	0.039	0.0391	0.1061	0.1064
15°	0.1189	0.6911	1.3068	0.038	0.0388	0.1070	0.1072
16°	0.1193	0.6949	1.3031	0.038	0.0385	0.1080	0.1081
17°	0.1198	0.6987	1.2993	0.038	0.0382	0.1090	0.1089
18°	0.1202	0.7024	1.2954	0.038	0.0380	0.1100	0.1097
19°	0.1207	0.7061	1.2915	0.037	0.0377	0.1110	0.1106
20°	0.1212	0.7097	1.2876	0.037	0.0374	0.1120	0.1114
21°	0.1216	0.7133	1.2836	0.036	0.0371	0.1130	0.1123
22°	0.1221	0.7168	1.2795	0.036	0.0368	0.1140	0.1132
23°	0.1226	0.7209	1.2753	0.036	0.0365	0.1151	0.1141
24°	0.1231	0.7249	1.2711	0.036	0.0362	0.1162	0.1150
25°	0.1236	0.7289	1.2668	0.036	0.0359	0.1173	0.1160
26°	0.1241	0.7316	1.2624	0.035	0.0356	0.1182	0.1169
27°	0.1245	0.7343	1.2580	0.035	0.0353	0.1191	0.1179
28°	0.1250	0.7412	1.2542	0.035	0.0350	0.1207	0.1189
29°	0.1257	0.7449	1.2489	0.035	0.0346	0.1218	0.1199
30°	0.1260	0.7498	1.2442	0.035	0.0343	0.1231	0.1209

Deuxième cas : Il y a du levulose libre, écrire les formules :

Saccharose = $A (D - D')$;

Sucre interverti = $B' \times S + C'D + E, D_1$;

Lévulose = $1.04 (S - \text{sucres intervertis})$.

Les poids de saccharose, de sucre interverti et de levulose ou de glucose trouvés dans les divers dosages, représentent les quantités de ces sucres contenus dans 100^{es} de substance.

Les coefficients A, B', C', E' sont fournis par la Table XXXVII.

Exemples :

α) On a trouvé pour 100^{es} de jus de cerises (non dilué) additionné d'acétate neutre de plomb, puis complété à 110^{es}

$$d = - 8.9 \qquad T = + 22^\circ$$

$$d' = - 9.6$$

il a fallu 13^{es}1 de jus dilué 1/40^e, pour réduire 10^{es} de liqueur de Fehling :

$$\text{Sucre réducteur } \% \cdot \frac{2.75}{13.1} \times 40 = 8.39 \text{ (v. page 303).}$$

rapportant à 100^{es} de jus, on a :

$$D = - 8.9 \qquad T = + 22^\circ$$

$$D' = - 9.6 \qquad \text{Sucres réducteurs } 8.39,$$

la somme 0.042 D + 0.12 D' + 0.32 S donnant une quantité positive (+ 1.159), il y a du glucose; on applique les formules qui ont données précédemment (premier cas, page 304) :

$$\text{Saccharose} = 0.1221 (- 8.9 + 9.6) = 0.085$$

$$\text{Sucre interverti} = 0.7168 \times 8.39 + 0.036 \times 8.9 + 0.114 \times 9.6 = 6.16$$

$$\text{Glucose } 0.96 (8.39 - 6.16) = 2.15.$$

β) Un jus de poire donne pour 100^{es}.

$$D = - 51 \qquad T = + 20^\circ$$

$$D' = - 51 \qquad \text{Sucres réducteurs} = 8^{\text{r}}50$$

la somme (0.042 D + 0.12 D' + 0.32 S) étant - 5.52, c'est-à-dire négative, indique la preuve du levulose, on devra donc employer les formules du deuxième cas qui donnent :

$$\text{Saccharose} = 0$$

$$\text{Sucre interverti} = 1.287 \times 8.58 - 0.037 \times 51 - 0.111 \times 51 = 3.494$$

$$\text{Levulose} = 1.04 (8.58 - 3.494) = 5.27.$$

γ) Un jus de cassis donne :

$$D = - 25 \quad D' = - 25 : T = + 20^\circ, \text{ sucres réducteurs} = 12^{\text{r}}60.$$

la somme (0.042 D + 0.12 D' + 0.32 S) étant sensiblement nulle, il n'y a ni glucose, ni levulose.

D'autre part comme D = D' il n'y a pas de saccharose, on peut donc dire :

$$\text{Sucre interverti} = \text{sucre réducteur} = 12^{\text{r}}60 \text{ pour } 100^{\text{es}} \text{ de jus.}$$

Le Tableau XXXVIII établi par MM. Truchon et Martin Claude (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 15 février 1901), donne la composition des jus de fruits les plus courants, destinés à la fabrication des confitures, sirops, etc.; le dosage des sucres a été fait par la méthode de Raczkowski, décrite ci-dessus; aucun de ces fruits ne contient de glucose.

Table XXXVIII. — Composition des sucres de fruits. Résultats par litre de suc (en grammes).

	Densité.	Sucre inverti.	Saccharose.	Degrés saccharimétriques inversion		Acidité tartarique en acide tartarique	Matières par précipitation.	Matières minérales.	K ² O	P ² O ₅	Acide chlorique.	Acide tartarique
				avant	après							
Cerises hâtives.....	1040.4	83.60	»	— 9 ^a	— 9 ^a	4.95	3.40	3.00	0.44	0.33	faibles	présence
Cerises de saison.....	1055.4	96.49	»	— 15.5	— 16.5	8.46	2.40	3.88	0.97	0.21	néant	—
Fraises précoces.....	1026.2	45.48	»	— 7	— 7	9.15	10.00	5.96	0.46	0.60	présence	traces
Fraises de saison.....	1048.3	99.98	»	— 21	— 21	11.52	43.80	5.72	0.97	0.26	—	présence
Framboises.....	1050.3	88.19	»	— 43	— 45	17.82	9.60	4.32	0.86	0.32	—	—
Groseilles rouges..... (non complètement mures).	1040.0	53.68	»	— 41	— 41	28.50	8.60	5.40	1.25	0.47	—	—
Groseilles blanches.....	1049.8	87.43	»	— 45.3	— 45.3	25.65	7.20	4.44	1.01	0.25	—	néant
Cassia.....	1065.5	116.60	»	— 25	— 25	31.44	10.80	7.20	1.63	0.66	—	présence
Pêches.....	1054.0	33.50	19.80	+ 2.5	— 44	6.84	7.60	4.70	0.76	0.45	—	—
Poires.....	1035.0	85.80	»	— 40.2	— 40.2	2.04	2.60	3.56	1.68	0.16	—	néant
Coings.....	1048.0	75.90	»	— 7.4	— 7.4	9.60	4.60	4.20	1.81	0.37	—	présence
Pommes.....	1088.0	102.80	6.60	— 8	— 13.5	7.44	6.80	3.72	2.09	0.19	—	néant
Abricots (1).....	»	2.64	4.45	+ 29.6	— 4.8	»	»	0.59	0.126	0.05	—	présence
Reine-claude (1).....	»	8.80	0.80	— 7	— 14	»	»	0.57	0.115	0.06	—	traces
Mirabelles (1).....	»	6.54	3.04	+ 5	— 20	»	»	0.59	0.217	0.07	—	—

(1) Les trois derniers résultats s'appliquent à des fruits pour lesquels les dosages ont été faits sur le fruit lui-même (pulpe et jus) à cause de la difficulté d'extraction du jus. Ils sont calculés en grammes pour 100 grammes de fruit.

7° *Recherche des acides citrique, tartrique et malique.* — Alcaliniser le suc, le traiter par SO^4H^2 en léger excès; s'il se forme un précipité, filtrer, laver le précipité sur le filtre avec de l'eau (sur une parcelle du précipité mise en suspension dans l'eau, rechercher l'acide salicylique par la coloration violette que fournit le perchlorure de fer).

Distiller le liquide filtré jusqu'à ce que le distillat ne soit plus acide : prendre le résidu de la distillation et le diviser en trois portions :

α) La première (2^{es} environ) est introduite dans un tube à essai contenant 2^{es} SO^4H^2 et 3 gouttes d'une solution de résorcine à 2 %. Chauffer à l'ébullition : coloration rouge violacé : *Acide tartrique*.

β) La seconde (4^{es} environ) est additionnée de 1 ou 2 gouttes de phtaléine du phénol, puis de lessive des Savonniers (1) jusqu'à coloration rose persistante qu'on fait disparaître par 5 ou 6 gouttes $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^2$; porter à l'ébullition, ajouter une solution de MnO^4K à 3 % jusqu'à coloration rose ou brune, ne disparaissant qu'après quelques instants ; ajouter encore 2 ou 3 gouttes MnO^4K , filtrer s'il est nécessaire et additionner le liquide clair de son volume de sulfate acide de mercure, porter à l'ébullition en agitant pendant une minute au plus : s'il se forme un trouble ou précipité : *Acide malique*.

γ) La troisième, sursaturée par l'ammoniaque, est additionnée d'un excès d'azotate de calcium, portée à l'ébullition, filtrée et le filtrat est évaporé à sec, reprendre le résidu par 2^{es} AzO^3H , concentré, évaporer encore à sec ; recommencer 4 fois cette opération ; reprendre le résidu final par 2^{es} d'eau contenant 5 à 6 gouttes AzO^3H , porter à l'ébullition, filtrer au besoin ; au liquide clair ajouter un excès d'acétate de soude : Précipité blanc : *Acide malique*.

8° *Examen des matières colorantes.*

a) *Recherche des colorants dérivés du goudron de houille.* — D'après MM. Sostegni et Carpentieri, on dissout 20 grammes de suc dans 100^{es} d'eau, on filtre, acidifie avec 2 à 4^{es} d'une solution à 10 % d'acide chlorhydrique ; on introduit dans le liquide un fragment de laine lavée au préalable par ébullition dans de la potasse caustique et dans l'eau. On chauffe le liquide avec le fragment de laine pendant cinq

(1) La lessive des Charbonniers est une solution de soude marquant une densité de 1.332 à + 15° (1.28 bouillante), on la prépare extemporanément en dissolvant 400 grammes de soude caustique à la chaux dans 600 grammes d'eau distillée, laissant refroidir au contact de l'air.

minutes, puis on lave ce dernier avec de l'eau, et enfin avec de l'acide chlorhydrique dilué chaud. On introduit le fragment dans de l'ammoniaque diluée à 1/50 pour dissoudre le colorant. Les colorants végétaux ne donnent pratiquement pas de coloration d'après ce procédé.

On peut alors opérer comme il est dit page 161 (note 1) pour rechercher les dérivés de la houille.

b) *Recherche des colorants étrangers d'origine végétale.* (Voir Sirops de fruits, page 319).

Essais spéciaux pour le magenta acide et le jaune Martius. — On emploie pour le premier la méthode de Girard, on neutralise par la potasse, traite par l'acétate mercurique, acidifie avec de l'acide sulfurique le filtrat, qui devient rouge violet en présence de magenta acide. En solution acide, ce colorant teint la laine en rouge.

Pour le jaune Martius, on épuise la substance acidulée, par de l'alcool à 95 %; on évapore la solution alcoolique à sec avec un fragment de laine qui devient jaune; les acides sulfurique et chlorhydrique produisent une décoloration.

Recherche du curcuma. — Par l'acide borique qui donne une coloration rouge. On extrait le colorant au moyen d'alcool.

Recherche de la cochenille. — On opère sur la solution aqueuse limpide; on acidule avec de l'acide chlorhydrique et épuise au moyen d'alcool amylique. La coloration va du jaune à l'orange d'après la quantité présente de colorant. On sépare l'alcool amylique et on divise le liquide en deux portions; dans l'une on ajoute une solution très diluée d'acétate d'urane, qui donne alors une coloration vert émeraude caractéristique; dans l'autre portion on ajoute une goutte d'ammoniaque qui donne une coloration violette.

4° MIEL.

L'analyse du miel comprend :

1° *Examen physique.* — Examen microscopique. Détermination du poids spécifique d'une solution de miel à 1 partie de miel pour 2 parties d'eau.

2° *Analyse chimique.*

3° *Recherche des falsifications et des altérations.*

1° EXAMEN PHYSIQUE.

1° *Examen microscopique.* — Dissoudre 20 grammes de miel dans l'eau, filtrer, laver et examiner le résidu à un faible grossissement; ce résidu ne doit pas contenir de débris d'organes d'abeilles, mais seulement quelques grains de pollen et quelques particules de cire.

2° *Poids spécifique d'une solution aqueuse.* — Dissoudre 10 grammes de miel dans 20 grammes d'eau; prendre la densité de cette solution par la méthode du flacon ou au moyen

de la balance de Mohr (voir documents physico-chimiques). La densité de cette solution ne doit pas être inférieure à 1,120. L'addition d'eau au miel diminue cette densité.

2° ANALYSE CHIMIQUE.

Elle comprend les suivants :

1° *Dosage de l'Eau.* — Dissoudre 10 grammes de miel dans quantité suffisante d'eau pour obtenir 50^{cc}; prélever 5^{cc} de cette solution, que l'on verse dans une capsule plate tarée, renfermant du sable ou de la poudre de verre; évaporer au bain-marie en consistance sirupeuse, puis dessécher pendant seize heures à l'étuve.

Connaissant d'une part le poids du miel qu'on a dissout et le volume qu'on en a fait; d'autre part sachant le volume qu'on a pris de cette liqueur, on y rapporte le poids de miel qui y est contenu, on calcule l'humidité pour cent. Le miel contient normalement de 15 à 20 % d'eau, il ne doit pas en renfermer plus de 20 %.

2° *Dosage de l'Acidité.* — La doser sur 10 grammes de miel dissous dans 100^{cc} d'eau distillée; au moyen de la soude $\frac{N}{10}$ et en présence de la phtaléine du phénol; on l'exprime en acide formique (cette acidité varie de 0,4 à 0,18 %).

3° *Dosage des Cendres.* — Peser 5 grammes de miel dans une capsule de platine, carboniser à basse température, épuiser le charbon par l'eau bouillante.

Incinérer le résidu; remettre la solution aqueuse précédente dans la capsule; évaporer au bain-marie et porter au rouge sombre, laisser refroidir et peser.

Le miel doit donner de 0,20 à 0,35 % de cendres (0^{cc}50 rapporté du miel sec); un poids supérieur serait l'indice de la présence de glucose (1) ou de falsifications par les matières minérales (2).

4° *Dosage des sucres.* — Le miel est un mélange en proportions variables, de glucose (23 à 43 %), de levulose (30 à

(1) Lorsque la quantité de cendres est inférieure à 0,35 p. 100 et que d'autre part le miel est reconnu authentique, il s'agit d'un miel clair de printemps ou d'un miel de fleurs, mais jamais d'un miel foncé d'été.

(2) Dans les cendres doser l'acide phosphorique (calculer en P²O⁵); cet élément varie entre 4 grammes et 11 p. 100 de l'ensemble des matières minérales. Cette teneur ne dépasse que rarement 7 p. 100.

49 %), formant ensemble 64 à 79 % de sucre interverti, et de sucre de canne 2 % au maximum.

Pour faire le dosage de ces sucres, on dissout 5 grammes de miel dans 100^{cc} d'eau ; on divise la solution en 2 portions de 50^{cc}.

Sur la première, doser le sucre réducteur au moyen de la liqueur cupro-alcaline. (Voir page 264.)

Calculer les résultats en sucre interverti pour 100 grammes de miel : soit A ce poids.

A la deuxième portion, ajouter 5^{cc} HCL pur, porter le mélange au bain-marie, de façon que la température du mélange se maintienne pendant dix minutes à 68-70° centigrades. Laisser refroidir, compléter le volume du liquide refroidi à 50^{cc} avec de l'eau distillée.

Doser le sucre réducteur contenu dans cette solution au moyen de la liqueur cupro-alcaline ; calculer le résultat en sucre interverti pour 100 de miel : soit B ce poids.

$$B = \text{sucre total.}$$

$B - A = C$ sucre interverti produit par l'inversion du saccharose

$$C \times 0,95 = \text{Saccharose \% de miel.}$$

On a ainsi :

Le saccharose.

Les sucres réducteurs totaux (1) [en sucre interverti].

Si le poids de sucres réducteurs trouvé dépasse les limites données plus haut, il y a lieu de rechercher les falsifications par le glucose et le saccharose, comme il est dit aux falsifications.

(1) Si on veut séparer le glucose et le levulose, on opérera comme suit :

Dissoudre 20 grammes de miel dans environ 700 cc. d'eau chaude, ajouter à la solution 5 cc. acétate ferrique ; filtrer, aciduler le liquide filtré avec 1 cc. HCL concentré, chauffer au bain-marie pour intervertir, laisser refroidir, compléter le volume de 100 cc.

1° Doser le glucose au moyen de la liqueur cupro-alcaline.

2° Examiner au polarimètre à + 15° une portion de la solution, au tube de un décimètre : soit A la déviation.

Si on désigne par S le poids de glucose trouvé par réduction, on a le glucose X par la formule

$$X = 0,653 \times (S + A).$$

Si par exemple on a trouvé 10 grammes de glucose, et que la déviation trouvée soit de - 5° ; on aura 5 à retrancher de 10, ce qui donne 5, et on écrira

$$X = 0,653 \times 5 = 3,265.$$

Le liquide examiné contiendra donc 3,265 de glucose, et comme on connaît la teneur en sucre réducteur (10 %), on aura par différence la proportion de levulose, soit 6 gr. 735.

3^e RECHERCHE DES FALSIFICATIONS ET DES ALTÉRATIONS.

Le miel est falsifié avec l'amidon, la farine de haricots, le mucilage de gomme adragante, la gélatine, le sirop de glucose, le saccharose, l'eau et les matières minérales (craie, plâtre).

L'amidon, la farine, se reconnaissent par l'examen microscopique du résidu insoluble dans l'eau ; le résidu additionné d'eau se colorera en bleu par l'iode.

Les mucilages, les gommes et la gélatine sont insolubles dans l'alcool à 80°, qui dissout au contraire tous les principes sucrés du miel. On dissoudra 20 grammes de miel dans l'eau (40 grammes), on filtrera et on ajoutera à une partie du liquide clair dix fois son volume d'alcool à 80°; le précipité formé, séché et pesé, ne devra pas dépasser 0,35 % du miel. Sur le résidu on recherchera les mucilages et la gélatine en chauffant le résidu avec de la chaux vive dans un tube à essai. Les mucilages, chauffés avec de la chaux vive, ne dégagent pas d'ammoniaque; la gélatine, dans les mêmes circonstances, en produit abondamment.

Les sirops de fécule et de saccharose seront reconnus par l'examen optique ou l'essai chimique.

Examen optique. — On prépare une solution aqueuse de miel à 20 % qu'on décolore au besoin avec du noir animal, on la divise en deux parties :

La première partie (Solution I) est examinée directement au polarimètre; la seconde (Solution II), est chauffée pendant dix minutes avec quelques gouttes SO⁴H², on laisse refroidir, on ramène au volume primitif et on polarise.

Si le miel est pur, la solution I ne déviara pas ou déviara environ 5° à gauche au maximum. La solution II sera également lévogyre.

Si la solution I est dextrogyre et la solution II lévogyre, il y a falsification avec du sucre de canne (le dosage des sucres en indiquera la proportion).

Si les deux solutions sont dextrogyres, c'est que le miel essayé est falsifié avec du sirop de glucose (la séparation du glucose et du lévulose en donnera la teneur).

Dans le cas où la solution II, tout en restant dextrogyre, dévie beaucoup moins que la solution I, c'est que le miel contient à la fois du saccharose et du glucose.

Essai par réduction. — Opérer comme il est dit au dosage des sucres, page 309.

Si le poids de sucre trouvé dans la deuxième opération (sucre total) est le même que celui trouvé dans la première (sucre interverti), c'est que le miel ne contient pas de saccharose.

a) S'il y a une différence entre les deux dosages, retrancher le deuxième résultat du premier et multiplier cette différence par 0,95; on a ainsi le poids de sucre de canne.

b) Si la différence dépasse 10 %, c'est que le miel est additionné de glucose.

La dextrine sera reconnue par les procédés indiqués pour les sucres. (Voir page 300.)

L'examen chimique des cendres permettra de reconnaître la chaux, la baryte, etc., indice de la présence du glucose et de la dextrine.

L'eau sera reconnue par la diminution de la densité d'une solution de miel à 1 pour 2 d'eau et par le dosage de cette substance.

Le sable est insoluble dans l'eau et craque sous la dent.

La craie, le plâtre, seront reconnus dans les cendres ou dans le résidu insoluble dans l'eau.

Le dosage des cendres, dont la teneur ne doit pas dépasser 0,35 %, et le cas échéant la détermination des matières insolubles dans l'eau, qui ne doit pas dépasser 1 %, mettront en évidence les matières minérales et permettront de les doser au besoin.

Les altérations les plus fréquentes sont:

1° Altérations par les débris d'insectes, le couvain (substance spéciale qui rend le miel prompt à fermenter), les particules de cire.

On découvrira ces substances au microscope.

On admettra qu'un miel ne doit pas laisser plus de 1 % d'insoluble dans l'eau.

2° Altération par fermentation, caractérisée par le dégagement de bulles d'acide carbonique.

B) CONFISERIES.

Les divers produits compris sous cette désignation générale ont pour base le sucre; ils se distinguent les uns des autres par leur aspect, leur saveur plus ou moins sucrée,

enfin par leur arôme agréable qui provient de la nature des fruits ou des huiles volatiles qui entrent dans leur composition.

On peut les classer en trois groupes :

1° *Les sirops*, qui sont des solutions de sucre ou de gomme (sirop de gomme) dans l'eau simple ou aromatisée, ou bien de suc de fruits fermentés (débarrassés par cette fermentation de leurs matières pectiques), cuits plus ou moins longtemps avec du sucre.

Les sirops peuvent être divisés en trois groupes :

Le sirop simple ou sirop de sucre ;

Les sirops de fruits ;

Le sirop de gomme.

Ces sirops sont falsifiés avec du glucose employé à la place du saccharose ; en outre, dans les sirops de fruits, on peut remplacer les acides végétaux par des acides minéraux ; enfin, la matière colorante du produit en souvent une matière colorante artificielle.

La gomme du sirop de gomme est quelquefois remplacée par de la gélatine.

2° *Les confitures, gelées et marmelades*, composées de sucre de canne et de la pulpe ou du suc des fruits.

Toutes les espèces de fruits peuvent fournir des confitures, les gelées les plus communes sont celles de coings, de pommes, de framboises.

Les falsifications les plus communes de ces produits sont l'addition de glucose au sucre de canne, de gélatine ou de géluse pour remplacer la pectine du fruit, enfin de solutions acidulées et colorées artificiellement pour remplacer les suc de fruits.

3° *Les fruits confits*, dans lesquels le sucre n'est employé que comme moyen de conservation. Les fruits que l'on emploie généralement sont : les pruneaux, les figues, les cerises, les poires, les oranges, le raisin.

La nature de ces préparations rend les falsifications presque impossibles.

4° *Les bonbons* (caramels, dragées, pralines, etc.), renfermant surtout du sucre avec, quelquefois, une petite quantité d'un acide végétal, des solutions parfumées et colorées de différentes manières.

Les principales falsifications des bonbons consistent à y ajouter des parfums artificiels à la places des essences naturelles de fruits ou du suc de ces derniers, des matières colorantes souvent dangereuses.

5° *Les pâtisseries* (gâteaux, biscuits divers, aux fruits, glaces, crèmes, etc.), contenant à côté du sucre d'autres substances alimentaires (de sorte que le sucre ne prédomine pas) comme le beurre, les œufs, du lait, de la farine, etc.

On falsifie ces pâtisseries en remplaçant la farine de froment par d'autres sortes de farine, le beurre par la margarine ou autres graisses, le blanc d'œuf ou la gomme par de la gélatine, le sucre par du glucose, etc.

1° Sirops.

1° SIROP SIMPLE.

Le sirop simple type, est celui du Codex ; c'est une solution de sucre cristallisé dans l'eau pure, de densité à + 15°, 1.320 (35° Baumé) ; un litre de ce sirop doit donc peser 1320 grammes et renfermer 445 grammes d'eau et 875 grammes de sucre cristallisé.

Lorsqu'on dissout 5 kilogrammes de sucre dans l'eau on obtient un volume de 3 litres ; donc la quantité de sucre cristallisé contenu dans 1 litre de sirop à + 15° est de 25^{gr} par litre pour chaque degré Baumé, c'est ainsi que du sirop

à 10° Baumé contient 250^{gr} de sucre par litre

à 20° — 400^{gr} —

à 35° — 875^{gr} —

Le sirop de sucre doit être blanc, d'une saveur douce non amère

L'analyse chimique de ce sirop comporte :

1° *La détermination de la densité.*

2° *Le dosage du sucre.*

3° *La recherche des falsifications.*

1° On détermine la densité du sirop fait au moyen du pèse-sirop de Baumé. (Voir page 287).

La densité qu'aura le sirop fait se détermine au moment de sa préparation par la formule :

$$D = \frac{p + P}{p + \frac{5}{8} P}$$

Table XXXIX.

Donnant le sucre de canne correspondant aux degrés saccharimétriques français, en tenant compte de la variation du pouvoir rotatoire spécifique.

DEGRÉS observés.	SUCRE pour 100 cc.	DEGRÉS observés.	SUCRE pour 100 cc.	DEGRÉS observés.	SUCRE pour 100 cc.	DEGRÉS observés.	SUCRE pour 100 cc.
1	0.1619	26	4.2032	51	8.2489	76	12.3016
2	0.3234	27	4.3649	52	8.4108	77	12.4649
3	0.4850	28	4.5266	53	8.5727	78	12.6284
4	0.6466	29	4.6883	54	8.7346	79	12.7922
5	0.8082	30	4.8500	55	8.8965	80	12.9470
6	0.9697	31	5.0118	56	9.0584	81	13.1091
7	1.1313	32	5.1736	57	9.2203	82	13.2712
8	1.2928	33	5.3354	58	9.3822	83	13.4333
9	1.4544	34	5.4972	59	9.5441	84	13.5954
10	1.6160	35	5.6590	60	9.7060	85	13.7575
11	1.7777	36	5.8208	61	9.8681	86	13.9196
12	1.9394	37	5.9826	62	10.0304	87	14.0817
13	2.1010	38	6.1444	63	10.1929	88	14.2438
14	2.2626	39	6.3062	64	10.3556	89	14.4059
15	2.4243	40	6.4680	65	10.5184	90	14.4680
16	2.5859	41	6.6299	66	10.6816	91	14.7301
17	2.7476	42	6.7917	67	10.8449	92	14.8922
18	2.9093	43	6.9536	68	11.0084	93	15.0553
19	3.0710	44	7.1158	69	11.1721	94	15.2174
20	3.2330	45	7.2775	70	11.3260	95	15.3795
21	3.3947	46	7.4394	71	11.4881	96	15.5416
22	3.5564	47	7.6013	72	11.6504	97	15.7037
23	3.7181	48	7.7632	73	11.8129	98	15.8658
24	3.8798	49	7.9251	74	11.9756	99	16.0279
25	4.0415	50	8.0870	75	12.1385	100	16.1900

L'observation se fait au tube de 20 centimètres de longueur. Cette Table est établie pour le poids de 16^{gr}.10 de sucre pur. (Voir *Revue de Chimie analytique*, 1896, page 395, les Tables calculées par M. Buisson pour 16 gr. 29 de sucre.)

p étant le poids de l'eau et P celui du sucre.

C'est ainsi que si on mélange pour préparer le sirop :

50 kilogrammes sucre blanc

26 litres d'eau : on aura un sirop de densité

$$D = \frac{26.000 + 50.000}{26.000 + \frac{5}{8} \times 50.000} = 1.327.$$

2° *Dosage des sucres.* — On peut doser approximativement le sucre au moyen de l'aréomètre Baumé ou du densimètre. (Voir glycométrie, page 285).

Pour un dosage rigoureux, on déterminera le saccharose, soit par réduction de la liqueur cuivrique (voir dosage du saccharose, page 265), en ayant soin de diluer le sirop de façon que la solution ne renferme qu'environ 2 % de sucre (ce qu'indiquera l'aréomètre Baumé), soit par le saccharimètre, en ayant soin de diluer le sirop. (Voir usages des polarimètres et saccharimètres page 254 et la Table XXXIX.)

3° *Recherche des Falsifications.* — La principale falsification que l'on fait subir au sirop de sucre, consiste dans l'addition de sirop de glucose.

Cette falsification se reconnaît par les réactions suivantes :

1° Le sirop étendu d'eau précipite par l'acide sulfurique (baryte) et l'oxalate d'ammoniaque (chaux).

2° Additionné de quelques gouttes de solution iodo-iodurée, le sirop pur se colore en jaune, le sirop glucosé se colore en rouge (dextrine) et précipite par l'addition d'alcool à 90° (glucose).

3° 10 grammes de sirop traités à l'ébullition par 10 grammes de solution de KOH caustique à 1/10, donnent une coloration *jaune* si le sirop est pur, *noire*, si le sirop est glucosé.

Le sirop de sucre réduit légèrement la liqueur cuivrique à cause d'une petite quantité de sucre interverti qu'il contient normalement.

Si on a reconnu la présence du glucose dans le sirop de sucre, on le dose de la façon suivante :

Dosage du sirop de glucose dans le sirop de sucre. — Les glucoses commerciaux contenant des dextrines, il sera utile, avant de faire les dosages, de séparer ces dextrines par l'alcool à 90° et d'opérer le dosage sur les liqueurs filtrées.

La dextrine séparée par le filtre, lavée à l'alcool, pourra être pesée après dessiccation.

Le dosage se fera :

1° *Par réduction.* — Avant et après interversion. (Voir Saccharimétrie, page 277.) Dans cette opération, il ne faut pas oublier que le sirop de sucre contient normalement environ 3 à 8 % de sucre interverti.

2° *Par le polarimètre.* — a) Prendre un volume de sirop, l'étendre avec neuf volumes d'eau ; examiner la solution au tube de deux décimètres.

Le sirop pur dévie dans ces conditions de + 52° saccharimétriques ; noter la déviation trouvée.

b) Prendre 10° de la liqueur précédente, l'intervertir avec 1° HCl, la ramener au volume primitif, après refroidissement, examiner au tube de 22 centimètres ; la déviation doit être de — 21°3 saccharimétriques.

Sous l'action de l'acide, le glucose conserve son degré, mais le saccharose est interverti, de façon que 100° à droite deviennent 38° à gauche ; ces 38° neutraliseront 38° de glucose. Il en résulte donc que le degré restant se composera de la totalité du glucose, moins la proportion qui se trouve masquée par le sucre interverti.

En multipliant par 1,4 la perte de degré opérée par l'interversion, on aura la proportion *en volume* du sirop de glucose contenu dans le mélange.

Si après interversion la rotation est gauche, la perte sera représentée par la rotation à droite avant interversion, plus l'excès de rotation gauche après interversion. (Voir aussi pag. 280 et 281.)

On pourra rechercher la saccharine *comme dans les vins* (page 158).

2° SIROPS DE FRUITS.

L'analyse de ces sirops a surtout pour but le dosage des sucres qu'ils contiennent, car on y remplace souvent le sucre de canne par le glucose du commerce.

A côté du sucre de canne existant dans certains fruits (Voir Sucrs de fruits) et de celui ajouté pour la préparation, les sirops de fruits renferment du sucre interverti provenant du dédoublement de ce dernier, sous l'action de la fermentation à laquelle on soumet les jus naturels destinés à la fabri-

cation des sirops ; il arrive même que dans certains sirops acides, le dédoublement du sucre de canne est complet (sirops de groseilles, de framboises), alors que dans d'autres, à réaction neutre, comme les sirops de gomme et d'orgeat, on trouve la presque totalité du saccharose employé à la préparation du sirop.

On ne devra donc pas conclure à une fraude lorsque les réactions ordinaires (liqueur cupro-alkaline) indiqueront la présence de sucres réducteurs, il faudra pour cela rechercher si le glucose et le lévulose existent en *proportion égale* dans le sirop, c'est-à-dire s'ils sont attribuables au dédoublement du sucre de canne, ou si le poids de glucose est supérieur à celui du lévulose ; dans ce dernier cas seulement, le glucose proviendra d'une fraude.

Voici la composition des principaux sirops de fruits (d'après Krauck et Von der Becke).

	Sirop de groseilles.	Sirop de framboises
Eau %/o.....	46.35	39.00
Glucose %/o.....	24.85	20.50
Saccharose %/o.....	27.58	39.95
Dextrines précipitées par l'alcool %/o.....	0.90	0.17
Cendres %/o.....	0.32	0.38

Sirops de groseilles et de framboises. — Ces sirops ont, quand ils sont purs et de bonne qualité, une belle couleur rouge-violacé, une saveur acidule agréable, une odeur caractéristique ; il sont peu visqueux, leur densité est de 1.25 à 1.30 ; ils ne doivent pas laisser déposer de crème de tartre lorsqu'on les agite avec une solution concentrée de KCL.

Ils doivent se troubler par l'alcool à 95° (matières pectiques). Le précipité recueilli sur un filtre et lavé à l'alcool, ne doit pas se colorer par l'iodure ioduré de potassium (dextrines).

L'analyse d'un sirop de fruit comporte :

- 1° La détermination de la densité, de la déviation polarimétrique et des matières insolubles (précipitables) par l'alcool.
- 2° L'examen de la coloration.
- 3° La recherche des édulcorants artificiels et des agents de conservation.
- 4° La recherche de l'authencité du sirop.

5° La recherche des sucres et acides étrangers.

6° Le dosage des sucres (accessoirement).

1° α) La densité d'une solution de sirop (à une partie de sirop pour deux parties d'eau) n'est jamais inférieure à 1,080 pour les sirops contenant normalement 60 à 70 % de matières sucrées.

β) Si on intervertit une solution à 1/10^e du sirop préparé avec 60 à 70 % de sucre, et qu'on examine cette solution au polarimètre la déviation constatée varie de $-2^{\circ} 17'$ à $-2^{\circ} 30'$ (en degrés d'arc), elle ne tombe jamais au-dessous de -2° ; une rotation inférieure à -2° ou une rotation à droite indiquerait la présence de glucose.

γ) Les matières insolubles dans l'alcool n'existent qu'à l'état de traces. Pour faire ce dosage, précipiter par l'alcool à 96° un volume déterminé de sirop étendu de 5 ou 6 volumes d'eau : recueillir le précipité sur un filtre, le laver à l'alcool, le peser après dessiccation.

2° *Examen de la coloration.* — Le sirop étendu de 5 à 6 fois son volume d'eau et traité par une quantité égale d'ammoniaque, doit devenir d'un gris sale (il se décolorerait, s'il contenait de la fuchsine ou des dérivés de l'aniline), une teinte brune ou jaunâtre indiquerait le caramel, une teinte violet-bleu indiquerait les dérivées de la cochenille ou de l'orseille; une couleur jaune indiquerait le phytolacca; si le sirop restait rouge, cela indiquerait les couleurs azoïques.

Le carbonate de soude donnera la même réaction que l'ammoniaque sur les sirops de fruits purs (la coloration serait violet-bleu ou lilas, si le sirop était coloré avec du phytolacca, de la cochenille ou de l'orseille, pour toutes les autres matières colorantes, le sirop resterait rouge).

Traités par SO^4H^2 , Hcl ou Azo^3H , ces sirops prennent une couleur plus vive s'ils sont purs; ils passent au jaune-orangé s'ils contiennent des dérivés de l'aniline.

Le sous-acétate de plomb donne dans les sirops purs un précipité brun-verdâtre (dans les sirops fuchsinés il se forme un précipité rouge).

Le tableau suivant résume les réactions qui permettent de déceler les matières colorantes dans ces sirops.

RÉACTIFS	SIROP COLORÉ AVEC				
	SIROPS PURS	LA FUCHSINE	LE CARMIN	LE PHYTOLACCA	L'ORSÈILLE
Mèche de coton cardée, agitée avec le sirop mêlé d'eau	Décolorée par le lavage à l'eau	N'est pas décolorée par le lavage à l'eau	Décoloré par le lavage à l'eau	Décoloré par le lavage à l'eau	N'est pas décolorée par le lavage à l'eau
Sous-acétate de plomb.	Précipité gris ardoise ; le liquide filtré est bleuâtre	Précipité gris-rougeâtre. Le liquide filtré est rosâtre	Précipité rougeâtre	Précipité rougeâtre	Précipité rougeâtre
Carbonate de soude	Couleur brun ardoise	Teinte rouge-violacé	Teinte rouge	Teinte violette	Teinte violette
Ammoniaque	Teinte brunâtre un peu violacée	Teinte brune légèrement violacée	Teinte rouge	Teinte brunâtre un peu violacée	Teinte violette.
Alcool amylique	Pas de coloration	Se colore en rose	Pas de coloration	Pas de coloration	Se colore en rose
Sirop additionnée de carbonate de soude et précipité par le sous-acétate de plomb	Précipité gris ardoise		Précipité rougeâtre-clair	Précipité blanc rosé	

Pour le Magenta, le jaune Martius, le curcuma et la cochenille, voir page 308.

Recherche des édulcorants artificiels (saccharine, dulcine) et des agents de conservation. — Les édulcorants sont recherchés comme il est dit au vin, les agents de conservation comme il est dit au chapitre spécial.

Voici comment M. Raczkowski indique d'opérer pour s'assurer que le sirop examiné est bien préparé avec du suc de fruit.

Neutraliser exactement 50° de l'échantillon dilué au 1/4, avec une solution normale décime de potasse : soit N^{co}, calculer l'acidité en acide tartrique en grammes par litre (voir sucs et jus de fruits, page 301).

Ajouter à la solution un léger excès d'acétate neutre de plomb à 10 %; agiter, filtrer, laver le précipité avec une solution très étendue d'acétate de plomb, faire tomber le précipité dans un ballon avec un jet d'eau distillée, porter à l'ébullition pour chasser CO² et verser CO³K² en solution à 10 %; laisser reposer, filtrer, laver le filtre et son contenu à l'eau bouillie; ajouter C²H⁴O² dans la solution filtrée, jusqu'à réaction acide au tournesol.

(Si l'échantillon contient de l'acide tartrique, il a été précipité par l'acétate de plomb et se trouve à l'état de bitartrate de potasse.)

Concentrer la solution à 25° et doser l'acide tartrique par le procédé Berthelot et Fleurieu. (Voir vins.)

Si la quantité trouvée rapportée à un litre de sirop correspond à l'acidité totale dosée au début, on peut être certain que le sirop ne contient pas de suc de fruit.

Si elle en représente une fraction, la fraude est partielle.

Recherche des sucres et acides étrangers. — Ces sirops sont souvent additionnés de glucose, d'acide tartrique ou citrique.

Le glucose existe naturellement dans ces sirops, mais ce glucose *n'est pas accompagné de dextrines*. En présence de dextrines, l'alcool à 96° provoque la formation d'un dépôt glutineux blanchâtre. Ce précipité, recueilli sur un filtre et lavé à l'alcool fort, se colore en rouge par l'iode; mais lorsqu'il retient du glucose, la teinte est violacée ou violette.

Pour rechercher le glucose et le saccharose ou sucre cristallisable, on élimine la matière colorante et l'acide tartrique, s'il y en a, au moyen du sous-acétate de plomb. On filtre la liqueur, on précipite, dans le filtrat, l'excès de plomb par

l'hydrogène sulfuré, on filtre encore et dans le liquide filtré on procède d'abord au dosage du glucose par la liqueur cuivrique ; ensuite on dose le sucre cristallisable après l'avoir interverti par l'ébullition en présence d'un peu d'acide chlorhydrique. (Voir Miel, page 310.)

On reconnaîtra les acides citrique et tartrique comme dans les sucres de fruits.

Pour qu'une faible quantité de groseilles produise une forte coloration dans l'eau, on fabrique des sirops de fantaisie dans la composition desquels entrent du vin rouge et du vinaigre.

Le *vin*, les *vinaigres de vin* ou de *piquette*, renferment de la crème de tartre et de l'alcool.

Le tartre peut être isolé à l'aide d'une quantité suffisante d'alcool à 96° qui précipite ce sel. Sa solution agitée avec du chlorure de potassium concentré donne un précipité de bitartrate de potasse. L'alcool peut s'isoler par distillation.

Le vinaigre d'alcool ne renferme pas de tartre, mais il contient toujours de l'alcool non acétié et souvent du furfurole. Le vinaigre de bois a une odeur empyreumatique et donne du furfurole par distillation (1). Toutefois, dans la pratique, on rencontre souvent des traces de produits de queue (furfurole) dans les produits de tête de distillation.

Le *vinaigre de glucose* ne renferme pas de tartre, mais, indépendamment du glucose non transformé, on peut y caractériser les impuretés qui accompagnent généralement le glucose, à savoir : les dextrines précipitables par l'alcool à 95° et le sulfate de chaux qui donne un précipité abondant avec l'oxalate d'ammoniaque en solution.

Quelquefois, des vinaigres faibles ajoutés aux sirops sont remontés par une addition d'*acides minéraux*. Le papier à filtrer imbibé d'une solution de rouge Congo constitue un sûr réactif de ces acides, lorsqu'il est sec. Il suffit d'y faire tomber une goutte de liquide suspect, à l'aide d'une baguette de verre ; sa couleur vire au bleu au contact d'une trace d'acide minéral libre ; dans le cas contraire elle n'est pas sensiblement modifiée.

Dosage des sucres. — Dans un sirop de fruits, il y a à doser le glucose, le sucre interverti et le sucre de canne.

(1) Voir la recherche du furfurole dans les alcools.

Peser 20 grammes de sirop, les diluer à 100^{cc} avec de l'eau ; ajouter 5 à 10^{cc} de sous-acétate de plomb ; filtrer, recevoir le filtrat dans un ballon gradué à 200^{cc}, laver le précipité resté sur le filtre avec de l'eau distillée, compléter le volume de 200^{cc} avec de l'eau distillée.

On a ainsi une solution à 1/10^e, (on pourrait aussi faire la dilution à 1/5^e), dans laquelle on dosera le glucose ou le levulose, le sucre interverti et le saccharose comme il est dit aux liqueurs de table (voir page 71), ou par la méthode de M. Raczkowski, indiquée aux sucres et jus de fruits.

Exemples :

α) Un sirop de grenadine dilué 1/5 donne

$$d = 12,8 \quad d' = - 12,76 \times T = + 20^{\circ}$$

Il a fallu en outre, 7^{cc} de solution diluée de nouveau 1/40^e (la dilution totale est donc à 1/200) pour réduire 10^{cc} de liqueur de Fehling ; rapportant ces valeurs à 100^{cc} de sirop, on a (voir page 303)

$$D = - 64 \quad D' = - 63,8 \quad T = 20^{\circ}$$

$$S = \frac{2,75}{7} \times 200 = 78,56.$$

d'où on tire :

$$\text{Saccharose} = 0,1212 (- 64 + 63,8) = 0.$$

$$\text{Sucre interverti} = 0,7097 \times 78,56 + 0,037 \times 64 + 0,112 \times 63,8 = 65,26.$$

$$\text{Glucose} = 0,96 (78,56 - 65,26) = 12,78.$$

β) Un sirop de citron dilué 1/5 a donné

$$d = + 45 \quad d' = + 45 \quad T = 20^{\circ}$$

et il a fallu 10^{cc} de cette solution diluée 1/40^e (soit une dilution totale à 1/200) pour réduire 10^{cc} de liqueur de Fehling.

On a donc pour 100^{cc} de sirop

$$D = + 215 \quad D' = + 215 \quad T = 20^{\circ} \quad S = 54,88$$

$D = D'$, donc pas de saccharose ; il reste :

$$\text{Sucre interverti} = 0,7097 \times 54,88 - 0,037 \times 215 - 0,112 \times 215 = 9,51.$$

$$\text{Glucose} = 0,96 (54,88 - 9,51) = 43,55.$$

On exprime les résultats de l'analyse en poids par litre. On a ainsi :

Saccharose.....	en Saccharose
Sucre interverti.....	en Sucre interverti.
Glucose ou Levulose.....	en Glucose ou Levulose.

Le sucre total est représenté par la somme de chacun de ces sucres.

On peut encore l'exprimer en sucre interverti ; il suffit pour cela de faire la somme du saccharose trouvé divisé par 0,95, du sucre interverti ou du glucose ou du levulose, multipliés respectivement par 1,04 et 0,96.

Ainsi si on a trouvé dans un sirop

Saccharose en poids par litre.....	211.50
Sucre interverti.....	208.00
Glucose.....	18 ⁸ 20
Sucre total....	437.70

Sucre total en sucre interverti

$$\left(\frac{211.50}{0.95} + 2.08 + 18,2 \times 1,04 \right) = 449,52 (1).$$

A côté des sirops de fruits se placent :

Le sirop de Limons, préparé avec le suc dépuré et les zestes de citron, ou au moyen de l'acide citrique et d'alcoolature de citron.

On recherchera s'il est nécessaire les acides citrique et tartrique comme il est dit aux sucres et jus de fruits.

Sirop d'écorce d'oranges. — 10 grammes de sirop préparé avec les écorces, mis dans un tube à essai avec deux gouttes HCl concentré, se prend aussitôt en une masse gélatineuse adhérente, tandis que le sirop préparé avec des extraits fluides, reste limpide après addition de l'acide.

Sirops de poires et de pommes. — Ce ne sont pas des sirops proprement dits, ce sont des sucres évaporés en consistance de gelée, on peut y ajouter une certaine quantité de sucre.

Leur composition est la suivante (Konig) :

Eau.....	34.38 %
Cendres.....	1 ⁸ 92
Sucres réducteurs.....	52.94
Saccharose.....	2.77
Acidité.....	2.26 (en acide malique)
Déviation polarimétrique.....	+ 4°45' (solution 1/10, tube de 2 décimètres)
Azote.....	0 ⁸ 160 à 0 ⁸ 241

(1) Raczkowski, l. c.

On les falsifie avec du *sirop de betteraves*, dont la composition est la suivante :

Eau	28 ⁸ 01	%
Cendres.....	3	80
Sucres réducteurs.....	17	85
Saccharose.....	43	63
Acidité.....	1	41 (en acide malique)
Déviatiou polarimétrique.....	+ 3°56'	(solution 1/10, tube de 2 décimètres)
Azote.....	0	51 à 0 92

Si on chauffe le sirop avec KOH, on perçoit, s'il contient du sirop de betteraves, une odeur ammoniacale de triméthylamine ; avec le sirop pur, l'odeur qui se manifeste est celle de fruits.

On y ajoute aussi quelquefois de la *mélasse*, qui se reconnaîtra à sa teneur en cendres (10 à 11 %), en saccharose (50 %) et en substances azotées (10 %).

3° SIROP DE GOMME.

Son analyse comporte :

Détermination de la densité (au densimètre à + 15° ; au picnomètre ou à la balance de Mohr. Voir Documents physico-chimiques.)

Cette densité est normalement comprise entre 1,25 et 1,34.

Dosage de l'eau. — Comme il est dit au miel, sur le sirop lui-même.

Teneur normale 40 %.

Examen polarimétrique. — Peser 10 grammes de sirop dans un flacon de 50^{cc}, les additionner de 35^{cc} d'eau, de 5^{cc} de sous-acétate de plomb ; compléter le volume de 50^{cc} avec de l'eau distillée. Filtrer, examiner au polarimètre.

Cette solution doit être *dextrogyre*.

Dosage de la gomme. — Pour précipiter la gomme, ajouter à un volume connu de sirop, dix fois son volume d'alcool à 96° ; le précipité qui contiendra la gomme (et la dextrine si le sirop est falsifié au glucose) sera recueilli sur un filtre, lavé à l'alcool, séché à 100°, et pesé (1).

(1) Vérifier la nature de ce précipité ; le dissoudre dans l'eau ; cette solution doit fournir un précipité grumeleux (gomme arabique) par le perchlorure de fer ou le borax ; elle ne doit pas réduire notablement la liqueur cupro-alkaline — dextrine ou glucose — ni se colorer en violet ou en bleu par l'iode (dextrine ; une portion du précipité doit laisser par incinération de 3 à 4 % de cendres.

[La solution filtrée (A) servira au dosage des sucres.]

Dissoudre 1 gramme de ce précipité dans 100^{cc} d'eau et ajouter à la solution quatre ou cinq gouttes de la solution officinale de perchlorure de fer, puis 0^{gr}20 de carbonate de chaux ; agiter pour chasser l'acide carbonique et jeter le tout sur un filtre ; la dextrine passera dans la liqueur filtrée, on l'en reprécipitera de nouveau par l'alcool et on la pèsera sur le filtre après dessiccation.

Quant à la combinaison de gomme et de fer restée sur le filtre, la dissoudre dans HCl étendu et traiter la solution obtenue par l'alcool à 90°, qui précipitera la gomme. Cette gomme précipitée, recueillie sur un filtre puis desséchée, sera enfin pesée.

Le sirop de gomme contient normalement 10 % de gomme, soit 8^{gr}6 de gomme sèche.

Dosage du sucre. — 1° par le polarimètre :

Le sirop, débarrassé de la gomme, (solution A) servira à doser les sucres.

Pour cela, chasser l'alcool par évaporation au bain-marie de la solution A et la ramener au volume primitif du sirop, c'est-à-dire à ce qu'il était avant l'addition d'alcool.

Diluer ce sirop au 1/5^e, comme il est dit pour les sucres et jus de fruits et faire les examens polarimétriques avant et après inversion.

Soit un sirop de gomme donnant pour une dilution au 1/5^e

$$d = + 97,5 \quad d' = - 32,5 \quad T = 20^\circ$$

La solution ne réduit pas la liqueur de Fehling.

Donc : sucre réducteur : néant.

Rapportant ces valeurs à 100^{cc} de sirop, on a

$$D = + 487,5 + D' = - 162,5 \quad T = 20^\circ$$

appliquant les formules données pour les mélanges de glucose, saccharose et sucre interverti (1^{er} cas, page 304) on a :

$$\text{Saccharose} = 0,1212 (487,5 + 162,5) = 78,78.$$

Sucre interverti = $487,5 \times 0,037 + 162,5 \times 0,112 = 0^{gr}17$ (traces).

Glucose = néant.

2° *Par la liqueur cupro-alkaline :* Dissoudre 2 grammes de sirop dans 50^{cc} d'eau, ajouter 1^{cc} d'acétate basique de plomb, filtrer, laver le précipité et amener le filtrat au volume de 100^{cc}

Ce liquide ne doit pas réduire la liqueur cupro-alkaline (glucose, sucre interverti) ; s'il la réduisait, doser le sucre réducteur par la liqueur cupro-alkaline, soit *p*.

Intervertir 50^{es} de solution au moyen d'HCl à chaud (voir Miel); après neutralisation, doser le sucre réducteur par la liqueur cupro-alkaline, soit p' .

$$p' - p \times 0,95 = \text{Saccharose.}$$

Se reporter, pour plus de détails, au dosage d'un mélange de glucose et de saccharose (page 277). Le sirop de gomme contient environ 50 % de saccharose.

Recherche des Falsifications. — Dextrine (destinée à remplacer la gomme). Cette substance est insoluble dans l'alcool. (Voir précédemment.)

Sucres étrangers: Glucose, sucre interverti (voir précédemment).

Confitures et gelées.

Ces substances ne diffèrent des sirops de fruits que par la proportion de fruits ou sucs de fruits employés par rapport à la quantité de sucre cristallisable nécessaire à leur préparation.

Dans certaines confitures, l'action du temps, de la chaleur, de l'acidité, concourent à produire une inversion plus ou moins accentuée du saccharose en sucre interverti.

Ces matières, bien préparées, ont bel aspect, leur odeur est agréable, leur saveur n'est ni amère ni fraîche; elles fermentent facilement et se recouvrent rapidement de moisissures, si elles sont de qualité inférieure ou falsifiées.

Les confitures et gelées représentent des solutions concentrées de sucre, dans un jus de fruit.

L'analyse des confitures et gelées comporte :

Le dosage d'eau;

- de l'acidité;
- des cendres;
- des matières précipitables par l'alcool;
- des sucres;

La recherche des acides citrique, tartrique et malique;

- des matières colorantes;
- de la dextrine gélatine et de la gelose.

Ces dosages et recherches se feront comm il a été dit aux sucs et jus de fruits (p. 301).

On se reportera à la composition de ces derniers (page 306) pour identifier le produit analysé.

Exemples de dosage des sucres. — Les confitures n'étant que des sirops de fruits, concentrés, on y dosera les sucres comme dans les sucs et jus ou les sirops de fruits, par la méthode de M. Raczkowski.

On prendra dans un ballon jaugé à 200^{cc}, 20 grammes de confitures que l'on fera digérer avec un peu d'eau chaude, en agitant pour favoriser la dissolution, on laissera le liquide refroidir à + 15°, on complètera le volume de 200^{cc} avec de l'eau distillée, on aura ainsi une dilution à 1/10^e et sur cette solution on fera les observations indiquées page 303.

Voici des exemples numériques :

α) On a trouvé pour une dilution avec 1/10 de raisiné

$$d = + 7.0 \quad T = + 20^{\circ}$$

$$d' = + 4.4$$

Il a en outre fallu 11^{cc} de solution précédente diluée encore à 1/20^e (soit une dilution totale de 1/200^e) pour réduire 10^{cc} de liqueur de Fehling, ce qui donne 48^{gr}23 de sucre réducteur S. (Voir page 303.)

La somme 0.042 D + 0.12 D' + 0.325 S étant positive il y a du glucose.

Rapportant les déviations et la quantité de sucre réducteur à 100 grammes de raisiné, on a :

$$D = + 70; D' = + 44; T = 20^{\circ}$$

$$S = \frac{2.75}{11} \times 200 = 48.23$$

appliquant les formules du premier cas (voir page 304), on a :

$$\text{Saccharose} = 0.1212 (70 - 44) = 3.15$$

$$\text{Sucre interverti} = 0.7097 \times 48.23 - 0.037 \times 70 - 44 \times 0.112 = 26.77$$

$$\text{Glucose} = 0.96 (48.24 - 26.77) = 20.61$$

Sucres totaux 50^{gr}53.

On évalue enfin chaque sucre par rapport à 100 grammes de sucres totaux ; c'est-à-dire qu'on aura ici :

Saccharose 6^{gr}20 pour 100^{gr} de sucre totaux

Sucre interverti. 53 00 —

Glucose 40 80 —

β) Une gelée de grossilles diluée 1/10^e fournit les chiffres suivants :

$$d = - 7.2; d' = - 12.1 \quad T = 20^{\circ}$$

Il a fallu 4^{cc}9 de la solution précédente diluée au 1/10^e (soit une solution totale de 1/100^e), pour réduire 10^{cc} de liqueur cupro-alkaline.

Rapportant les déviations et la quantité de sucres rédu-
cisseurs à 100 grammes de gelée, on a :

$$D = -72; D' = -121 \quad T = 20^{\circ};$$

$$S = \frac{2.75}{4.9} \times 100 = 56.12.$$

et appliquant les formules données aux sucres de fruit (pre-
mier cas, page 304), il vient :

$$\text{Saccharose} = 0.1212 (-72 + 121) = 5.94$$

$$\text{Sucre interverti} = 0.7097 \times 56.12 + 0.037 \times 72 \\ + 0.112 \times 121 = 56.04$$

$$\text{Glucose} = 0.96 (59.12 - 56.04) = 0.87.$$

On peut encore opérer ainsi : Dissoudre 20 grammes de confitures
dans 200^{cc} d'eau; diviser la solution en deux parties.

La première partie sera intervertie et examinée au polarimètre, la
déviations totale représentera le sucre cristallisable, plus le sucre interverti.

Examiner directement la deuxième partie au polarimètre.

Après interversion la liqueur doit être levogyre.

Si après interversion le liquide est dextrogyre, la confiture contient
du glucose. (Voir Miel.)

La dextrine, le glucose et les falsifications d'origine miné-
rale seront recherchées comme dans le sirop, après avoir
étendu la confiture avec de l'eau distillée.

Gélatine. — On la reconnaît en incorporant peu à peu à
20 grammes de confitures 100^{cc} d'alcool à 80°, la gélatine se
précipite, on sépare le précipité par le filtre.

Une partie du précipité chauffée avec de la chaux vive
donne un dégagement d'ammoniaque.

Une deuxième partie du précipité dissoute dans l'eau
donne une solution qui, précipité par le tanin et par l'acide
picrique.

La colle du Japon, Gélosine ou agar-agar, ne peut être
reconnue chimiquement, on peut déterminer sa présence par
l'examen microscopique. Elle retient en effet une proportion
assez considérable de *Diatomées*, qui s'y trouvent incrustées.
La présence de ces *Diatomées* dans les confitures ou gelées,
révélera en outre la présence de la *Gélose* (1).

(1) Il peut arriver que la *Gélose* ne contienne pas de *Diatomées*; dans ce cas, on
emploie le procédé de M. Desmoulières :

α) La confiture contient de la gélatine : en placer 30 grammes dans une capsule
en porcelaine de 250 cc., y ajouter 10 cc. d'eau, chauffer au bain-marie en agitant,
jusqu'à ce que le mélange soit liquide, retirer du feu, ajouter 150 cc. d'alcool à 95°,
laisser au repos 12 heures; décantier la liqueur surnageante, verser sur le précipité
resté dans la capsule 50 cc. d'eau, porter à l'ébullition pendant quelques minutes en

On soumet à la dialyse 100 grammes de confitures, le liquide resté sur le dialyseur est filtré. Le filtre et son contenu sont ensuite séchés et détruits par calcination avec un mélange de 1 p. SO^4H^2 + 3 p. AzO^3H . Après destruction des matières organiques, on étend d'eau dans un vase conique et on laisse déposer. Au bout de 24 heures, on examine le dépôt au microscope. Si on y découvre *l'arachnoïdiscus japonicus* qui a une forme caractéristique, on pourra conclure à la présence de la Géllose (c'est une diatomée circulaire dont la surface est marquée de stries très profondes allant du centre à la périphérie).

Marmelades (1).

Les éléments que l'on a à doser dans une marmelade sont :

L'eau (26 à 32 %).

L'acidité (0^{sr}40 à 0^{sr}50 %).

Les sucres y sont constitués normalement par 35 à 45 % de saccharose ; 23 à 38 de sucre interverti, 0 à 22 grammes de glucose.

Eau. — Peser 7 à 8 grammes de produit bien mélangé, placer la prise d'essai dans une capsule de porcelaine à fond plat avec un petit agitateur : chauffer et liquéfier la masse avec quelques cc³ d'alcool à 40° ; ajouter 12 à 15 grammes de sable blanc lavé et calciné ; peser le tout ; chauffer au bain-marie pendant une heure, ajouter 5^{cc} d'alcool absolu, chauffer

agitant ; verser de l'eau de chaux jusqu'à réaction alcaline au tournesol ; porter à l'ébullition deux minutes, passer sur une toile fine (pour séparer le pectate de chaux gélatineux). Traiter la liqueur limpide par l'acide oxalique en solution à 1/20 jusqu'à réaction *neutre* au tournesol ou *très légèrement alcaline* ; concentrer au bain-marie à 30 cc., verser dans la capsule 2 cc. de formol à 40 % ; agiter, évaporer à siccité ; reprendre le résidu par 50 cc. d'eau, porter à l'ébullition quelques instants en agitant, filtrer à chaud sur un filtre à plis ; concentrer jusqu'à 7 ou 8 cc. le filtrat au bain-marie, en agitant souvent.

Laisser refroidir. Si la confiture contient de la gélose, le résidu se prendra en gelée consistante.

β) La confiture ne contient pas de gélatine : c'est le cas ordinaire, car il est rare de rencontrer à la fois de la gélatine et de la gélose dans une même confiture.

On opère comme précédemment, en supprimant le traitement au formol et en ayant soin de concentrer la liqueur débarrassée du pectate de chaux et traitée par l'acide oxalique, jusqu'à réduction à 50 cc. ; on filtre ensuite à chaud et on concentre à 7 à 8 cc. On laisse refroidir.

(1) Les compotes sont très voisines des marmelades et des confitures ; ce sont en effet des confitures qui doivent être mangées rapidement, et pour cette raison on les sucre peu et on les fait cuire moins longtemps.

encore pendant une heure, porter enfin à l'étuve à 100° pendant 36 heures, peser.

Acidité. — Peser 20 grammes de marmelade, liquéfier la masse avec de l'alcool à 60°, laisser macérer 24 heures, filtrer avec expression, titrer ensuite l'acidité du filtrat que l'on exprime en acide citrique pour 100 gr. de produit; 1^{er} NaOH

$$\frac{N}{10} = 0^{\text{er}}0070 \text{ acide citrique.}$$

Sucres. — Peser 65^{er}12 de marmelade dans un vase de Bohème, ajouter peu à peu de l'eau froide, agiter et décanter dans une fiole jaugée à 250°, en ajoutant aussi les matières insolubles; ajouter de l'acétate basique de plomb, jusqu'à ce que la liqueur ne soit plus qu'à peine acide, compléter à 250° avec de l'eau, mélanger, filtrer.

Examiner le filtrat au polarimètre à la température t° (polarisation directe). D'autre part, mesurer 50^{es} du filtrat, qu'on place dans un flacon d'Erlenmeyer avec 5^{es} HCl concentré; chauffer au bain-marie à 70° pendant dix minutes; refroidir jusqu'à ce que le liquide ait la même température que précédemment; examiner au polarimètre (polarisation après interversion).

Peser 13^{er}024 de sucre candi pur et sec, que l'on dissout dans 100^{es} d'eau (Solution A).

Diluer d'autre part 20^{es} de filtrat (préparé précédemment et employé dans l'examen polarimétrique direct), de façon à obtenir 100^{es} (Solution B).

Prendre deux vases et dans chacun d'eux verser 25^{es} de solution cuivrique d'Allinh et 25^{es} de solution de tartrate alcalin du même auteur, voir page 262 (ou simplement 50^{es} de liqueur de Fehling) puis 40^{es} d'eau. Ajouter dans l'un 10^{es} de A; dans l'autre 10^{es} de B.

Porter les deux vases à l'ébullition; filtrer, laver le cuivre réduit, que l'on dose à l'état de Cu ou de CuO (voir page 270).

On a alors :

$$\text{Pouvoir réducteur de la liqueur} = \frac{\text{Cu (ou CuO) de B}}{\text{Cu (ou CuO) de A}} \times 100.$$

$$\text{Saccharose} = \frac{\text{Saccharose} - \text{polarisation après interversion}}{144 - \frac{t^{\circ}}{2}}$$

Sucre interverti = Saccharose — polaris. directe + 4 × (pouvoir réducteur (1)).

Glucose = 2 (pouvoir réducteur — sucre interverti).

D'après Beythien, si on polarise une solution à 1/10 de marmelade après inversion, si la solution intervertie donne une rotation lévogyre inférieure à -1° ou une rotation dextrogyre, il faut soupçonner la présence de sucre de fécule.

On ajoute quelquefois aux marmelades du marc de fruit.

Cette addition se reconnaît en déterminant les matières insolubles dans l'eau sur 25 grammes.

Beythien a trouvé que :

Les marmelades de groseilles laissent au maximum 4,08 % de matières insolubles.

Les marmelades de fraises de jardins en laissent au maximum 1,85 % ;

Les marmelades de fraises de bois en laissent au maximum 5,23 % ;

Les marmelades de framboises en laissent au maximum 6,14 %.

Fruits confits.

On nomme ainsi des fruits que l'on a complètement imbibés de sirop et qui ont été ensuite recouverts du même sirop, qu'on laisse sécher à la surface. (On prépare ainsi les abricots, cerises, poires, prunes, noix, marrons glacés, angélique, coings, etc.)

Leur analyse comporte tous les dosages indiqués aux confitures, jus et sucs de fruits et marmelades ; on y recherchera les mêmes falsifications.

Dans les résultats, on tiendra compte de la quantité de sucre normalement contenue dans les fruits et donnée par la Table suivante :

(1) L'exemple donné aux sucs et jus de fruits, page 303, ainsi qu'aux liqueurs, page 7, s'applique aussi aux marmelades.

TABLE XL
Analyse de Fruits (BALLAND, Revue du Service de l'Intendance, 1899, t. XII, p. 590).

POUR 100 PARTIES.	MATIÈRES					OBSERVATIONS.		
	EAU.	MAIÈRES AZOLÉES.	MAIÈRES GRASSES.	MAIÈRES EXTRACTIVES.	CELLULOSE.		CENDRES.	
Abricots.	à l'état normal.....	87.70	0.43	0.12	9.70	1.41	0.64	Sucre 8,1. Les semences contiennent 74 % d'eau, 18 de matières azotées à l'état sec et 4 % de cendres. Poids de 4 abricots : 173 grammes, dont noyaux : 12 ^{rr} .4.
	à l'état sec.....	»	3.52	0.95	78.83	11.50	5.20	
Amandes doucees vertes	à l'état normal..	84.50	3.23	0.80	10.77	0.50	0.20	Sucre 0,42.
	à l'état sec.....	»	20.84	5.20	69.46	3.20	1.30	
Amande sans épiderme	à l'état normal..	88.00	5.67	2.49	2.79	0.39	0.96	Sucre 21,90.
	à l'état sec.....	»	47.28	18.20	23.22	3.20	8.00	
Amandes douces sèches (avec la peau).	à l'état normal..	4.40	18.40	34.20	18.00	2.80	2.50	Les coques contiennent 9,6 % d'eau.
	à l'état sec.....	»	18.95	56.69	18.82	2.93	2.61	
Chair.	à l'état normal..	72.40	1.44	0.09	23.93	1.22	0.02	Sucre 21,90.
	à l'état sec.....	»	5.20	0.34	86.71	4.40	3.35	
Bananes.	à l'état normal..	81.00	1.28	0.68	12.68	2.42	1.94	Sucre 6,2. Poids d'une banane entière, 68 gr., dont 40 pour la chair.
	à l'état sec.....	»	6.74	3.60	66.71	12.75	10.20	
Cerises douces (avec la peau).	à l'état normal..	84.10	1.02	0.09	14.12	0.49	0.18	Sucre 8,7 Acidité p. 100 (en acide sulfurique) : 0,240. Les graines à l'état sec contiennent 29,8 p. 100 de matière azotée et 12 p. 100 d'huile. 30 cerises pèsent 175 Gr., dont noyaux 24 gr. 5.
	à l'état sec.....	»	»	»	»	»	»	

Analyse de Fruits (Suite).

POUR 100 PARTIES.		EAU.	MATIÈRES AZOTÉES.	MATIÈRES GRASSES.	MATIÈRES extractives.	CELLULOSE.	CENDRES.	OBSERVATIONS.	
Cerises acides.	Chair avec la peau.	à l'état normal ..	85.00	0.40	41.97	1.41	0.26	Sucre 9,3. Acidité p. 100 : 0,810. Poids de 40 cerises : 165 gr., dont noyaux 18 grammes.	
		à l'état sec	»	2.65	79.82	7.40	1.75		
	Graines.	à l'état normal ..	41.00	6.94	44.13	33.42	3.54		0.97
		à l'état sec	»	11.76	23.95	56.64	6.00		1.65
Coings.	Chair avec la peau.	à l'état normal ..	71.70	0.69	7.23	18.79	0.47	Sucre 6,7.	
		à l'état sec	»	3.95	25.55	63.40	1.64		
	Graines.	à l'état normal ..	49.30	16.35	6.13	21.27	4.97		1.98
		à l'état sec	»	32.24	12.10	41.96	9.80		3.90
Dattes.	Chair.	à l'état normal ..	24.50	0.06	67.10	5.06	1.32	Sucre 51,3. 12 dattes pèsent 100 gr. dont noyaux 15 ^{gr} 6.	
		à l'état sec	»	2.60	88.87	6.70	1.75		
	Noyaux.	à l'état normal ..	12.90	4.08	5.18	71.24	6.18		0.42
		à l'état sec	»	4.68	5.95	81.79	7.10		0.48
Figues vertes entières.		à l'état normal ..	84.80	0.79	12.15	1.23	0.71	Sucre, 8,50. Acidité p. 100 : 0,210.	
		à l'état sec	»	5.20	79.94	8.05	4.70		

Analyse de Fruits (Suite).

POUR 100 PARTIES.	EAU.	MATHÈRES AZOLÉES.	MATHÈRES FRAÎCHES.	MATHÈRES EXTRAITIVES.	CELLULOSE.	CENDRES.	OBSERVATIONS.
Figues violettes entières.	I } à l'état normal..	78.80	0.95	0.31	17.83	1.74	0.37
	I } à l'état sec.....	»	4.47	1.45	84.11	8.22	1.75
	II } à l'état normal..	84.00	0.99	0.20	12.71	1.67	0.43
	II } à l'état sec.....	»	6.20	1.22	79.42	10.40	2.76
Figues entières sèches.	I } à l'état normal..	31.00	2.26	2.10	53.67	7.82	3.15
	I } à l'état sec.....	»	3.28	3.04	77.79	11.33	4.56
	II } à l'état normal..	7.70	11.96	24.60	23.44	20.80	2.50
	II } à l'état sec.....	»	12.96	26.65	25.39	32.29	2.71
Fraises de bois entières.	I } à l'état normal..	85.60	1.36	0.99	8.85	2.56	0.64
	I } à l'état sec.....	»	9.44	6.90	61.49	17.75	4.42
Grosses fraises.	I } à l'état normal..	90.60	0.82	0.38	7.30	0.60	0.30
	I } à l'état sec.....	»	8.78	4.10	77.63	6.35	3.14
	II } parties extérieures sur une épaisseur de 2 mm.	88.40	0.75	0.15	8.47	1.84	0.33
	II } Parties centrales.	»	6.46	1.33	73.00	15.88	3.33
	I } à l'état normal..	91.40	0.31	0.03	7.69	0.36	0.21
	I } à l'état sec.....	»	3.58	0.35	89.47	4.20	2.40

Analyse de Fruits (Suite).

POUR 100 PARTIES.		EAU.	MATIÈRES AZOTÉES.	MATIÈRES GRASSES.	MATIÈRES EXTRAITIVES.	CELLULOSE.	CENDRES.	OBSERVATIONS.
Framboises entières.	{ à l'état normal ..	84.50	1.07	4.12	40.64	2.33	0.34	Sucres 5,7. Acidité p. 100 : 1,220.
	{ à l'état sec	»	6.90	7.25	68.65	15.00	2.20	
Chair sans les graines.	{ à l'état normal ..	84.20	0.59	0.15	41.86	2.91	0.29	Sucres 10,1. Acidité p. 100 : 0,220.
	{ à l'état sec	»	3.76	9.94	75.05	18.40	1.85	
Ecorce.	{ à l'état normal ..	32.80	0.88	0.46	49.61	15.25	1.00	Sucres 9,6.
	{ à l'état sec	»	1.30	0.68	73.83	22.70	1.49	
Graines.	{ à l'état normal ..	60.60	4.50	5.87	16.13	11.94	0.96	Sucres 4,4. Absence de saccharose. Poids de 200 graines : 10 gr.
	{ à l'état sec	»	11.42	14.90	40.94	30.30	2.44	
Chair sans la peau et sans les graines.	{ à l'état normal ..	92.00	0.31	0.65	5.46	1.43	0.15	Sucres 4,9. Acidité p. 100 : 0,960. Poids de 12 grosseilles : 96 gr.
	{ à l'état sec	»	3.81	8.18	68.29	17.90	1.82	
Grosseilles à maquereau.	{ à l'état normal ..	87.30	0.73	0.61	9.07	2.08	0.21	
	{ à l'état sec	»	5.75	4.80	71.38	16.42	1.65	
Graines.	{ à l'état normal ..	61.10	6.44	11.01	18.09	2.08	1.28	
	{ à l'état sec	»	16.55	28.30	46.51	5.33	3.28	

Analyse de Fruits (Suite)

POUR 100 PARTIES.		EAU.	MATIÈRES AZOTÉES.	MATIÈRES GRASSES.	MATIÈRES EXTRACTIVES.	CELLULOSE.	CENDRES.	OBSERVATIONS.	
Groselles blanches.	Chair avec la peau.	à l'état normal..	0.88	0.53	7.85	2.71	0.63	Sucre 6,8. Acidité p. 100 : 1,250	
		à l'état sec.....	» 6.95	4.25	62.30	21.50	5.00		
	Graines.	à l'état normal..	10.54	13.96	20.82	2.16	0.82		
		à l'état sec.....	» 21.81	28.90	43.41	4.48	1.70		
Nèfles sans les semences		à l'état normal..	74.10	0.35	41.47	13.20	0.44	Sucre 9,1. Poids de 6 nèfles : 72 gr.	
		à l'état sec.....	» 1.96	1.68	44.28	51.00	1.68		
Noisettes (amande) du même arbre examinées en Janvier 1897 et récoltées.	En 1895.	à l'état normal..	3.50	15.58	61.16	13.22	3.84	Poids de 10 noisettes : 14 gr. dont amandes : 7 gr. 80. Les coques contiennent 9,3 p. 100 d'eau.	
		à l'état sec.....	» 16.43	63.37	13.70	4.00	2.80		
		à l'état normal..	8.30	13.96	62.92	7.60	4.72		Poids de 10 noisettes : 14 ^{gr} 8, dont amandes : 7 ^{gr} 7. Les coques contiennent 9,3 p. 100 d'eau.
		à l'état sec.....	» 15.22	68.62	8.20	5.45	2.72		
Noix.	Amande sans épiderme.	à l'état normal..	26.50	41.05	41.98	17.57	1.60	Les coques contiennent 33,7 p. 100 d'eau.	
		à l'état sec.....	» 45.03	57.12	23.90	2.48	1.77		
		à l'état normal..	20.90	5.82	42.31	51.37	8.00		1.60
		à l'état sec.....	» 7.36	15.57	64.95	40.40	2.02		

Analyse de Fruits (Suite).

POUR 100 PARTIES.	EAU.					OBSERVATIONS.	
	MATIÈRES AZOTÉES.	MATIÈRES GRASSES.	MATIÈRES CÉLÉSTES.	CENDRES.	CELLULOSE.		
Olives longues (conservées dans l'eau salée).	à l'état normal...	75.40	0.76	11.48	8.04	0.90	Poids de 12 olives: 42 gr., dont noyaux: 7 ^{rs} 5. Les graines à l'état sec contiennent 17,4 p. 100 de mat ^{re} azotée et 1,8 p. 100 d'huile. Noyaux: 7 ^{rs} 3.
	à l'état sec.....	»	3.10	38.85	32.67	3.68	
Olives rondes (conservées dans l'eau salée).	à l'état normal...	73.30	0.67	14.03	9.81	1.81	Poids de 12 olives: 48 gr., dont noyaux: 7 ^{rs} 3.
	à l'état sec.....	»	2.49	32.54	36.80	6.76	
Chair sans les graines.	à l'état normal...	86.70	0.63	0.26	11.44	0.93	Poids 130 gr., dont peau 33 gr.
	à l'état sec.....	»	5.20	1.95	83.75	7.00	
Oranges.	à l'état normal...	48.40	6.57	11.76	20.17	3.09	Poids de 24 graines: 4 ^{rs} 80. Acidité du jus, 0,93 p. 100.
	à l'état sec.....	»	12.75	22.80	39.40	5.95	
Ecorces.	à l'état normal...	70.40	0.88	0.38	22.34	3.23	
	à l'état sec.....	»	2.96	1.85	75.49	10.90	
Pêches avec la peau.	à l'état normal...	88.60	0.86	0.48	10.36	1.19	Sucre 6,7. Acidité p. 100: 0,80. Poids de 2 pêches: 150 gr. dont noyaux 13 gr. L'amande des noyaux contient jusqu'à 6,4 ^{ans} p. 100 d'acide cyanhydrique.
	à l'état sec.....	»	6.44	3.56	77.30	8.90	

Analyse de Fruits (Suite).

POUR 100 PARTIES.		KAV.	MATIÈRES AZOTÉES.	MATIÈRES GRASSES.	MATIÈRES EXTRACTIVES.	CELLULOSE.	CENDRES.	OBSERVATIONS.	
Poirés.	Chair sans la peau.	à l'état normal...	88.30	0.24	9.93	1.12	0.17	Sucre 6,2. Acidité : 0,110. Présence de Mn dans les cendres. Une poire de même provenance conservée 6 mois, contenait 82 p. 100 d'eau et à l'état sec 2,44 de matières azotées et 0,6 p. 100 de matière oléo-résineuse.	
		à l'état sec.....	»	2.14	86.36	9.75	1.45		
	Peau (épluchures).	à l'état normal..	72.50	0.17	1.32	18.28	7.45		0.28
		à l'état normal..	»	0.61	4.80	69.49	27.10		1.00
Poirés d'hiver après 6 mois de conservation.	Graines.	à l'état normal..	43.30	17.01	43.96	6.24	1.45	Soluble dans l'éther. Poids de 100 graines : 3*65.	
		à l'état sec	»	31.40	29.32	25.33	11.40		2.65
	Peau (épluchures).	à l'état normal..	70.80	1.34	0.75	26.79	0.32		Sucre 8,9. Acidité p. 100 : 0,820.
		à l'état sec	»	4.60	2.55	91.75	1.10		
Pomme.	Chair sans la peau et les pépins.	à l'état normal..	80.80	0.45	0.41	17.36	0.28	Sucre 8,9. Acidité p. 100 : 0,820.	
		à l'état sec	»	2.44	0.66	95.40	1.50		
Pomme.	Chair sans la peau.	à l'état normal..	82.60	1.44	0.06	14.41	1.20	Sucre 8,9. Acidité p. 100 : 0,820.	
		à l'état normal..	»	8.28	0.32	82.84	6.96		1.60
	Peau (épluchures).	à l'état normal..	73.80	4.34	2.36	17.89	0.93		Sucre 8,9. Acidité p. 100 : 0,820.
		à l'état sec	»	16.56	9.00	68.28	3.56			2.60

Analyse de Fruits (Suite).

POUR 100 PARTIES.	EAU.		MATIÈRES AZOTÉES.	MATIÈRES GRASSES.	MATIÈRES EXTRAITIVES.	CELULOSE.	CENDRES.	OBSERVATIONS.
	à l'état normal...	à l'état sec						
Pomme conservée 7 mois (chair sans la peau).	82.00	0.29	0.08	16.01	1.33	0.29	Sucre 10,2. Présence de Mn dans les cendres.	
	»	1.58	0.45	88.97	7.40	1.60		
Pruneblanche (reine-claude).	78.30	0.42	0.24	49.94	0.62	0.48	Sucre 10,9. Acidité p. 100 : 0,380. Poids de 12 prunes : 270 gr., dont noyaux, 11 ^g 4.	
	»	1.96	1.10	91.89	2.88	2.25		
Prunes blanches avec la peau.	75.50	1.49	0.21	21.24	1.37	0.49	Sucre 6,8. Les amandes des noyaux renferment 45,5 p. 100 d'eau, et à l'état sec, 15,88 de matières azotées et 26,40 d'huile.	
	»	4.88	0.84	86.68	5.60	2.00		
Pruneaux de choix.	86.70	0.48	0.45	11.43	0.71	0.53	Sucre 46,3 à l'état normal. Présence de Mn dans les cendres. Poids de 12 pruneaux : 84 gr., dont noyaux 14 gr. Traces de Mn dans les cendres.	
	»	3.58	3.35	83.67	5.38	4.02		
Amande des noyaux.	49.80	2.37	0.40	71.44	4.43	1.86	Sucre 46,3 à l'état normal. Présence de Mn dans les cendres. Poids de 12 pruneaux : 84 gr., dont noyaux 14 gr. Traces de Mn dans les cendres.	
	»	2.95	0.50	89.08	5.45	2.32		
Amande des noyaux.	41.00	23.55	31.33	23.89	7.12	3.41	Sucre 46,3 à l'état normal. Présence de Mn dans les cendres. Poids de 12 pruneaux : 84 gr., dont noyaux 14 gr. Traces de Mn dans les cendres.	
	»	26.46	35.20	26.84	8.00	3.50		

Analyse des Fruits (Suite).

DOUR 100 PARTIES.	EAU.	MATIÈRES AZOLÉES.	MATIÈRES GRASSES.	MATIÈRES EXTRACTIVES.	CELLULOSE.	CENDRES.	OBSERVATIONS.
Grains entiers, { (pulpes, peau, } { à l'état sec	80.00	0.49	0.38	17.69	1.24	0.20	Poids de la grappe : 181 gr. Nombre de grains : 177. 49 grains présent 100 gr., contennent pulpe : 88 gr.; peau, 8 ^{gr} ; pépins (71) 3 ^{gr} 5.
	»	2.45	1.90	88.45	6.20	1.00	
Chair sans la { peau. { à l'état normal ..	81.80	0.36	0.31	17.23	0.23	0.07	Sucre 16,6. Acidité p. 100 : 0,198.
	»	1.99	1.70	94.65	1.26	0.49	
Raisin							
Chasselas. } Peau grossiè- } rement expri- } mée. { à l'état sec	76.50	1.50	0.92	18.35	2.07	0.66	
	»	6.44	3.90	78.06	8.80	2.80	
Pépins. } à l'état normal ..	38.70	5.46	8.58	18.94	27.58	0.74	
	»	8.90	14.00	30.90	45.00	1.20	
Raisins secs (pulpe et } peau sans pépins). } à l'état normal ..	49.80	0.45	0.56	76.70	1.85	0.64	Sucre 74.6. Poids de 50 grains : 45 grammes.
	»	0.56	0.70	95.64	2.30	0.80	

Bonbons.

Pour l'examen des bonbons on procédera aux essais suivants :

Examen organoleptique (odeur, saveur, couleur du produit).

Dosage de l'eau ;

— *des cendres ;*

— *des sucres* (glucose-saccharose, dextrine, voir page 71).

Recherche de la gélatine. — Traiter 10 grammes de substance par 15° d'eau chaude, filtrer, laver le résidu à l'eau jusqu'à ce qu'on ait obtenu 30° de liquide filtré. Evaporer cette solution jusqu'à 10° environ et ajouter au résidu un volume double d'alcool à 95°. La gélatine se sépare alors en précipité volumineux, que l'on recueille et que l'on identifie au moyen des réactions de la gélatine (v. Confitures p. 329).

Détermination de la nature des acides. — Prendre 25 grammes de substance, la pulvériser s'il est nécessaire et la traiter par l'eau chaude de façon à obtenir 50° de liquide ; filtrer, laver le résidu resté sur le filtre avec quantité suffisante d'eau pour obtenir 100° de filtrat.

Déterminer l'acidité sur 10° de filtrat. Sur le reste du liquide rechercher, au moyen de leurs réactions propres, les acides minéraux et organiques.

La saveur acide doit uniquement provenir des acides végétaux (citrique, tartrique et malique, voir suc et jus des fruits). Le produit ne doit pas renfermer d'acides minéraux libres.

Détermination de la nature du colorant. — Triturer 10 à 15 grammes du produit avec 30 à 40 grammes d'eau. Si la matière colorante ne se dissout que difficilement, ajouter de l'alcool concentré en quantité suffisante pour obtenir une solution renfermant 50 % d'alcool.

Introduire le mélange dans un ballon et chauffer le tout au bain-marie, filtrer à chaud, laver le résidu à l'alcool étendu ; laisser refroidir la solution filtrée (la filtrer encore pour séparer la matière grasse s'il en existe dans le produit), rechercher comme il est dit à l'analyse des vins (page 161, note 1), les colorants de la houille, les azoïques et les sulfo de fuchsine.

Recherche des métaux toxiques (se fera sur les cendres, voir conserves alimentaires), *des substances conservatrices* et de la saccharine (voir recherche des agents de conservation).

Pâtisseries.

L'examen des pâtisseries comprendra :

La détermination des caractères organoleptiques.

L'examen microscopique. — Si le produit contient de la matière grasse, on en dessèche une portion à 100°, on la dégraisse par l'éther, puis on la broie dans un mortier avec de l'eau chaude, on la laisse en contact avec l'eau pendant une heure, on filtre, on examine au microscope la nature du résidu resté sur le filtre. (Voir farines).

Le dosage de l'eau.

Le dosage des cendres.

Le dosage des sucres. — On prend le liquide filtré obtenu dans la préparation de l'échantillon pour l'examen microscopique et on y recherche et dose le saccharose, le glucose (voir Miel).

La recherche de la gélatine. — On opère comme pour les bonbons, sur la matière préalablement desséchée et dégraissée à l'éther.

La détermination de la nature et dosage de la matière grasse. — Mélanger 5 à 10 grammes de substance avec un poids égal de sable lavé et séché ; dessécher le mélange au bain-marie et en extraire la matière grasse au moyen de l'éther et de l'appareil à épuisement à chaud de Soxhlet. (Voir Café.)

Distiller la solution éthérée ; dessécher le résidu à 100° et peser.

Examiner le résidu, et l'identifier par les constantes des corps gras. (Voir Beurre et ses falsifications).

La détermination de la nature du colorant. — Opérer comme il est dit pour les bonbons en opérant sur la matière dégraissée.

La recherche des métaux toxiques, des substances conservatrices et de la saccharine (voir Bonbons).

DOSAGE DES ACIDES TARTRIQUE, CITRIQUE, MALIQUE, DANS LES FRUITS ET LEURS DÉRIVÉS.

Les liqueurs sirupeuses ou les jus sont traitées par leur volume d'alcool à 90°. Après repos, on décante, puis on filtre. Le dépôt, jeté ensuite sur le filtre, est lavé à l'eau bouillante. La liqueur filtrée est additionnée de sous-acétate de plomb. Le précipité

recueilli est lavé avec de l'alcool à 60°. On l'arrose ensuite d'ammoniaque et on recueille le liquide filtré qui contient les acides citrique, malique et tartrique, plus ou moins mélangés de matière colorante.

Cette liqueur est additionnée de sulfhydrate d'ammoniaque et acidifiée par de l'acide acétique ; on filtre, la liqueur filtrée est additionnée d'un petit excès d'une solution d'acétate de potasse, afin de combiner l'acide tartrique et on ajoute à la liqueur deux fois son volume d'alcool à 95°. On agite énergiquement et on laisse déposer dans un endroit frais pendant quelques heures. On filtre sans s'inquiéter du précipité adhérent au vase. On lave le vase et le précipité à l'aide d'alcool à 60°. La liqueur filtrée mise de côté va servir au dosage des acides citrique et malique.

Acide tartrique. — Le filtre sur lequel on vient de passer la liqueur est placé sur le vase qui a servi à la précipitation et sur la paroi duquel des cristaux de bitartrate sont restés adhérents. On lave le filtre à l'eau bouillante qui dissout le tartre, puis on ajoute au liquide deux gouttes d'une solution alcoolique de phtaléine du phénol : on verse goutte à goutte à l'aide d'une burette graduée, de la solution décime de potasse, jusqu'à ce qu'on aperçoive la teinte rose de la phtaléine. Le nombre de centimètres cubes de liqueur de potasse multiplié par 0,0188 donne la quantité de bitartrate de potasse qui, multipliée par 0,79, donne celle d'acide tartrique correspondant.

Acides citrique et malique. — Le liquide contenant ces acides est additionné d'un peu de chlorure de calcium, puis d'un petit excès d'ammoniaque et d'un peu d'alcool ; on porte au bain-marie pendant une demi-heure et on filtre. On lave avec de l'eau de chaux bouillante. Le liquide filtré contient l'acide malique ; sur le filtre est resté le citrate de chaux, lequel est dissous à l'aide de l'acide azotique et précipité par l'acétate de plomb. Après dépôt, on filtre et on lave par décantation avec de l'alcool à 60°. Le précipité est décomposé par l'hydrogène sulfuré, après l'avoir fait passer à l'aide d'un jet de pissette dans un vase à large ouverture.

On filtre, on lave et la liqueur est mise à bouillir jusqu'à disparition d'odeur d'acide sulfhydrique.

On titre avec la potasse décime, comme pour la crème de tartre. Chaque centimètre cube de cette dernière correspond à 0^{sr},0070 d'acide citrique.

La liqueur contenant l'acide malique à l'état de malate de chaux est concentrée, puis, on lui ajoute un petit excès de carbonate de soude ; on filtre et on lave à l'eau bouillante ; on concentre et on ajoute un peu de chlorure de calcium et 2 volumes d'alcool à 90°.

On laisse déposer, on recueille le précipité et on le dissout dans un peu d'HCL : on précipite par l'acétate de plomb ; on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré, titre avec la solution de KOH $\frac{N}{10}$: 1° = 0,0067 acide malique.

(Girard et Dupré : Analyse des matières alimentaires.)

Limonades gazeuses.

Méthode du professeur Blarez. — L'analyse d'une limonade gazeuse comporte (1) :

1° Le dosage des sucres : saccharose, sucre interverti (provenant de la saccharose primitivement employé), glucose ;

2° Le dosage de l'acidité fixe et la nature de l'acide employé : citrique, tartrique, minéral ;

3° La recherche de la saccharine.

Enfin, on peut compléter ces recherches par celles des substances minérales, et, dans des cas particuliers, par des essais spéciaux, relativement à la pureté du gaz carbonique employé, à celle de l'eau utilisée, à la présence du plomb, de l'arsenic, etc.

Les sucres se dosent facilement en faisant successivement usage du polarimètre et des dosages par la liqueur de Fehling avant et après inversion. (Voir page 71 et Saccharimétrie pages 304 et 305.)

L'acidité fixe se dose sur 20° au moyen d'une solution alcaline décime, après départ de l'acide carbonique par agitation.

Les acides minéraux libres se reconnaissent facilement (Voir Vinaigres), les acides tartrique et citrique, comme il est dit aux sirops de fruits.

La saccharine peut se retrouver facilement. L'auteur procède comme suit : on prend 50° de limonade qu'on place dans un ballon à col très court, avec deux ou trois gouttes

(1) Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux.

de solution de carbonate de soude, et, tenant le ballon au moyen d'une pince en bois, on fait bouillir directement sur une flamme de Bunsen. En dix minutes, le résidu *sirupeux* est obtenu ; on l'additionne de quelques gouttes d'acide chlorhydrique pur, jusqu'à réaction acide, après départ du gaz carbonique. On verse dans le ballon 20^{cc} d'éther pur ; on bouche et agite très vivement pendant quelques minutes. On laisse déposer et on décante l'éther (qui a dissous la saccharine) dans une petite capsule de porcelaine. On fait rapidement évaporer l'éther, en plaçant la capsule sur un bain-marie bouillant, mais en prenant la précaution d'éteindre toutes les flammes à proximité. En moins de dix minutes, l'éther est évaporé, et le résidu doit présenter, dans le cas de présence de saccharine, une saveur sucrée appréciable. On place dans la capsule une pastille de potasse caustique pure et deux à trois gouttes d'eau distillée ; on promène le tout dans la capsule en lui imprimant un mouvement giratoire, de façon à dissoudre tout le résidu, et l'on verse dans un petit creuset d'argent de 10 à 15^{cc} de capacité. On chauffe ce creuset, pendant une dizaine de minutes, au bec Bunsen, *en interposant une toile métallique entre son fond et la flamme*. Dans ces conditions, la température est suffisante pour décomposer la saccharine sans détruire le salicylate de potasse formé.

On observe, après départ de l'eau, qu'une réaction se passe dans la masse fondue dans le cas de la présence de saccharine. Il se dégage de petites bulles gazeuses, et on peut reconnaître un dégagement d'ammoniaque (papier de curcuma, réactif de Nessler, hypobromite de soude).

On laisse ensuite refroidir, remplit le creuset aux trois quarts avec de l'eau distillée, et verse de l'acide chlorhydrique goutte à goutte jusqu'à réaction acide, après départ d'acide carbonique.

Le contenu du creuset est versé dans un tube à essai ; on ajoute un volume égal de benzène cristallisable ; agite quelques instants et laisse les liquides se séparer. On décante le benzène dans un tube à essai bien propre et l'on y verse deux à trois gouttes d'une solution récente de perchlorure de fer à 1 %. On agite, et s'il y a de l'acide salicylique, l'eau, qui gagne le fond, est colorée en violet.

Enfin, dans le tube dans lequel s'est fait l'épuisement par le benzène et qui contient encore en dissolution le produit retiré du creuset, on verse quelques gouttes de chlorure de baryum pour rechercher la présence du sulfate.

Ces trois réactions combinées : dégagement d'ammoniaque, formation d'acide salicylique et de sulfates, et, d'autre part, la saveur sucrée du résidu de l'évaporation de l'épuisement éthéré, sont tout à fait caractéristiques de la saccharine.

V.

Matières grasses.

*Beurre, graisses alimentaires, huiles,
lait, fromages.*

I. BEURRE.

L'analyse du beurre de vache comprend :

- 1° *L'examen des caractères organoleptiques ;*
- 2° *La détermination des caractères physiques ;*
- 3° *L'examen microscopique ;*
- 4° *L'analyse chimique proprement dite ;*
- 5° *La recherche des falsifications.*
- 6° *Recherche des antiseptiques.*

1° Examen des caractères organoleptiques.

Un bon beurre ne doit être ni mou, ni cassant, à la température ordinaire ; il doit avoir une consistance demi molle, son odeur doit être faiblement aromatique, sa saveur douce et agréable ; appliqué sur la langue il doit fondre sans laisser de grumeaux ; sa couleur doit être jaune paille plus ou moins foncé (le beurre est parfois blanc).

2° Détermination des caractères physiques.

Point de fusion. (Procédé Redwod.) — On prend une capsule de porcelaine émaillée, remplie d'eau, faisant fonction de bain-marie, dans laquelle on place une seconde capsule remplie de mercure, isolée de la première par une rondelle métallique, un thermomètre sensible est maintenu

plongé dans le mercure; on place alors sur le mercure à l'aide d'une tige de verre un fragment de beurre, on chauffe lentement la capsule extérieure de façon que la température n'augmente pas de plus de 3 à 4° par minute.

Lorsque le point de fusion est atteint on voit le corps gras fondre et s'étaler jusqu'au mercure (1). On note le degré indiqué par le thermomètre : c'est le point de fusion cherché.

La température de fusion du beurre adoptée par les différents auteurs est variable, on peut prendre comme moyenne les températures de 31° à 36°.

Densité. — On détermine la densité du beurre par la méthode du flacon, mais comme on doit opérer à la température de 100°, voici comment on procède :

On pèse le flacon vide à la température ordinaire soit P, puis on le remplit d'eau distillée bouillie et on le maintient dans un bain-marie d'eau bouillante pendant 30 minutes, on le bouche avec son bouchon de verre, on fait affleurer l'eau au trait et on laisse refroidir à la température ordinaire et on pèse, soit P' : $P' - P = p$, poids de l'eau.

On enlève l'eau, on rince le flacon à l'alcool et à l'éther, on le dessèche à 100°, on remplit le flacon de beurre desséché, chaud et filtré (Voir préparation de l'échantillon, page 354). Puis on le maintient 30 minutes dans l'eau bouillante, on le fait affleurer au trait, on laisse refroidir et on pèse, soit P'' :

$$P'' - P = p' \text{ poids du beurre}$$

$$D = \frac{P}{p'}$$

La densité du beurre à 100° est comprise entre 0.865 et 0.868.

On détermine aussi quelquefois la densité à 40°.

Pour cela, on prend un flacon à densité non gradué muni d'un thermomètre (picnomètre fig. 25), dont le réservoir arrive au milieu du flacon, on pèse le flacon propre et sec, on remplit d'eau et on chauffe doucement au bain-marie de manière à amener la température de l'eau du flacon à 40°. On laisse refroidir et on pèse, soit p. On remplit ensuite le flacon de beurre fondu et on amène la température à 40°, après refroidissement on pèse, soit p'

$$D = \frac{P}{p'}$$

Bell a trouvé ainsi :

$$\text{Beurre pur et sec. } 0.911 - 0.913.$$

(1) Il est pratique de placer le fragment de beurre au milieu d'une petite rondelle de papier à filtrer, dès que le beurre entre en fusion on aperçoit le papier en contact avec le beurre s'imbiber de matière grasse.

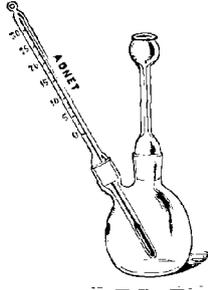


Figure 25.

3° Examen microscopique.

A) Placer un petit fragment de l'échantillon pris au milieu de la masse sur une lame de verre, ajouter une goutte d'huile d'olive pure et couvrir avec une lamelle en faisant pression légèrement, examiner au microscope avec un grossissement de 300 à 350 diamètres.

B) Dissoudre 1 à 2 grammes de beurre dans l'éther, abandonner la solution au repos pendant 24 heures dans un tube bouché, examiner les cristaux déposés.

Le microscope permettra ainsi de déterminer la nature de la matière grasse ou les acides gras qu'on en retire, il permettra en outre de rechercher les matières étrangères organiques ou minérales, fécule (voir Farines), poudres colorantes végétales, sels inorganiques, débris de tissus animaux, introduits dans le beurre avec des graisses diverses.

Le beurre pur et frais, s'il n'a pas été fondu, ne présente aucune trace de matière grasse cristallisée, sa masse n'est composée que de granules butyreux ; fondu et refroidi brusquement avec agitation, on n'y aperçoit que des rudiments de cristaux. Après fusion et refroidissement lent, il présente au microscope des masses cristallisées étoilées ; dans ces dernières conditions les graisses de mouton, de bœuf, de porc, laissent voir des cristaux de stéarine et de palmitine, mêlés à des cellules de tissus adipeux.

Mal préparé, le beurre renferme une certaine quantité de petit lait qui se présente sous forme de gouttelettes plus pâles et plus réfringentes que celles de la matière grasse.

L'examen microscopique montre en outre, si le beurre a été salé, des cristaux de chlorure de sodium.

4° Analyse chimique.

L'analyse chimique comprend :

- 1° *Le dosage de l'eau ;*
- 2° — *des cendres ;*
- 3° — *des matières grasses et du résidu insoluble dans l'éther (caséine, lactose, chlorure de sodium).*

1° *Eau*. — Dessécher 1^{er}50 à 2^{es}50 de beurre jusqu'à poids constant au bain-marie, bouillant pendant 2 heures, puis à l'étuve à 120° jusqu'à ce que deux pesées exécutées à vingt minutes d'intervalle fournissent le même poids.

La proportion d'eau ne doit pas être supérieure à 14 ou 16 %.

Le beurre frais donne en moyenne 14 % d'eau, le beurre salé n'en renferme guère que 9.50 %.

2° *Cendres*. — Calciner le résidu de l'opération précédente en chauffant doucement au début afin d'éviter les projections; le beurre s'enflamme et laisse un résidu noirâtre que l'on continue à chauffer jusqu'à ce qu'il ait changé de couleur, ne pas dépasser la température du rouge sombre sans quoi le chlorure de sodium serait volatilisé (1).

L'augmentation de poids de la capsule donne le poids des cendres qui ne doit pas être supérieur à 1 ou 2 %.

3° *Matière grasse : Caséine, lactose et chlorure de sodium*. Dessécher le beurre à 115°-120°, le traiter à différentes reprises dans un flacon bouché par l'éther pur, ou l'essence de pétrole rectifié (*Allen*), ou un mélange à PE d'alcool fort et de sulfure de carbone (*Francoqui*), jusqu'à épuisement complet, filtrer sur un filtre taré, traiter le résidu avec une nouvelle quantité d'éther, réunir les liqueurs filtrées; on a ainsi un résidu et une solution.

A) Le résidu resté sur le filtre est desséché à 120° et pesé, soit P ce poids, P — p représente les matières insolubles (p étant la tare du filtre), ce résidu insoluble est composé de caséine, de lactose et NaCl, parfois d'autres corps ajoutés frauduleusement au beurre; un bon beurre ne laisse pas plus de 1^{er}50 de résidu pour 100, au-delà de 4 grammes il y a fraude.

Traiter ce résidu par l'ammoniaque qui dissout la caséine, et par évaporation du liquide filtré, dans une capsule tarée, on a le poids de ce dernier corps.

(1) Le procédé suivant, du à M. Deleccœullerie, permet de faire les cendres de toutes les matières grasses sans être obligé de dessécher préalablement la matière

On pèse dans une capsule tarée en platine une certaine quantité de beurre, on le fait fondre à une douce chaleur (au-dessus d'une étuve à eau), puis lorsque la masse est bien liquéfiée on y plonge un petit filtre ne laissant pas de cendres, plié en quatre, on allume la partie du filtre émergeant le corps gras fondu. Lorsque le filtre s'est éteint, il suffit de calciner le résidu contenu dans la capsule.

Le lactose et le chlorure de sodium insolubles dans l'ammoniaque et restés sur le filtre, sont dissous dans 100^{cc} d'eau distillée, la liqueur obtenue est divisée en deux parties.

Dans la première on dose le lactose à l'aide de la liqueur cuivrique. (Voir page 268 et 277.)

Dans la seconde on dose le chlorure de sodium par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de 2 à 3 gouttes de chromate neutre de potassium comme indicateur : un beurre salé ne doit pas contenir plus de 8 grammes pour 100 de sel.

B) La solution étherée, formée par la réunion des liqueurs étherées, est évaporée à une douce chaleur dans une capsule tarée, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de perte de poids, on obtient ainsi le poids de la matière grasse, ce poids doit être compris entre 83 et 85 grammes pour 100.

Voici une méthode rapide d'analyse :

Doser l'humidité sur 10 grammes de beurre. — Traiter le beurre desséché, par l'éther sec (150 à 200^{cc}) et laisser en contact 3 ou 4 heures, en agitant de temps en temps. Laisser déposer la partie insoluble et la recueillir sur un filtre séché et taré, rincer le vase et le filtre avec de l'éther pour entraîner toute la matière grasse, entraîner dans une capsule tarée la petite quantité de matières insolubles restées dans le flacon au moyen d'eau bouillante. Evaporer le liquide de la capsule au bain-marie après évaporation, mettre dans la capsule le filtre contenant la matière insoluble et chauffer le tout pendant 3 heures à l'étuve à 100°, laisser refroidir et peser; l'augmentation du poids de la capsule diminuée du poids du filtre donne la proportion globale de matières insolubles (caséine, lactose, chlorure de sodium).

Cendres. — La capsule chauffée au moufle donne le poids de cendres.

Matière grasse. — Retrancher de 100 la somme de poids obtenus pour l'humidité et pour les insolubles dans l'éther, rapportés à 100 grammes.

Caséine, = poids des insolubles — poids des cendres.

5° Recherche des falsifications.

Le beurre peut être falsifié :

1° *Par addition d'eau ou de petit lait* dont on maintient l'excès en incorporant en même temps certains sels minéraux (borax, etc.);

2° *Par des colorants artificiels;*

3° *Par addition de corps gras étrangers.*

EAU. — L'eau se reconnaît par la proportion exagérée de cet élément et en explorant en tout sens la masse de beurre

avec un couteau ; on aperçoit les gouttelettes du liquide qui a été emprisonné dans le beurre.

MATIÈRES COLORANTES. — On constatera la présence d'une matière colorante étrangère dans le beurre en le traitant par l'alcool chaud qui la dissoudra.

α) La solution alcoolique est incolore, *couleur naturelle*.

β) La solution alcoolique est colorée. Elle donne un précipité orangé avec le sous-acétate de plomb, *si elle contient du safran*.

La solution alcoolique évaporée laisse un extrait *rouge brun*, qui bleuit avec SO^4H^2 concentré : *rocou* ; *rose foncé* ; qui devient brun par HCL et brun foncé par les alcalis : *curcuma* ; qui verdit avec les alcalis : *carotte*.

RECHERCHE DES CORPS GRAS ÉTRANGERS.

On a donné un grand nombre de méthodes pour déterminer la présence de matières grasses étrangères dans le beurre ; on peut les grouper ainsi :

- 1° Méthodes chimiques qualitatives ;
- 2° Détermination des constantes chimiques de la matière grasse du beurre ;
- 3° Détermination des constantes physiques de la matière grasse du beurre.

MÉTHODES CHIMIQUES QUALITATIVES.

A) *Recherche du suif et de l'axonge.*

Faire fondre dans une capsule une petite quantité de beurre avec une solution de potasse nécessaire pour produire la saponification. (Voir Indice de Hehner, page 356.)

Verser ensuite le tout dans un verre à précipité et laisser refroidir, ajouter alors avec précaution de l'acide sulfurique concentré qui se combine avec l'alcali et met en liberté les acides gras volatils.

Il suffit de sentir pour se rendre compte de la présence du suif et de l'axonge.

Procédé Bach. — Traiter 1 gramme de beurre par 20 grammes d'un mélange formé de 1 volume alcool à 95° et 3 volumes éther, à + 20°, tout le beurre se dissout et la caséine tapisse les parois du vase dans lequel se fait l'expérience.

Si au contraire le beurre contient de l'axonge ou du suif de mouton, ces matières restent indissoutes dès que la proportion de ces corps atteint 10 %. Quand la proportion des graisses étrangères est des plus minimes, il faut attendre et maintenir le liquide dans un courant d'eau, peu à peu il se trouble et laisse déposer la matière grasse. La solution de beurre pur se refroidit sans se troubler.

B) Recherche de la margarine.

a) *Le procédé Bach* donne en présence de la margarine les mêmes résultats qu'en présence de l'axonge ou du suif.

b) *Procédé Donny*. — On remplit à moitié un tube de verre de beurre à examiner, et on chauffe au bain d'huile jusqu'à 150°-160°.

Si c'est de la margarine, l'ébullition de la matière fondue est irrégulière, des flocons noirs de caséine se précipitent et en s'attachant au parois du tube donnent à la masse une teinte foncée.

Au contraire dans le beurre pur, l'ébullition beaucoup plus forte est accompagnée d'une grande quantité de mousse, et les flocons qui se colorent restent en suspension dans la masse fondue au lieu de se déposer contre les parois du tube.

De plus le beurre naturel, après fusion, se fige plus promptement que le beurre artificiel; en agitant avec une solution d'ammoniaque le beurre naturel, celui-ci est difficilement et incomplètement saponifiable, il forme un savon qui nage dans un excès d'ammoniaque; le beurre artificiel, au contraire donne, immédiatement avec cet alcali un liquide homogène.

c) *Procédé Bockairy*. — Il est fondé sur la solubilité des graisses dans un mélange de toluène et d'alcool. Dans une éprouvette contenant 15^{cc} de toluène pur ou de benzine, on versera 15^{cc} de beurre fondu et filtré, puis 40^{cc} d'alcool à 97°. Le toluène ayant dissout le corps gras, reste au fond de l'éprouvette, tandis que l'alcool surnage. On chauffe l'éprouvette à + 50° et on agite; avec une graisse, il se produit immédiatement un trouble, avec du beurre pur ou additionné de graisse, les deux liquides se mélangent sans se troubler.

Pour savoir si le beurre est pur, on place l'éprouvette, après l'avoir agitée, dans une étuve à + 40° et on l'y maintient une demi-heure; le beurre pur ne s'y trouble pas ou à peine, tandis que la présence de la matière grasse étrangère détermine un trouble, puis un précipité liquide.

d) *Procédé Husson*. — On traite 10 grammes de beurre par un mélange à PE d'éther à 66° et d'alcool à 90°.

Pour dissoudre, on chauffe le mélange au bain-marie à + 35° ou + 40°, on laisse refroidir jusqu'à + 18°, au bout de 24 heures le beurre naturel laissera un dépôt qui, desséché, ne devra pas avoir un poids supérieur à 4 grammes, ni inférieur à 3 gr. 50.

Une augmentation dans ces chiffres serait un indice de la présence de suif de mouton ou de bœuf.

Une diminution indiquerait un mélange de margarine ou d'axonge, ou de graisse d'oe.

C) Recherche du beurre de coco.

D'après M. le pharmacien-major Lahache (*Revue générale de chimie appliquée*, 15 novembre 1903), le beurre de coco mélangé au beurre dans la proportion d'une partie de beurre de coco pour trois parties de beurre, est facilement mis en évidence par le microscope. Nous renvoyons à l'excellent travail de notre collègue pour cette recherche.

En outre le beurre de coco est caractérisé, d'après le même auteur :

1° Par l'absence d'acides volatils dans les produits de la saponification des beurres de coco alimentaires.

2° Par l'action de l'alcool sur les beurres de coco et de vache et leurs mélanges.

Si dans une éprouvette graduée de 100^{cc} on introduit 10^{cc} de beurre fondu et 90^{cc} d'alcool à 90°, qu'on agite vivement et qu'on abandonne le mélange au repos pendant six heures, le volume de la couche inférieure sera :

26 ^{cc}	si le beurre est pur.
22 ^{cc}	s'il renferme 1/6 de beurre de coco.
20 ^{cc}	— 1/5 —
16 ^{cc}	— 1/4 —
14 ^{cc}	— 1/2 —
7 ^{cc}	pour le beurre de coco pur.

D) Huiles de coton, de sésame, d'arachide.

Le procédé Tambon, à la potasse, est un des plus sûrs pour rechercher et séparer ces trois composés. (Voir Recherche de l'oléo-margarine végétale.)

On peut encore employer, pour l'huile de coton, le procédé de M. Halphen. Dans un long tube à réactif, placer volumes égaux (quelques centimètres cubes) de beurre filtré, d'alcool amylique et de sulfure de carbone renfermant 1 % de soufre.

Chauffer au bain-marie en examinant de temps en temps la coloration du mélange; une teinte rose ou orangée révèle la présence de l'huile de coton.

Si au bout d'une demi-heure aucune teinte ne s'est produite, on ajoute de nouveau un peu de sulfure de carbone sulfuré et on continue à chauffer.

La rapidité avec laquelle se produit la coloration et son intensité, sont en relation directe avec la qualité et la quantité de l'huile de coton en présence.

(Il est à noter que, par une alimentation au tourteau de coton, les vaches peuvent fournir un beurre donnant la réaction colorée.)

(Voir Huiles d'olives pour la recherche de l'huile de coton, modification Milliau).

Pour l'huile de Sésame : Procédé Tambon-Lalande. (Voir Huile d'olive.)

E) Recherche de l'oléo-margarine végétale.

On trouve dans le commerce, sous le nom de margarine végétale, des produits renfermant des huiles végétales et principalement celles de coton, de sésame, d'arachide, et qui servent à falsifier les beurres.

Voici comment M. Tambon, pharmacien de la Marine (*Archives de médecine navale*, 1903, p. 441), recherche cette falsification :

Le beurre fondu à + 50° environ et filtré dans une étuve à la même température, est décanté pour séparer l'eau qui occupe le fond du verre. On en pèse 10 grammes que l'on place dans un flacon de 250 à 300^{cc}, à large ouverture et bouché à l'émeri; on les dissout dans 100^{cc} d'éther

sulfurique et on ajoute à la solution une solution de 5 grammes de soude caustique dans 60^{cc} d'alcool à 90°. On opère sur cette solution comme il est dit à l'huile d'olive.

L'auteur conseille, pour les cas ordinaires, d'employer le procédé à la potasse décrit à l'huile d'olive.

DÉTERMINATION DES CONSTANTES CHIMIQUES.

Les procédés chimiques d'appréciation des graisses et des beurres sont traduits par des chiffres ou *Indices*.

L'*Indice de Hehner* indique combien 100 grammes de matière grasse renferment d'acides gras fixes.

L'*Indice de Reichert-Meissl* indique le nombre de centimètres cubes de potasse décime normale qui sont nécessaires pour neutraliser les acides volatils de 5 grammes de matière grasse.

L'*Indice de Kættstorfer*, ou de saponification, est la quantité en *milligrammes* de potasse nécessaire pour saponifier 1 gramme de matière grasse, cette quantité variant avec le poids moléculaire des acides gras contenus dans la graisse.

L'*Indice d'iode ou de Hubl*, indique la quantité d'iode qui peut être fixée dans des conditions déterminées par les acides gras de 100 grammes de graisse. Il mesure les acides gras non saturés (les acides des séries acétique et stéarique ne fixant pas l'iode, ceux des séries amylique ou oléique en fixant deux atomes, ceux de la série linoléique en fixent 4).

Détermination des indices. — On commence d'abord par *purifier* le beurre par fusion à 45° et filtration à chaud pour le séparer de l'eau, du sel marin et de la caséine qu'il contient.

Pour cela, prélever avec une sonde dans toutes les parties de la masse, environ 500 grammes de beurre, faire fondre le tout à une très douce chaleur, dans un flacon fermé. Après fusion complète, agiter vivement pendant quelques instants pour avoir une masse homogène et suffisamment solidifiée, dont l'eau ne s'en sépare pas. Filtrer le liquide dans un entonnoir à filtration chaude.

En filtrant le beurre et avant de le jeter sur le filtre, on examine s'il est limpide ou trouble. Un beurre pur donne généralement un liquide transparent; s'il y a eu addition d'oléo-margarine, on constate un trouble plus ou moins prononcé, et même quelquefois une opacité complète.

Indice de Hehner. — Peser dans une capsule à fond plat 3 à 4 grammes de beurre purifié. Ajouter 25^{cc} d'une solution

de potasse pure dissoute dans l'alcool fort (1), chauffer jusqu'à ce que l'addition d'eau dans le liquide ne le trouble plus. Evaporer au bain-marie et en consistance sirupeuse pour éliminer l'alcool, redissoudre le résidu dans 100° d'eau chaude; au liquide clair ajouter quantité suffisante d'HCL dilué (2) pour que la liqueur rougisse fortement le tournesol; chauffer une demi-heure pour rassembler les acides gras à la surface du liquide, laisser refroidir; briser la croûte des acides gras, décantier la liqueur sur un filtre mouillé et sans plis, laver plusieurs fois les acides gras à l'eau bouillante (laissant refroidir chaque fois avant de jeter l'eau sur le filtre), jusqu'à ce que les eaux de lavage ne soient plus acides, faire tomber les acides gras dans une capsule tarée en détachant du filtre les portions d'acide gras qu'il a pu retenir.

Dessécher le contenu de la capsule à 100°; peser: l'augmentation de poids de la capsule donne le poids d'acides gras fixes contenus dans la prise d'essai; on rapporte à 100 grammes de beurre.

Le beurre anormal donne en moyenne 87.5 % d'acides gras fixes insolubles et non volatils. Les graisses animales en fournissent 95.5 %.

Ces moyennes permettent de calculer approximativement la proportion de graisses étrangères, contenues dans un beurre.

Soit 91 le poids des acides gras obtenus; une graisse pure en fournissant 95.5 et le beurre pur 87.5, on a la différence 95.5 — 87.5. = 8. donc ici :

$$\frac{8}{3.5} = \frac{100}{x} \quad x = 43.7,$$

ce beurre renfermerait 43.7 % de corps gras étrangers et 100 — 43.7 = 56.3 de beurre pur.

Les acides gras isolés, on prend leur point de fusion par la méthode décrite pour le beurre, page 348. Ces acides fondent vers 37°-38°.

Indice de Kættstorfer, ou de saponification. — Peser 5^{rs}50 de beurre purifié, dans une petite capsule de porcelaine tarée, faire tomber la prise d'essai dans un ballon à fond plat de

(1) KOH à l'alcool, 5 grammes.

Eau distillée chaude, 10 cc.

Après dissolution, ajouter alcool à 95°, 100 cc.

(2) HCL pur, 20 cc.

Eau distillée, quantité suffisante pour 100 cc.

250^{cc}, reporter la capsule sur la balance, la peser, par différence on a le poids de beurre introduit dans le ballon, soit 5^{gr}20.

A l'aide d'une pipette introduire dans le ballon 25^{cc} de solution de potasse alcoolique normale (56 grammes de potasse caustique dans un litre d'alcool concentré), dont le titre a été déterminé au préalable avec une solution acide normale (voir documents physico-chimiques), ajouter quelques fragments de pierre ponce, puis raccorder le ballon à un réfrigérant à reflux, chauffer à l'ébullition jusqu'à disparition complète de gouttelettes huileuses.

Renverser le réfrigérant à reflux et chasser la plus grande partie de l'alcool par distillation, sécher le savon formé dans le ballon, jusqu'à disparition de l'alcool, verser alors dans le ballon 100^{cc} d'eau distillée chaude, chauffer doucement pour dissoudre le savon, ajouter à la solution de la phénolphtaline et titrer la potasse en excès avec la solution acide normale.

Sachant que 1^{cc} de solution acide normale correspond à 0^{gr}056 KOH, on peut calculer la quantité d'alcali employé pour la saponification du poids du beurre essayé.

Supposons que pour neutraliser les 25^{cc} de solution alcoolique alcaline, il ait fallu 25^{gr}9 d'acide normal. On aura dans ces 25^{cc} : 25^{gr}9 × 0.056 = 1.4904 de KOH introduit dans le ballon.

Si d'autre part après saponification, il a fallu pour neutraliser l'excès d'alcali restant employer 6^{cc} d'acide normal, on aura pour le poids d'alcali restant dans le ballon 6 × 0.056 = 0^{gr}336 KOH.

1.4904 — 0.336 = 1.1544 d'alcali (KOH) employé pour la saponification de 5^{gr}20 de beurre.

$$\text{et pour 1 gramme } \frac{1.1544}{5.2} = 0.222 \text{ de KOH.}$$

L'indice de saponification sera 222.

Le beurre a un chiffre de saponification moyen de 227 milligrammes de KOH. Ce chiffre peut varier de 222 à 232; la limite inférieure est 221.

L'indice de saponification de l'oléo-margarine est 195.5.

Si on adopte pour le beurre l'indice moyen de 221 et pour la margarine celui de 195, la formule suivante donnera la proportion de margarine contenue dans un mélange :

$$\frac{100(221 - K)}{221 - 195}$$

K étant l'indice trouvé.

Indice de Reichert-Meisel-Wolny, ou dosage des acides volatils. — Dans le mélange provenant de l'opération précédente, ajouter 40^{cc} SO⁴H² étendu d'eau (à 25^{cc} pour 1000), et

une petite quantité de grenaille de zinc, distiller assez vite pour recueillir 110° de liqueur en une 1/2 heure.

Filtrer le distillat, prélever 100° de liquide filtré, l'additionner de phénol-phtaléine, titrer l'acidité au moyen de KOH *déci-normale*.

Le nombre de centimètres cubes augmenté de 1/10°, et rapporté à 5 grammes de beurre est l'indice de Reichert.

Si par exemple, pour la saturation de 100° du distillat, on a employé 26°3 d'alcali décime, on aura $26.3 + 2.63 = 28.93$ pour 5°20 de substance et $\frac{28.93 \times 5}{5.2} = 28°$ pour 5 grammes de beurre.

Ce sera l'indice de Reichert du beurre *essayé*.

Alors que les graisses ne contiennent que des traces ou de faibles quantités (0°5 à 3°) d'acides volatils, le beurre exige dans ces conditions de 28° à 33° d'alcali déci-normal.

Indice d'iode ou chiffre de Hübl. (Voir aux huiles.) — On opérera sur 0°50 de beurre.

L'indice d'iode du beurre est en moyenne de 35 (minimum 26).

DÉTERMINATION DES CONSTANTES PHYSIQUES.

Les constantes physiques qui servent le plus généralement à caractériser la graisse du beurre sont :

- 1° La détermination de l'indice oléo-réfractométrique.
- 2° — de l'indice de réfraction.
- 3° — de la température critique de dissolution.

1° *Détermination de l'indice oléo réfractométrique.* — On se sert, pour cette détermination, d'appareils appelés oléo-réfractomètres, qui sont des appareils différentiels, c'est-à-dire exprimant, non pas l'indice de réfraction vraie, mais le pouvoir réfringent de corps gras en comparaison de celui d'un autre corps gras pris pour type.

Les appareils les plus connus dans les laboratoires sont l'oléorefractomètre de MM. Jean et Amagat et le réfractomètre de M. Amagat.

Oléoréfractomètre de MM. Jean et Amagat. — Cet appareil (fig. 26 et 27) consiste en une cuve circulaire métallique B (fig. 26), munie de deux tubulures opposées et fermées par deux glaces parallèles GG. Sur les tubulures sont vissés, dans le prolongement l'un de l'autre, un collimateur A et une lunette GHI (fig. 27).

Au centre de la cuve circulaire est fixé un petit cylindre A, en métal argenté, creux, dans les parois duquel sont mastiquées deux glaces gg formant un angle déterminé.

Une échelle photographique double, transparente (fig. 27^[3]) à divisions arbitraires, placée devant l'objectif, à l'intérieur de la lunette, en H, et sur laquelle vient se projeter l'image fournie par le collimateur, sert de mesure.

Cette image est produite par le bord vertical d'un volet partageant le champ en deux parties, l'une sombre, l'autre lumineuse. Cette échelle porte deux graduations, l'une, marquée A, est employée pour les huiles ; l'autre, marquée B, est employée pour le beurre et les graisses.

L'éclairage s'obtient en pointant l'oléoréfractomètre dans la direction de la flamme d'une lampe. L'appareil est complété par des robinets de vidange DK, par un réservoir d'eau, avec robinet de vidange L et thermomètre et par une petite lampe mobile servant de régulateur de température.

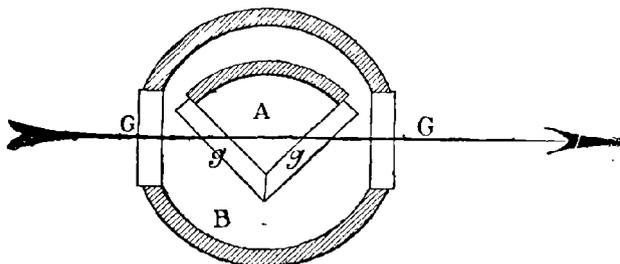


Figure 26.

Au moyen d'une vis de rappel, il est facile de déplacer le volet lorsqu'on fait le réglage de l'appareil. La mise au zéro peut être faite avec un liquide quelconque. Mais les déviations observées varient naturellement avec le liquide qui remplit la cuve.

Un faisceau parallèle fourni par le collimateur traversant la cuve B, remplie d'huile type, puis la cuve A, remplie de matière à essayer, il est évident que si A possède le même indice que B, le faisceau lumineux traversera l'appareil sans déviation.

Si, au contraire, la matière à essayer a un indice de réfraction différent, le rayon sera dévié à droite ou à gauche, suivant que l'indice sera plus grand ou plus petit, et cette déviation différentielle sera d'autant plus grande que la différence entre les deux indices sera plus grande (1).

(1) Il importe que les surfaces des verres soient propres et nettes.

Pour essuyer les lentilles, collimateur, lunette et oculaire avec un chiffon propre, on sortira collimateur et lunette des tubes C et R qui les portent.

On les remettra en tenant compte des repères (xx) tracés et des goupilles qui doivent être à fond dans leur logement.

Les parties extérieures des glaces de la cuve intérieure se nettoieront avec un chiffon au bout d'une tige en bois, la lunette et le collimateur étant retirés des tubes C et R.

Les parties intérieures de ces glaces se nettoieront de même, le prisme intérieur démonté comme ci-après.

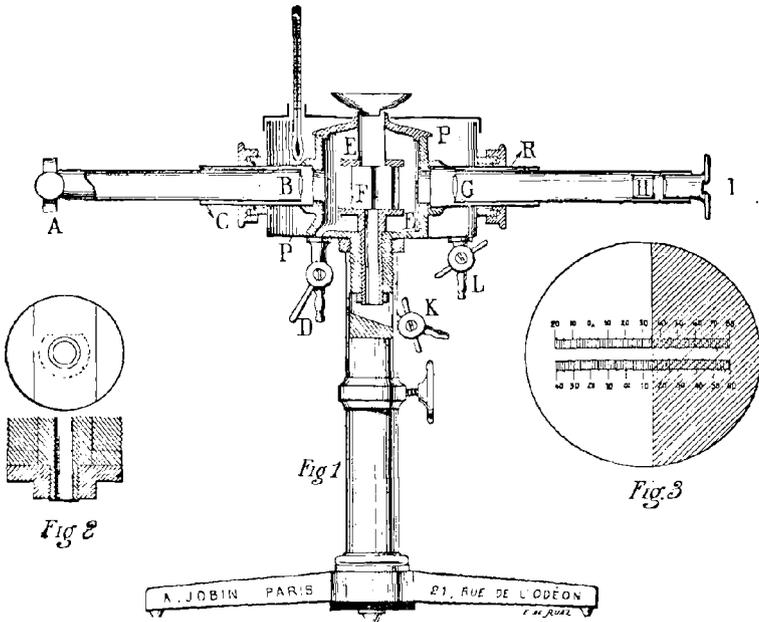


Figure 27.

- A Collimateur avec volet mobile au moyen de deux vis et verre rouge pour obtenir de la lumière monochromatique.
- B Objectif du collimateur.
- C Tube recevant le collimateur.
- P Cuve du bain-marie et L son robinet de vidange.
- E Cuve intérieure pour l'huile type et D son robinet de vidange.
- F Prisme recevant la matière à examiner et K son robinet de vidange.
- GHI Lunette d'observation.
- G Objectif.
- H Micromètre divisé.
- I Oculaire.
- R Tube recevant la lunette.

Mais pour les parties qui auront été en contact avec de l'huile ou des graisses, on enduira le chiffon ou le tampon de ouate dont on se servira, d'un peu de benzine puis d'alcool.

On sèche ensuite la cuve et le prisme avec des tortillons de papier de soie et des tampons de ouate en ayant soin de ne pas exercer de pression sur les glaces.

Pour démonter le prisme on dévissera la colonne de l'appareil.

La queue du prisme apparaîtra serrée contre le prolongement de la cuve intérieure par un écrou à deux pans *a*.

On desserrera cet écrou avec la clef spéciale livrée avec l'appareil, on achèvera de le dévisser à la main.

Le prisme sera libre, on le fera sortir de son logement par une pression du pouce.

On le nettoiera comme ci-dessus, avec soin, mais d'autant plus facilement qu'on l'aura sous les yeux dans toutes ses parties.

Pour le remettre en place, faire la manœuvre inverse, en ayant soin d'assurer la queue du prisme dans le carré qui assure sa position invariable.

Pour faire l'essai d'un beurre à l'oléoréfractomètre, on commence par le purifier en le faisant fondre dans une capsule de porcelaine; on l'agite avec une pincée de plâtre et on laisse reposer le tout à l'étuve ou au bain-marie, jusqu'à ce que l'eau et le caséum se soient séparés : on décante la matière grasse limpide. Cette graisse, ainsi obtenue, est examinée à l'oléoréfractomètre comme suit :

Placer l'appareil devant un bec Bunsen brûlant du sel marin fondu ; Dans la cuve centrale de l'huile type (1) chauffée vers 47-48°, puis dans la cuve extérieure de l'eau à 60-65° centigrades; allumer la petite lampe fixée au pied de l'appareil (le long duquel elle peut se déplacer verticalement, de façon à fournir, avec une même flamme, les quantités de chaleur différentes nécessitées pour le maintien de diverses températures). Fermer les deux cuves au moyen des obturateurs. Deux thermomètres plongés l'un dans la cuve à eau, l'autre dans la cuve à huile, permettent de constater les températures.

Lorsque ces températures sont de 45° centigrades, on retire le thermomètre de la cuve à huile, on approche l'œil de l'oculaire et on aperçoit, si l'appareil a été bien placé en face et à la hauteur de la source lumineuse, un disque divisé en deux parties, l'une brillante, l'autre noire. La ligne qui sépare ces deux demi-disques sert de repère. On l'amène à coïncider exactement avec le 0 de l'échelle B, en prenant dans chaque main l'une des deux vis qui se trouvent à l'extrémité du collimateur, et en les manœuvrant en sens inverse. L'appareil est alors réglé.

On vide alors au moyen du robinet de vidange (robinet inférieur) la petite cuve centrale et on la remplit avec le beurre fondu, préalablement chauffé vers 50°; lorsque la température des deux cuves est de 45° centigrades, on fait la lecture en approchant l'œil de l'oculaire.

Le beurre pur dévie (dans les conditions de l'expérience), de — 30° en moyenne (minimum — 25; maximum — 34 (2)).

Le tableau suivant donne les déviations des diverses graisses :

Margarine de coton + 25.

Oléo-margarine de rognons — 15 à — 16 (Mege-Mouries
— 15; de bœuf — 16° à 17°.

Beurre de coco alimentaire — 54.

Coprah — 54.

Saïndoux brut — 12,5

(1) Le liquide type employé par M. Ferdinand Jean pour déterminer la déviation des huiles, des matières grasses concrètes et du beurre, est une huile à réfraction nulle, préparée spécialement; il est donc important, si l'on veut utiliser les tables et les données établies par M. Ferdinand Jean, de se servir du type.

(2) Si on emploie le réfractomètre d'Amagat au lieu de l'oléoréfractomètre de Jean et Amagat, on s'en servira de la même manière; mais on ajoutera un tiers au résultat obtenu pour convertir les degrés du réfractomètre en degrés de l'oléoréfractomètre; inversement, en retranchant un quart des indications de l'oléoréfractomètre, on obtiendra les indications correspondant au réfractomètre.

Suijs (bœuf, veau, mouton) — 16 a — 20°	}	Bœuf... — 17°
		Mouton... — 20°
		Veau.... — 19°
		Plata.... — 19°

Les indications fournies par l'oléoréfractomètre doivent toujours être contrôlées par la prise de densité et la détermination du degré au thermooléomètre. (Voir huiles.)

Voici un tableau montrant les différentes déviations obtenues avec des beurres falsifiés :

	degrés.
Beurre de vache	— 30
Beurre de coco	— 59
Oléomargarine brute	— 17
Beurre d'Isigny pur.....	— 30
Beurre d'Isigny + 10 p. 100 de coco ..	— 33
Beurre d'Isigny + 15 p. 100 de coco...	— 34 fort.
Beurre d'Isigny + 20 p. 100 de coco...	— 36
Beurre de Rennes pur	— 29
Beurre de Rennes suspect.....	— 25
Beurre de Préalaye suspect.....	— 25
Beurre d'Indre-et-Loire pur.....	— 29
Beurre d'Indre-et-Loire suspect	— 26

Enfin, toutes les huiles végétales donnant de fortes déviations à droite, c'est-à-dire en sens contraire de la déviation produite par le beurre, les oléomargarines contenant du sésame ou du coton, donneront un très grand écart à la déviation type, écart qui permettra de reconnaître les falsifications.

2° *Détermination de l'indice de réfraction.* — L'appareil qui donne les résultats les plus certains est le Réfractomètre à graisse de Zeiss (fig. 28), modification du réfractomètre à prismes chauffables (fig. 29) du même constructeur.

Ce réfractomètre fournit non pas seulement l'indice vrai de réfraction de la matière grasse (et cela par une simple lecture, sans aucun calcul et à environ 2 unités de la 4^e décimale près), par rapport à la raie D du sodium (bien que l'examen se fasse à la lumière du jour), car la graduation de son échelle correspond aux indices compris entre 1.42 et 1.49, mais aussi, ce qui a plus d'importance pratique, le moyen, grâce aux travaux de Wolny, de se prononcer immédiatement sur la qualité du Beurre.

L'essai du beurre avec cet appareil n'exige que quelques décigrammes de matière.

L'appareil se compose (fig. 28) de :

1° D'un système de 2 prismes A et B, renfermés chacun dans une gaine laissant entre eux un intervalle bien déterminé, de 15^{mm}, destiné à recevoir quelques gouttes de beurre fondu (ou d'huile). La gaine qui renferme le prisme B est mobile autour d'une charnière de façon à pouvoir être éloignée ou rapprochée de la gaine du prisme A, au moyen du bouton F. Cette gaine B vient, lorsqu'elle est complètement écartée de A, buter contre une borne fixe H ; la gaine A est fixe.

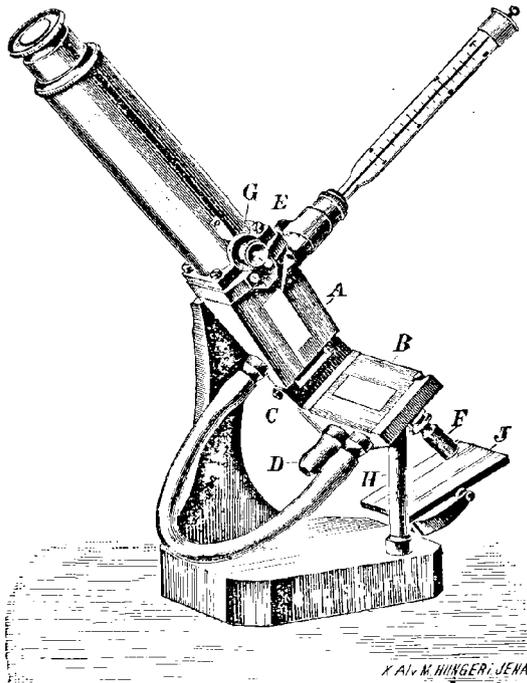


Figure 28.

L'ensemble des deux prismes, fermé, peut être chauffé au moyen d'un courant d'eau tiède, entrant par D et sortant par E ; la température de l'eau et du système des prismes est fournie par un thermomètre fixé dans la gaine A.

2° D'une lunette comprenant un oculaire dans le corps duquel est une échelle micrométrique divisée en 100 inter-

valles, le 0 correspondant à un indice de réfraction 1.4220 et le 100 à un indice 1.4895. Cette échelle est rendue mobile dans le champ de l'appareil au moyen d'un tambour, dont la vis micrométrique G permet de déterminer les dixièmes de division de l'échelle en déplaçant l'objectif, ce qui revient à un déplacement de l'échelle.

L'appareil est complété par un miroir J.

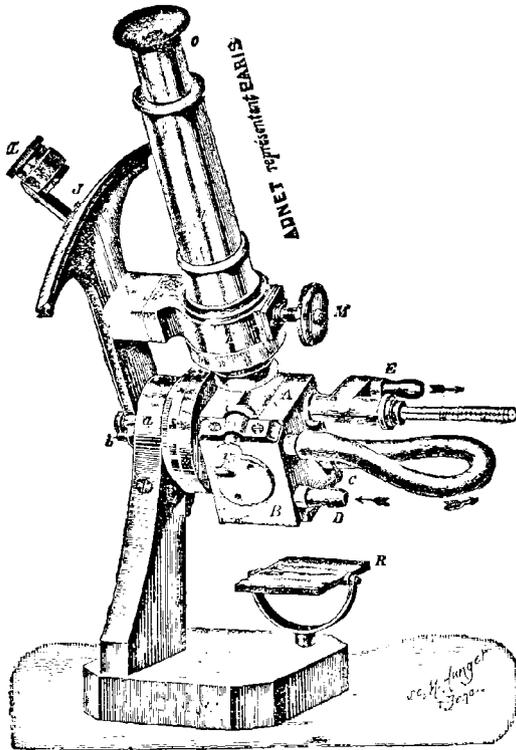


Figure 29.

Mode d'emploi de l'appareil. — 1° Saisir l'instrument par le socle ou par la colonne qui porte la lunette — jamais par la lunette elle-même — le placer sur une table de telle façon que l'on puisse regarder commodément à travers la lunette. La lumière du jour tombant d'une fenêtre ou celle d'une lampe quelconque suffit à l'éclairage.

Relier le réfractomètre à un appareil d'échauffement quelconque permettant de faire circuler un courant d'eau chaude à travers la

monture des prismes (entrée en D, sortie en E). La disposition la plus simple, suffisante dans beaucoup de cas, consiste en un récipient d'une contenance d'environ 10 litres rempli d'eau à la température de 40 à 50° et placé sur un support élevé de 1/2 à 1 mètre au-dessus du niveau de l'instrument. Un tube en caoutchouc fixé en D plonge par son autre extrémité dans le récipient; un second tube enfoncé sur E constitue avec le premier un siphon que l'on amorce en aspirant avec la bouche, et permet ainsi de faire écouler à travers la boîte des prismes le contenu du récipient. La force du courant peut être facilement réglée à l'aide d'une pince appliquée sur le tube.

(Lorsqu'on a à faire un fréquent usage du réfractomètre, il est préférable d'avoir recours, pour la production d'un courant d'eau chaude, à un appareil d'un usage plus commode et permettant de maintenir indéfiniment à une température approximativement constante le courant d'eau traversant la monture des prismes.) (Voir page 370.)

2° Ouvrir la monture des prismes (1), en faisant tourner le bouton F à droite jusqu'à résistance (environ un demi-tour). La moitié B de la monture des prismes, jouant sur sa charnière, est alors rejetée latéralement et vient butter contre la borne H qui la maintient dans la position représentée fig. 28. Il faut alors nettoyer soigneusement la surface libre des prismes et celle du métal qui les environne, utilisant, pour cela, un morceau de toile douce bien propre légèrement imbibée d'alcool ou d'éther.

3° Faire fondre dans une petite cuiller l'échantillon de beurre à examiner, le verser dans un petit filtre en papier Joseph, qu'on tient à la main et laisser tomber avec précaution sur la face libre du prisme serti dans B, les deux ou trois premières gouttes bien claires qui traversent

(1) Le réfractomètre est toujours réglé et ajusté et ne se dérange pas facilement; cependant, il sera bon de le vérifier de temps en temps au moyen d'un liquide normal dont la ligne d'extinction est à peu près incolore et qui est livré avec l'appareil par le constructeur. On opérera pour le réglage comme il est dit pour l'essai du beurre; la ligne d'extinction doit avoir par rapport à l'échelle les positions suivantes:

Temp.	Interv.	Temp.	Interv.	Temp.	Interv.
10	80.4	19	74.9	28	69.3
11	79.8	20	74.3	29	68.7
12	79.2	21	73.6	30	68.1
13	78.6	22	73.0		
14	77.9	23	72.4		
15	77.3	24	71.8		
16	76.7	25	71.2		
17	76.1	26	70.6		
18	75.5	27	70.0		

Ce tableau permet de tenir facilement compte des fractions de degrés (0.1° = 0.60 d'intervalle de l'échelle). Des écarts de 0.1 à 0.2 d'intervalle ne jouent ici aucun rôle et sont, pour la plupart, dus à une détermination inexacte de la température. Cependant, si, malgré le plus grand soin apporté à l'exécution de ce contrôle, il se manifeste des écarts tellement sensibles qu'un nouvel ajustement paraisse nécessaire, on peut, à l'aide d'une clef de montre appliquée en G (fig. 28) opérer un déplacement de l'objectif et, par là même, le déplacement de la ligne d'extinction par rapport à l'échelle nécessaire pour la ramener en coïncidence avec les données du tableau.

le filtre. (Pour éviter l'écoulement du beurre fondu déposé sur le prisme, il est bon de soulever l'instrument de la main gauche jusqu'à ce que la surface en question soit à peu près horizontale).

4° Pousser alors la partie B en contact de A, et, par un mouvement de rotation à gauche, imprimé au bouton F, ramener ce dernier dans sa situation primitive; on obtient ainsi non seulement l'assujettissement de la partie B, mais encore une superposition parfaite des faces des prismes. (L'instrument peut alors être ramené dans sa position naturelle).

5° Faire passer un courant d'eau chaude dans l'appareil.

6° Donner au miroir une position telle que, regardant à travers la lunette, on aperçoive bien distinctement une ligne de démarcation (limite ou ligne d'extinction) séparant le champ en deux plages, différemment éclairées, la gauche fortement éclairée, la droite obscure (1). Si la monture des prismes a été traversée pendant quelque temps déjà par le courant d'eau chaude, la ligne d'extinction, d'abord indécise, acquiert bientôt une position fixe, en même temps que son maximum de netteté. A ce moment on note l'aspect de cette ligne d'extinction (incolore ou colorée) et de quelle nuance (2).

7° Noter la température du thermomètre.

8° Enfin relever la position de la ligne d'extinction, par rapport à l'échelle de l'oculaire.

Pour cela, mettre le verre d'œil de l'oculaire (dont la monture fait coulisse) au point sur l'échelle de l'oculaire et déterminer l'endroit où la limite coupe cette échelle, en amenant le tambour G au zéro et lisant directement les entiers sur l'échelle et estimant les dixièmes; mais on obtient une plus grande exactitude, en notant les entiers seulement et en déplaçant ensuite l'échelle au moyen du tambour, jusqu'à ce que la limite tombe exactement sur le trait qui correspond aux entiers qu'on vient de lire. Le tambour de la vis micrométrique G indiquera alors les dixièmes à ajouter aux entiers déjà lus. Le tambour sert donc à remplacer l'estime des dixièmes par une mesure directe, il ne déplace l'échelle que d'une seule division.

(1) Pour arriver à ce résultat, il est quelquefois nécessaire de déplacer l'instrument lui-même, plus ou moins dans un sens ou dans l'autre.

Il faut aussi, à ce moment, s'assurer que l'espace qui sépare les deux prismes est bien régulièrement et entièrement rempli de beurre liquide; pour cela, il suffit d'observer à la loupe ou à l'œil appliqué à une distance convenable, la petite image rectangulaire de la surface du prisme, qui se forme environ un centimètre au-dessus de l'oculaire.

(2) En vertu de la construction du double prisme, le réfractomètre permet en effet de déterminer la pureté du beurre, non seulement d'après le nombre de degrés lus à l'échelle, mais aussi d'après les variations dans l'aspect de la ligne d'extinction (variations provenant des différences existant entre les pouvoirs de dispersion des différents beurres et graisses). Pour le beurre pur, la ligne d'extinction est incolore; la margarine et le beurre artificiel donnent une ligne d'extinction colorée en bleu. La présence d'une ligne bleue peut donc éveiller les soupçons d'une falsification, sans cependant la caractériser absolument à elle seule, mais sa présence jointe à une position élevée de la ligne d'extinction, est le signe certain d'une falsification.

Les chiffres lus sur l'échelle de l'oculaire sont transformés en indices de réfraction n_D par le tableau suivant (1). [Température + 25°.]

Intervalles.	N_D	A.
—	—	—
0	1.4220	8.0
10	1.4300	7.7
20	1.4377	7.5
30	1.4452	7.2
40	1.4524	6.9
50	1.4593	6.6
60	1.4659	6.4
70	1.4723	6.0
80	1.4783	5.7
90	1.4840	5.5
100	1.4995	

D'après M. Wolny (2), à une température de 25° centigrades, les beurres fournissent les chiffres suivants :

Beurre naturel : degré de l'échelle, 49.5 à 54.0 ; ce qui correspond aux indices 1.4590 à 1.4620.

Margarine : degré de l'échelle, 58.6 à 66.4 ; ce qui correspond aux indices 1.4650 à 1.4700.

Mélanges (beurres artificiels) : degré de l'échelle, 54.0 à 64.8 ; ce qui correspond aux indices 1.4620 à 1.4690.

Si un beurre examiné à + 25° centigrades donne un chiffre supérieur à 54.0, l'analyse chimique démontrera toujours (selon Wolny) que ce beurre est falsifié. Tout beurre qui fournira, dans les mêmes conditions, un chiffre inférieur à 54.0, devra être considéré comme pur.

Pour avoir l'entière certitude qu'aucun beurre falsifié n'échappe à la découverte, Wolny recommande de restreindre encore un peu la limite qui vient d'être indiquée et de réserver pour l'analyse chimique tous les beurres qui, à la température de 25°, dépassent 52.5.

Si on veut déterminer, pour d'autres températures que 25°, la position extrême de la limite, il suffit de tenir compte que, pour les différentes

(1) Ce tableau donne les indices de réfraction pour la lumière jaune de 10 en 10 degrés de l'échelle. La colonne des différences (A) indique en unités de la 4^e décimale, la variation de l'indice de réfraction pour chaque intervalle.

Pour 13°, par exemple, on aurait :

$$1.4300 + \frac{7.7 \times 3}{10} = \frac{23.1}{10} + 1.4300 = 1.4323.$$

(2) Wolny. — Schlussbericht über die Butteruntersuchungsfrage, Milchwirthschaftlicher Verein, Correspondenzblatt N°. 39, 1891, page 15.

sortes de beurre, le déplacement de la limite comporte en moyenne 0.55 d'intervalle pour chaque degré de température (1). Un calcul très simple (2) donne, pour les températures figurant dans le tableau qui suit, les valeurs placées en regard, valeurs qui peuvent être considérées chacune comme le nombre maximum d'intervalles encore admissible pour un beurre pur.

Temp.	Interv.	Temp.	Inver.	Temp.	Interv.	Temp.	Interv.
45°	41.5	40°	44.2	35°	47.0	30°	49.8
44°	42.0	39°	44.8	34°	47.5	29°	50.3
43°	42.6	38°	45.3	33°	48.1	28°	50.8
42°	43.1	37°	45.9	32°	48.6	27°	51.4
41°	43.7	36°	46.4	31°	49.2	26°	51.9
40°	44.2	35°	47.0	30°	49.8	25°	52.5

Si donc, par une température quelconque entre 45° et 25°, on trouve, pour la situation de la ligne d'extinction, des valeurs *inférieures* à celles figurant dans le tableau en regard de la même température, on peut considérer comme naturel, c'est-à-dire non falsifié, le beurre examiné. Obtient-on, par contre, pour la position de la ligne d'extinction, des valeurs *supérieures* à celles du tableau, il faut éliminer comme suspects les beurres qui les ont fournies et les réserver pour une analyse chimique ultérieure.

Remarques. — Suivant M. Eichel, on peut, au lieu d'avoir recours à la comparaison des résultats obtenus avec les données du tableau, relever toujours la position de la ligne d'extinction au moment où le beurre commence à se figer; dans ce cas, la division de 54.0 peut être considérée comme limite extrême pour la situation de la ligne d'extinction du beurre pur.

Détermination de la température critique de dissolution. (Indice de Crismer.) — On désigne ainsi la température à laquelle il se produit un trouble lorsqu'on refroidit une solution d'une matière grasse dans un dissolvant approprié. Cette température est indépendante des proportions relatives de matière dissoute et de dissolvant.

(1) Pour le beurre naturel, ce nombre est généralement un peu inférieur (0.53), pour la margarine, au contraire, un peu supérieur (0.56).

(2) Pour 42°2 par exemple, on aurait :

$$43.1 + (43.7 - 43.1) \times \frac{2}{10} = 43.1 + 1.2 = 43.22.$$

Pour déterminer l'indice du beurre, on commence par s'assurer que le beurre n'est pas acide. S'il en était autrement, il faudrait déterminer l'acidité de deux centimètres cubes de beurre fondu, au moyen d'une solution de potasse au 1/20^e normale et augmenter l'indice de Crismer d'une quantité égale au nombre de centimètres cubes de solution alcaline employés à la neutralisation.

Puis introduire dans un petit tube à essais de 7 à 8 centimètres de long et 1 centimètre de diamètre, 2 centimètres cubes de beurre fondu et filtré, verser par dessus deux fois son volume d'alcool absolu, fermer le tube au moyen d'un bouchon donnant passage à un petit thermomètre, dont le réservoir plongera entièrement dans le liquide, sans toucher ni au fond ni aux parois du tube. Placer le tube dans un bouchon percé d'un trou central de diamètre un peu plus large que celui du tube, maintenir celui-ci dans le trou au moyen d'une rondelle en caoutchouc placée à sa partie supérieure; le tube sera ainsi suspendu au bouchon et mobile; le même bouchon sera entaillé latéralement (de façon à laisser libre accès à l'air chaud) et enfin disposé sur un verre de lampe maintenu verticalement par une pince et formant support. Placer une petite flamme sous le verre de lampe.

Chauffer doucement et agiter le tube à matière grasse en lui imprimant des mouvements verticaux de bas en haut et de haut en bas, de façon à obtenir un liquide homogène; retirer alors la flamme et continuer à agiter, tout en laissant refroidir le beurre; noter la température à laquelle le liquide se trouble; c'est l'indice de Crismer dans l'alcool absolu.

Pour le beurre, l'indice est de 62° au maximum; il est en moyenne de 54°.

Pour les essais de beurre, il importe moins, d'après M. Hefelmann, d'indiquer la valeur absolue observée à l'échelle du réfractomètre, que la différence entre cette valeur absolue et la valeur la plus élevée qui pourra être tolérée à la température de l'observation. Cette différence peut en pratique être considérée comme indépendante de la température; elle suffit pour caractériser l'échantillon examiné, qui sera considéré comme suspect, si le chiffre observé est plus grand que la « valeur limite », c'est-à-dire si la différence est positive et d'autant plus suspecte que cette différence positive sera plus grande; il ne sera donc pas nécessaire d'opérer ou de réduire à une température normale, si on se borne à indiquer les différences réfractométriques, et d'après le Dr Hefelmann, on tirera les conclusions d'après le tableau suivant. On prendra comme limite 52.5.

Températures de l'observation variant de 25 à 40° centigrades, d'après M. le Dr Hefelmann (*Pharmaceutische Centralhalle*, 1804, N. 33 et 35).

Différence observées.	Conclusion.
+ 7,8 divisions	suspect
+ 3,9 —	—
+ 0 —	— (?)
— 3,1 —	pur
— 1,1 —	—

Pour le beurre, la détermination de la différence caractéristique a été considérablement simplifiée par le « thermomètre spécial de Wolny ». Au lieu de la température, l'échelle de cet instrument indique la limite supérieure correspondant à cette température. Ce thermomètre ne permet pas, par conséquent, d'obtenir la température elle-même.

Le côté gauche, désigné par la lettre B, donne la limite pour le beurre; le côté droit, marqué S, se rapporte au saindoux.

Les indications de ce thermomètre fournissent le nombre de degrés que l'on doit lire à l'échelle oculaire pour que le beurre soit déclaré pur.

Il suffira donc pour faire l'essai réfractométrique, de se rendre compte si le chiffre lu dans l'oculaire est plus ou moins grand que celui qu'indique le thermomètre spécial; s'il est plus élevé, l'échantillon est suspect.

Enfin le docteur Baier « Erfahrungen über die refraktometrische Prüfung von Butter. Ueber ein neues Spezialthermometer », Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, sowie der Gebrauchsgegenstände, 1902, p. 1145) a montré que les valeurs limites pour le beurre pur ne sont pas identiques dans les mois à fourrages d'été (juin-octobre) et dans ceux où l'on donne le fourrage d'hiver (novembre-mai). Un nouveau thermomètre spécial tient compte de ce résultat. La différence entre les valeurs limites de l'été et l'hiver est de 2.0 divisions de l'échelle pour toutes les températures, les valeurs plus élevées correspondent à la saison d'été. L'échelle Wolny tient presque exactement le milieu entre les deux échelles.

La nouvelle échelle donne en noir, à droite, sous la lettre S, les limites pour le beurre d'été et, à gauche, sous la lettre W, celles qui se rapportent au beurre d'hiver. L'échelle pour le saindoux est marquée en rouge sur le côté droit.

Serpentin et régulateur pour la pression d'eau. — Le serpentin et le régulateur pour la pression d'eau servent à obtenir un courant d'eau de température constante. Le serpentin est représenté sur la fig. 30. Sous l'impulsion, directe ou indirecte, de la pression de la conduite, un courant d'eau parcourt, avec une vitesse constante, un long tube de cuivre également chauffé dans toute sa longueur. Le serpentin, qui a 3^m5 de long, est placé entre deux tubes de métal. Le tube intérieur est muni d'un fond en cuivre qui répartit et amène sur le tube en cuivre les gaz chauds produit par le bec Bunsen, une lampe au pétrole ou à l'alcool. La partie supérieure de l'appareil porté une toile grossière en métal qui laisse échapper les gaz, on peut y placer les graisses à examiner pour les faire fondre et les réchauffer.

L'extrémité supérieure du serpentin doit être reliée à la tubulure D du réfractomètre par un tuyau court et bien tendu qu'il est bon de faire remonter légèrement vers D, afin d'empêcher l'accumulation des bulles d'air qui pourrait gêner la circulation régulière de l'eau. Un tuyau de verre, légèrement ascendant, est intercalé entre la tubulure E et le vase B, au moyen de tubes de caoutchouc courts; il permet d'observer les bulles d'air et d'en conclure la vitesse du courant. Si la différence de

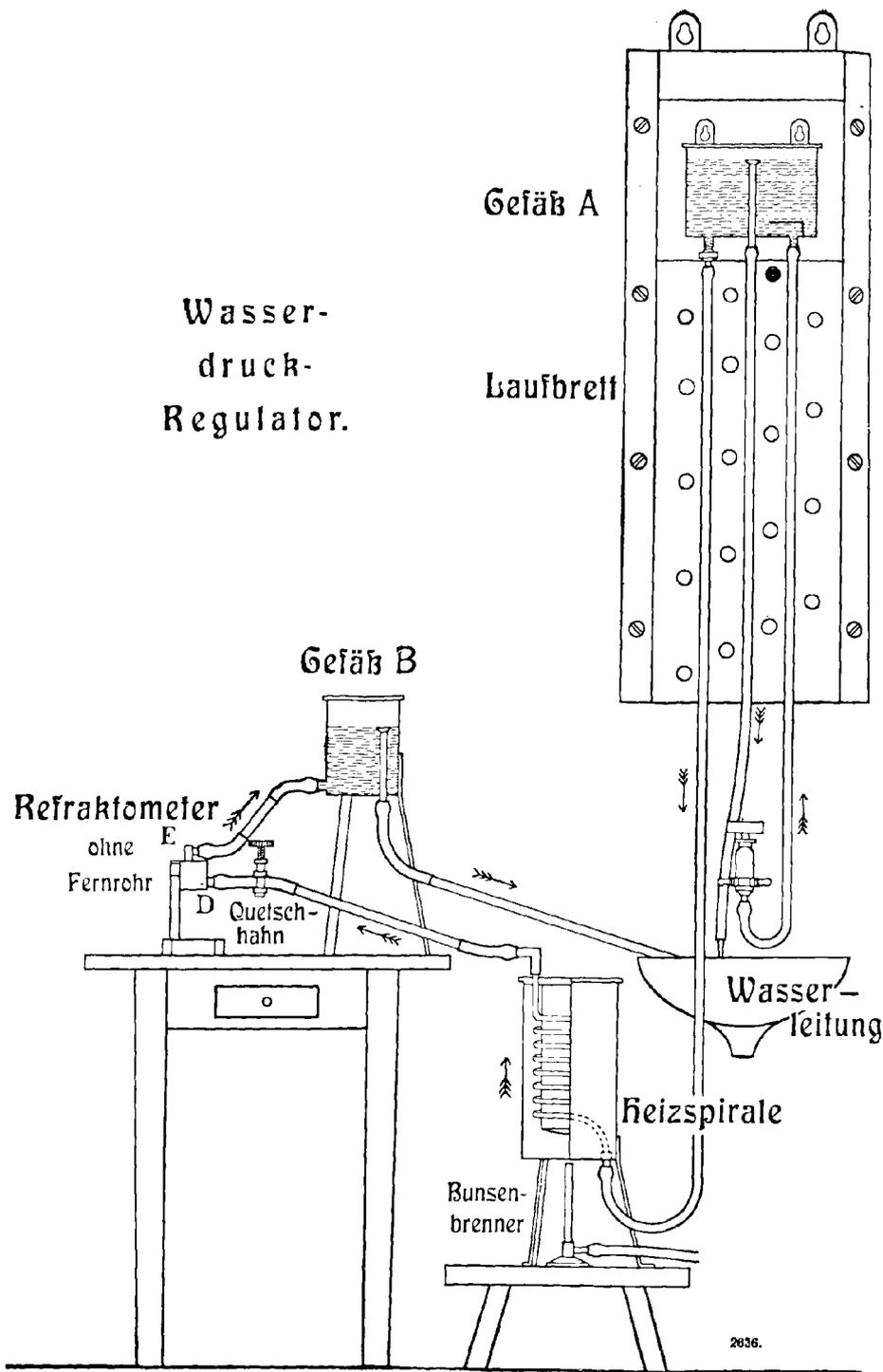


Figure 30.

niveau entre le vase B et le déversoir de la conduite d'eau est petite, on emploiera de nouveau, pour les relier, un tuyau en verre ou métal. Les tuyaux en caoutchouc qui pendent ou sont courbés à angles vifs augmentent le frottement déjà considérable que l'eau doit vaincre sur son long parcours et doivent, par conséquent, être rejetés. Afin d'être à même d'interrompre à volonté les mesures, on place une pince (à vis plutôt qu'à ressort) à un endroit facilement accessible des tuyaux en caoutchouc. Lorsqu'on ferme la pince et les robinets de la conduite d'eau et du gaz, le courant s'arrête dans l'espace d'une minute et, quand on remet l'appareil en marche, la température précédente est réatteinte au bout de 5 à 10 minutes, si l'ouverture du robinet de gaz est la même. Pour faciliter ce réglage, il sera bon de commander le robinet du gaz par un long levier.

En général, il est avantageux d'ouvrir suffisamment la conduite d'eau pour commencer et de régler d'abord approximativement la température par la grandeur de la flamme, puis d'une manière plus précise en faisant varier la différence de niveau entre les deux vases du régulateur. Dès que la température voulue est atteinte, on règle le robinet de la conduite d'eau de manière à ce que le trop plein du vase A ne laisse plus échapper qu'un mince filet d'eau.

On dispose de deux moyens pour faire varier la différence de niveau entre les deux vases A et B : on peut attacher le vase A à un cordon passant sur une poulie et retenu à son extrémité libre comme les cordons des stores ou on le suspend à deux crochets fixés sur une planchette qui coulisse sur une planche d'environ 1 mètre de long, munie sur les côtés de deux moulures. La grande planche, qu'on suspend au mur, est percée d'une série de trous montant en zigzag, chaque trou étant placé un centimètre au-dessus du précédent. La planchette qui porte le vase A est retenue à la hauteur voulue par une cheville fichée dans l'un de ces trous. Il est facile de déterminer par tâtonnement de combien de trous il faut déplacer la cheville pour faire varier la température d'un degré.

Si, pour obtenir une température très élevée (60° centigrades et plus), on est obligé d'employer deux serpentins, il faudra les placer l'un à côté de l'autre et non l'un derrière l'autre « en tension ».

On arrive aisément à maintenir la température du courant d'eau constante à 1 ou 2 dixièmes de degrés près à l'aide du serpent.

Fig. 3o (env. 1/10 grand. nat.).

SCHÉMA MONTRANT LE SERPENTIN ET LE RÉGULATEUR POUR LA PRESSION DE L'EAU RELIÉS AU RÉFRACTOMÈTRE.

Les flèches indiquent la direction du courant d'eau qui, chauffé dans le serpent, entre en D dans le réfractomètre et en sort en E. Pour rendre la figure plus claire, la lunette, le thermomètre et le secteur du réfractomètre ont été supprimés. Dans la même intention, la tubulure E a été reportée vers le haut. Un cercle plein figure la cheville sur laquelle repose la planchette qui porte le vase A.

(Wasserdruckregulator ; régulateur pour la pression de l'eau. Gefaess : vase. Laufbrett : planche à coulisse. Refraktometer ohne Fernrohr : réfractomètre sans lunette. Quetschhahn ; pince. Wasserleitung : conduite d'eau. Heizspirale : serpent. Bunsenbrenner ; bec Bunsen).

Table L

Indices de réfraction des Matières grasses (D. Sidersky).

DÉSIGNATION.	T°	INDICE M _D	Correction pour 1° C.	Obsér- vateur.	Intervalles Zeiss (1).
Beurres purs.....	25°	1.4600 1.4613	0.00034-40	Zune	49.5 — 54
—	35°	1.4360 1.4379		»	à + 40° : 46.
—	50°	1.4489 1.4514	0.00043-47	»	»
Margarine Mouriés.....	25°	1.4626	»	»	58.6 : 66.4
—	50°	1.4531		»	à + 40° : 48-52
Beurre de margar. mouton.	25°	1.4638	»	»	à + 25° : 57
—	50°	1.4349		»	»
Oléomargarine Bal.....	25°	1.4635	»	»	à + 25° : 56.4
— Bluyesen ...	25°	1.4634		»	à + 25° : 56.2
—	25°	1.4750	»	»	»
Graisse d'Autriche	50°	1.4644		»	à + 25° : 74.5
— de bœuf (rognons).	50°	1.4511	0.00043 (50-60)	»	»
— — (moelle) ..	50°	1.4534	0.00037		
— de canard.....	25°	1.4666	0.00035	»	»
—	50°	1.4577	»		
— de mouton.....	50°	1.4541	0.00036	»	»
— de cheval	50°	1.4567	0.00035		
— d'oie	25°	1.4679	0.00038	»	»
—	50°	1.4585	»		
— de porc	25°	1.4641	0.00037	»	à + 40° : 49-52
—	50°	1.4549	»		
— de veau.....	25°	1.4581	0.00042	»	à + 25° : 48.2
—	50°	1.4475	»		
— de coco.....	25°	1.4544	0.00036	»	à + 40° : 35.2
—	50°	1.4453	»		
— de Dika.....	25°	1.4471	0.00039	»	»
— de Kanté.....	50°	1.4719	0.00039		
— de Palme	25°	1.4621	0.00039 (35-50)	»	»
—	50°	1.4535			

6° Recherche des antiseptiques (Voir chapitre spécial).

CONSTANTES ADMISES POUR LE BEURRE PUR.

Le beurre pur non salé contient en général :

Eau..... 12 à 13 %.

Matières grasses..... 85 à 86 %.

Caséine, lactose, sels..... 1 à 1.50 %.

Il ne doit pas renfermer plus de 18 % de substances autres que la matière grasse (eau, caséine, lactose, etc.).

La matière grasse présente les constantes suivantes :

Déviaton oléoréfractométrique : Maximum — 34 ; minimum — 25 ; moyenne — 30.

(1) Calculés par l'auteur de l'ouvrage.

Degrés du réfractomètre de Zeiss à + 25° : 49,5 ; 54 (Indice correspondant : 1,4590 — 1,5620.

Degrés du réfractomètre de Zeiss à + 40° : 42 ; 43.

Indice de Crismer (alcool absolu) : maximum 62 ; moyenne 54.

Densité à 100° : maximum 0,866.

Indice de Koettstorfer : minimum 219 ; moyenne 222.

Indice de Hehner : maximum 91 ; moyenne 87.

Indice de Reichert-Meissl : minimum 25 ; moyenne 28.

Indice d'Iode : minimum 25 ; moyenne 35.

II. GRAISSES ALIMENTAIRES.

Beurre de coco. — Végétaline. — Margarine. — Saindoux.

Beurre de coco.

L'huile ou beurre de coco s'extrait par expression de l'amande réduite en pulpe de la noix de coco.

Cette substance présente les caractères suivants :

Densité à + 15° 0,921 ; à 100° 0,870.

Point de fusion 22° (des acides gras 25°).

Point de solidification 22-23° (des acides gras 20°5).

Indice au réfractomètre Zeiss à + 40°.....	35.2
Déviati on oléoréfractométrique	— 54°
Indice d'Iode.....	9
— de Hehner.....	88
— de Reichert-Meissl	8
— de saponification.....	255

Végétaline.

C'est du beurre de coco purifié. Produit blanc, inodore, sans saveur nette ; fusible à 25°, exempt d'acidité, ne renfermant ni eau, ni résidu insoluble dans l'éther.

Ses caractères sont :

Densité à 100°.....	0.869
Indice de Crismer.....	31°
Point de fusion.....	24°5 — 25°
Indice de Hehner.....	265
Indice d'iode	9
Déviati on oléoréfractométrique	— 53°
Indice de réfraction Abbe-Zeiss à + 40° centig.	35°2

Toutes ces déterminations se font comme il a été dit au Beurre.

Recherche des huiles étrangères (sésame, coton, arachide, etc.) dans le beurre de coco. — M. Milliau (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 26 juin 1905), indique, pour cette recherche, un procédé basé

sur la coloration rouge groseille que prennent les huiles de graines par l'action simultanée de la phloroglucine et de la résorcine en milieu acide.

On verse 4^{cc} de beurre de coco limpide (filtré au besoin) et exempt d'eau, dans une éprouvette de 15^{cc} et on y ajoute 2^{cc} d'une solution préparée au moment du besoin de phloroglucine pur dans l'éther pur (cette solution est à saturation); on mélange en imprimant avec la main un mouvement circulaire à l'éprouvette, on ajoute alors 2^{cc} d'une solution de résorcine pure dans la benzine également pure et faite au moment du besoin. On mélange.

(Le beurre et les réactifs doivent être, au moment de l'essai, à une température de 10-12° centigrades).

On plonge alors l'éprouvette, pendant quelques instants, dans l'eau maintenue à + 10° environ par des fragments de glace.

On la retire, on l'essuie et on ajoute à son contenu 4^{cc} d'acide azotique à 40° B exempt de vapeurs nitreuses; on transvase le tout dans un tube à essai de 15 millimètres de diamètre, on agite vivement pendant 5 secondes, en obturant le tube avec une feuille de caoutchouc lavé avec l'acide azotique de même concentration.

L'huile de coco parfaitement pure reste sensiblement inaltérée; des traces négligeables d'impuretés peuvent lui communiquer une teinte rosée à peine perceptible et disparaissant rapidement. Mais l'addition d'une huile de graines quelconque (arachide, sésame, coton, œillette, colza, ricin, etc.) et celles de suif, d'oléonaphtes, de résine dans la proportion de 5 %, fait naître aussitôt une teinte franchement rouge groseille.

Ne pas tenir compte des réactions qui peuvent se produire ultérieurement sous l'influence prolongée de l'acide azotique.

Margarine.

La margarine renferme généralement :

Eau.....	11 à 13 %	} préparée à l'acide de graisses ani- males et de lait, avec ou sans huile.
Matières grasses.....	82 à 87 %	
Caséine : lactose, sels, féculé (Belgique).	2 à 5 %	

Ces dosages s'effectuent par les procédés indiqués au beurre.

Les constantes de la matière grasse sont :

Densité à 100°.....	0.859 à 0.861
Indice de Crismer.....	77°-78°
— de Reichert Meissl.....	1 à 4
— de Hehner.....	95 à 96
— de Köettstorfer.....	188-200
— de réfraction Abbe à + 40° cent.	48-52

Recherche du beurre de coco. — Le beurre de coco est caractérisé par l'indice de Reichert-Meissl, qui atteint 7 ou 8, et par une modification profonde de tous les chiffres précédents, qui se rapprochent alors très sensiblement des constantes du beurre de coco.

Les règlements belge et français admettent 10 % au maximum de beurre naturel dans la margarine ; le règlement belge impose en outre 5 % d'huile de sésame et 1 p. 1000 de fécule de pomme de terre. Le Conseil fédéral allemand impose 10 % d'huile de sésame.

Dosage du beurre. (Voir Bulletin du Ministère de l'agriculture, novembre 1897 : Procédé officiel pour le dosage du beurre dans la margarine.)

Margarine allemande. (Instructions contenues dans la circulaire du 28 août 1897, pour l'application de la loi allemande du 15 juin 1897). La margarine doit contenir une proportion déterminée d'huile de sésame (1) : 20 à 30 grammes de margarine sont placés dans un tube à réaction et fondus dans un bain d'eau tiède. Quand l'eau s'est déposée au fond du tube, on filtre sur un filtre sec la graisse surnageante ; 10^{cc} de graisse, fondue et filtrée, sont agités pendant environ une demi-minute, dans un petit entonnoir cylindrique à décantation, avec 100^{cc} d'HCL (D = 1.25).

a) Si, après repos, la couche acide inférieure n'est pas colorée en rouge, on laisse écouler HCL par le robinet de l'entonnoir à décantation ; on verse 4^{cc} de la graisse contenue dans ledit entonnoir dans une petite éprouvette graduée, on ajoute 0^{cc}1 d'une solution alcoolique de furfurol à 1 p. 100 et 100^{cc} d'HCL (D = 1.19), on agite fortement pendant une demi-minute et on laisse déposer un instant. Si la margarine contient la quantité prescrite d'huile de sésame, l'acide qui se sépare à la partie inférieure doit être fortement coloré en rouge.

b) Si, après repos, la couche acide supérieure est colorée en rouge, on laisse écouler HCL ; on ajoute à la graisse 10 nouveaux cc. d'HCL (D = 1.125) et l'on agite une demi minute. Si l'acide qui se sépare est encore coloré en rouge, on le laisse écouler ; on renouvelle le traitement par HCL, jusqu'à ce que ce dernier passe incolore, ce qui se produit généralement après deux ou trois agitations. L'acide étant écoulé, on fait, sur la graisse fondue et filtrée, la réaction avec HCL et le furfurol, comme il a été dit en a.

Margarine de coton. — C'est une graisse provenant de la fabrication de l'huile de coton. Elle sert à falsifier le beurre et le saindoux. (Voir sa recherche par le procédé Tambon : Huiles.)

Saindoux.

L'analyse du saindoux comporte :

- 1° La détermination de la densité ;
- 2° Le dosage de l'eau ;
- 3° — de la matière grasse ;
- 4° — du résidu insoluble dans l'éther ;
- 5° La détermination du point de fusion et de solidification des acides gras ;

(1) Dix parties en poids d'huile de sésame pour 100 parties en poids de graisses et d'huiles employées; cinq parties pour 100 parties de fromage de margarine.

6° La détermination de la déviation oléoréfractométrique et réfractométrique ;

7° La détermination de l'indice d'iode du saindoux et des acides gras ;

8° La détermination de l'indice de Hehner ;

9° La détermination de l'indice de Crismer ;

10° La recherche des altérations et des falsifications (en particulier des huiles de sésame et de coton).

Le mode opératoire de ces essais est le même que celui indiqué au beurre.

Voici les constantes du saindoux européen :

Densité à 100°	0.861-0.862	
Densité à + 15°.....	0.931-0.932	
Eau	0 ^m 50 à 1 %	
Matière grasse .....	.99	»
Résidu insoluble dans l'éther (au maximum)....	0.25	»
Point de fusion.....	31°-33	
Point de fusion des acides gras	35°	
Point de solidification....	26°-30°	
Point de solidification des acides gras.....	34°-37°	
Déviation oléoréfractométrique	— 12°5	{ à 20 % d'arachide — 8° à 20 % de sésame — 8° à 20 % de coton — 6° à 40 % coton + 40 % suif — 10°.
(température d'observation + 45° centigrades).		
Indice d'iode des acides totaux	50°-69°	
Indice d'iode des acides gras liquides	93°-107°	
Indice de saponification..	190°-196°	
Indice de Hehner.....	96°	
Indice de Crismer	77°	
Indice de réfraction Abbe-Zeiss à + 40° centigrades	49 à 52.	

Pour l'essai du saindoux au réfractomètre de Zeiss, il importe moins d'indiquer la valeur absolue observée sur l'échelle du réfractomètre que la différence entre cette valeur et la valeur la plus élevée qui pourra être tolérée à la température de l'observation. Cette différence peut, en pratique, être considérée comme indépendante de la température : elle

suffit pour caractériser l'échantillon examiné qui sera considéré comme suspect si le chiffre observé est plus grand que la « valeur limite », c'est-à-dire si la différence est positive.

L'échantillon sera d'autant plus suspect que cette différence positive sera plus grande.

Il en résulte que les résultats obtenus par divers observateurs, à des températures différentes resteront comparables entre eux, il ne sera pas nécessaire d'opérer ou de réduire à une température normale si on se borne à indiquer les différences réfractométriques.

On pourra alors interpréter les résultats sous la forme suivante :

Températures de l'observation variant de 30 à 40 C, d'après les observations de M. le Dr Hefelmann (Pharmaceutische Centralhalle, 1894, N^o 33 et 35.)

Différences observées.	Conclusions.
— 1,4 divisions	pur
+ 2,6 »	suspect
— 0,5 »	pur
+ 4,2 »	suspect
— 0,6 »	pur

Pour le saindoux comme pour le beurre la détermination de la différence caractéristique a été simplifiée par le thermomètre spécial de Wolny (voir beurre), on se servira de l'échelle marquée S pour le saindoux.

Dans ce thermomètre, la position du mercure indique par exemple que pour le saindoux le chiffre lu dans l'oculaire devra rester au-dessous de 54°r. Il suffira donc, pour faire l'essai réfractométrique du saindoux, de se rendre compte si le chiffre lu dans l'oculaire est plus ou moins grand que celui qu'indique le thermomètre spécial, s'il est plus élevé, l'échantillon est suspect : L'opération se fait à une température comprise entre 30 et 40° centigrades.

Recherche des altérations. — Le saindoux exposé à l'air absorbe l'oxygène et rancit en jaunissant.

Le saindoux rance a une odeur et une saveur désagréables, surtout lorsqu'il est chauffé un peu au-delà de son point de fusion. Il jaunit promptement une solution d'iodure de potassium.

Si il a été conservé dans un vase de cuivre, il peut contenir un peu d'oléate ou de stéarate de cuivre qui lui communique une couleur verdâtre : on reconnaîtra le cuivre dans les cendres.

Si il a été conservé dans des poteries vernissées, il peut contenir du plomb.

Recherche des falsifications. — A) Méthode de M. Halphen :
1° On recherche d'abord directement les huiles de coton et de sésame par les réactions de M. Alphen (Voir Beurre), de

MM. Baudouin et Fabris (Voir Huile d'olive) et de M. Tambon (Voir Huile d'olive) ; pour la réaction de Baudouin, opérer sur la graisse fondue, mais prise à une température aussi basse que possible.

2° Puis on fait fondre l'échantillon à une douce température ; on en prélève 60 grammes, on les agite d'abord avec de l'eau chargée de Co^3Na^3 . Soutirer l'eau, puis laver le résidu avec de l'eau chargée d' Azo^3H à 2 % ; décanter l'eau (qui doit être toujours acide), laver le résidu à l'eau bouillante, jusqu'à ce qu'on obtienne une eau de lavage neutre.

La matière grasse ainsi purifiée est maintenue à la température de 40-50°, jusqu'à éclaircissement complet ; puis on la filtre sur un filtre à plis.

Elle servira : α) à déterminer l'indice de saponification ;

β) A contrôler l'absence d'huiles de coton.

3° On prépare enfin les acides gras, comme il est dit aux huiles.

On déterminera sur eux l'indice d'iode des acides totaux.

L'indice d'iode des acides totaux se fera de la façon décrite aux huiles, et pour rapporter le résultat au corps gras lui-même, on multipliera le résultat obtenu par le centième de l'indice de Hehner de la substance essayée, ou si ce nombre est inconnu, par 0,955.

B) Méthode de M. Ferdinand Jean (Annales de chimie analytique, 21 février 1895):

« On commence par séparer les acides gras liquides ; pour cela on saponifie 50 gr. de saindoux à analyser (1). Le savon sodique est décomposé par l'acide chlorhydrique, les acides gras sont passés dans une boule à décantation où ils sont lavés à l'eau chaude, puis introduits dans un ballon avec 250^{cc} de sulfure de carbone et 8 à 10 grammes d'oxyde de zinc. On agite fréquemment pour faciliter la formation de sels de zinc, et l'on filtre.

« On a en solution, à l'état de sels de zinc, les acides gras liquides.

(1) Peser 50 grammes de graisse, les faire fondre et chauffer à - 125° : mesurer 40 cc. de soude caustique à 36° Baumé ; mesurer d'autre part 25 cc. d'alcool à 40°, mêler ces deux liquides et verser le mélange sur la graisse chaude ; agiter sans cesse jusqu'à ce que le savon se solidifie. Verser sur le savon un litre d'eau, faire bouillir le tout pendant 45 minutes ; ajouter au liquide de l'acide chlorhydrique étendu pour décomposer le savon sodique, laisser refroidir ; les acides gras viennent surnager. Ce sont ces acides gras que M. Jean passe dans une boule à décantation, lave à l'eau chaude, etc.

« Après avoir chassé le sulfure de carbone par distillation, le résidu est décomposé par l'acide chlorhydrique et les acides gras mis en liberté, bien lavés à l'eau chaude, sont desséchés à l'étuve à 120° puis examinés à l'oléoréfractomètre à la température de 45° à l'échelle B de l'instrument. (Voir oléoréfractomètre).

« La déviation optique donne des résultats si nets que l'essai d'un saindoux peut se borner à l'examen à l'oléoréfractomètre : 1° de la graisse brute ; 2° de ses acides gras liquides. Et cet examen suffit pour mettre en évidence la présence des huiles végétales, même s'il y a eu en même temps addition de graisses animales.

« On peut toutefois corroborer l'examen optique par la détermination de l'indice d'iode des acides gras.

« Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus en opérant sur des saindoux purs et des saindoux mélangés :

ECHANTILLONS.	DEGRÉS à l'oléoréfractomètre T 45—Echelle		INDICES d'iode d'après M. Alphen	KOH nécessaire pour saturer 1 gr. acide gras liquide.
	corps neutre	Acides gras liquides	Acides gras liquides.	
Saindoux.....	— 12°5	— 30°	91 0/0	190mil
Saindoux purs.....	— 12°5	— 30°	—	191.2
Steam lard.....	— 13°	— 30°	—	191
Suif de bœuf.....	— 17°	— 40°	—	—
Suif pressé.....	— 3½°	»	75 0/0	—
Margarine de coton.....	+ 25°	+ 20°	—	—
Huile de coton.....	»	+ 40°	129 0/0	186.6
Huile de sésames.....	»	— 18°	—	170.5
Huile d'arachides.....	»	— 15°	—	175.6
Saindoux + 20 0/0 h. arachides..	— 8°	— 23°	—	186
Saindoux + 20 0/0 h. sésames..	»	— 20°	—	180
Saindoux + 20 0/0 h. de coton..	— 6°	—	—	—
Saindoux + 50 0/0 de suif.....	»	— 33°	—	200
Saindoux 40 suif 40 h. coton 20..	»	— 24°	—	189.4
Steam lard 60 suif 15 h. arach. 25	— 8°	»	—	—
Saindoux 60 suif mouton 25 h. arachides 15.....	— 13°	— 22°	—	—

« On voit que la déviation optique normale des saindoux purs est de — 12°5 et qu'elle est de — 30° pour les acides gras liquides et que un gramme de ces acides est saturé par 190 à 191 de KOH.

« Une addition de stéarine de lard, ou saindoux pressé augmente un peu la déviation de la matière brute, mais les acides gras liquides fournissent la déviation normale — 30 et sont saturés par 190/191 KOH.

« Quelle que soit la teneur du saindoux en stéarine de lard, les acides gras liquides dévient de — 30°. Si la déviation gauche est augmentée par suite d'une addition de graisse animale, la déviation des acides gras sera un peu plus forte que — 30° et le chiffre de saturation supé-

« rieur à 190/191, l'augmentation de la déviation brute ne pourra donc
« être attribuée à une addition de saindoux pressé ou de steam lard,
« mais bien à une addition de graisses animales.

« Une déviation inférieure à $-12^{\circ}5$ pour la matière brute et à -30
« pour les acides gras liquides indique la présence d'une huile végétale
« et dans ce cas le chiffre de saturation est inférieur à 190.

« S'il y a eu addition concomitante de graisse animale et d'huiles
« végétales dans un saindoux, la déviation pour la matière brute pourra
« être inférieure ou supérieure à $-12^{\circ}5$ selon les proportions d'huiles
« et de graisses animales, mais la déviation fournie par les acides gras
« liquides sera toujours inférieure à -30° et le chiffre de saturation se
« rapprochera de 190 ou lui sera supérieur, si la proportion d'huile est
« faible par rapport à la graisse animale ajoutée. »

Quelquefois le saindoux qui recouvre les conserves (foie gras, rillettes)
est mélangé de *vaseline* ; pour rechercher cette falsification :

Faire fondre au bain-marie 10 à 15 grammes de graisse, ajouter 20^{cc}
d'une solution à 1/10^e de potasse dans l'alcool à 80^e ; continuer à
chauffer en agitant pendant une demi-heure ; évaporer à consistance
sirupeuse, laisser refroidir et ajouter de l'eau distillée froide ; filtrer
sur un filtre mouillé, caractériser la *vaseline* insoluble par ses proprié-
tés négatives et son point de fusion compris entre $+30^{\circ}$ et $+43$.

III. HUILES COMESTIBLES.

PROCÉDÉS GÉNÉRAUX D'ESSAI DES HUILES.

L'essai des huiles comestibles comporte plusieurs opérations principales :

1^o Détermination de la densité et de la déviation au réfrac-
tomètre et à l'oléoréfractomètre.

2^o Détermination de l'acidité ;

3^o — l'échauffement sulfurique ;

4^o — la température de dissolution ;

5^o — la siccativité ;

6^o — du point de congélation ;

7^o — des indices d'iode et de brome.

8^o — point de fusion et de solidification des
acides gras.

Densité (oléométrie). — On détermine cette densité par
plusieurs procédés :

1^o Par la balance de Mohr. (Voir Documents physico-
chimiques.)

2° *Par la méthode du flacon.* (Voir documents physico-chimiques.)

Lorsqu'on n'a pas besoin d'une précision rigoureuse, on peut employer un procédé élémentaire qui est une simplification de la méthode du flacon, et qui consiste à peser un litre d'huile en se servant d'une balance bien sensible et d'un ballon d'un litre exactement jaugé et taré avec précision. (Voir documents physico-chimiques.) Le poids du litre d'huile divisé par 1000 donne la densité avec une approximation très suffisante dans beaucoup de cas. Si en outre on note la température t de l'huile au moment de l'opération, on aura la densité à 15° par la constante

$$D_{15} = dt + 0,00064(t - 15).$$

3° *Par les aréomètres.* — L'ancienne graduation Beaumé, purement conventionnelle et qui n'indique pas la densité, n'est pas utilisée, on emploie les densimètres, qui donnent à simple lecture la densité des liquides dans lesquels ils sont plongés. On emploie les densimètres pour liquides moins denses que l'eau, pourvu qu'ils soient gradués de 0,965 (huile de ricin) et 0,880 (huile de cachalot). On opère à + 15°.

Si on opère à une température différente de 15°, on ramène la densité à cette température. Pour cela, on prend la densité à deux températures quelconques, et on en déduit la correction.

Supposons qu'on ait :

Densité à + 12°5.....	0.9176
Densité à + 20°.....	0.9128
On a: différence.....	0.0048

La densité à 15° sera égale à :

$$0,9176 - \frac{0,0048}{7,5(1)} \times 2,5 = 0,9160.$$

On utilise aussi des densimètres spéciaux (**oléomètres**) parmi lesquels l'*oléomètre à froid de Lefebvre*, dont l'échelle s'étend de 0,940 (marqué 40) au bas de la tige, à 0,900 (marqué 00) en haut. Cet instrument étant gradué à + 15°, il faut, quand on opère à une autre température, effectuer des corrections en augmentant la densité de 0,01 par 1°5 au-dessous et en diminuant d'autant par 1°5 au-dessus de + 15°, pourvu que l'écart ne soit pas trop grand, toutes les huiles n'ayant pas le même coefficient de dilatation.

Le *densimètre de précision de Massié*, qui s'étend de 0,900 à 0,975, est gradué à + 15° et la lecture doit se faire *en haut* du ménisque que forme l'huile en remontant le long de la tige de l'instrument.

(1) 7,5 est la différence entre les deux densités initiales 20 - 12,5 = 7,5.

L'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac peut aussi être utilisé lorsqu'on ne dispose pas de densimètre spécial. Le tableau suivant donne la concordance des degrés de l'alcoomètre et des densités :

Degré alcoométrique.	Densité.	Degré alcoométrique.	Densité.	Degré alcoométrique.	Densité.
65	0.902.60	59.5	0.913.20	54.5	0.923.75
64.5	0.903.75	59	0.916.30	54	0.926.90
64	0.904.90	58.5	0.917.40	53.5	0.927.90
63.5	0.906.05	58	0.918.50	53	0.928.90
63	0.907.20	57.5	0.919.55	52.5	0.929.90
62.5	0.908.43	57	0.920.60	52	0.930.90
62	0.909.70	56.5	0.921.60	51.5	0.931.90
61.5	0.910.43	56	0.922.60	51	0.932.90
61	0.911.80	55.5	0.923.60	50.5	0.933.85
60.5	0.912.95	55	0.924.60	50	0.934.80
60	0.914.10				

D'autres aréomètres ont été construits spécialement en vue de l'essai de certaines huiles, tels sont :

L'aréomètre thermique de Pinchon est un densimètre à tige plate, à l'intérieur de laquelle se trouve un thermomètre et deux graduations :

Une échelle densimétrique allant de 0.905 à 0.985.

Une échelle graduée spéciale à chaque huile, donnant ce qu'on appelle le degré thermique. Ce degré a été déterminé pour chaque huile de façon à varier d'une unité par degré de température. Il doit y avoir toujours concordance pour une huile pure, entre son degré thermique basé sur sa dilatation spéciale et les indications du thermomètre. L'instrument donne :

La densité de l'huile ;

La température à laquelle on opère ;

Le degré thermique.

En plongeant cet appareil dans l'huile à essayer, il faut 1/4 d'heure ou 1/2 heure pour que le thermomètre prenne la température du liquide. En même temps l'aréomètre s'enfonce plus ou moins suivant la densité du liquide et sa température. On lit le degré du thermomètre et celui marqué par le densimètre ; les deux chiffres lus doivent être

semblables si l'huile est pure. S'il y a discordance et surtout si l'écart dépasse 3° on peut affirmer que l'huile n'est pas pure (1).

Indice au Réfractomètre Abbe. — Grâce à l'amplitude de l'échelle de l'oculaire, dans les limites de laquelle ($n = 1.42 - 1.49$) tombent les indices de réfraction de la plupart des huiles, le réfractomètre décrit au sujet de l'examen du beurre permet l'examen des huiles.

Le procédé d'observation est identiquement le même que pour l'examen du beurre (voir page 364), sauf la seule différence que, dans les cas où une large zone colorée se présente dans la région de la ligne d'extinction, il est bon, pour la détermination exacte de n_D , de répéter l'observation à la lumière colorée en jaune à l'aide de sel de cuisine de la flamme d'une lampe à alcool ou d'un brûleur Bunsen. L'indice de la réfraction de l'huile est donné par la Table de la page 368.

Indice oléoréfractométrique. — L'appareil décrit précédemment (page 360), permet de constater la pureté et la nature d'une huile.

Oléoréfractomètre de Jean et Amagat. — L'essai d'une huile à l'oléoréfractomètre est très simple : on verse dans la cuve de l'huile type à + 22°, de façon à recouvrir les glaces des lunettes, puis on verse de l'eau à + 22° dans le réservoir servant de régulateur de température, on remue l'huile avec un thermomètre et lorsque l'huile et l'eau du réservoir sont à + 22° on ferme la cuve avec son obturateur. Dans ces conditions, si l'on verse de l'huile type à + 22° dans le cylindre et qu'on regarde par l'oculaire de l'appareil, on voit que la ligne qui sépare le champ sombre du champ lumineux coïncide avec le zéro A de l'échelle.

Si l'on remplace l'huile type dans le cylindre par une huile quelconque, on observe alors une déviation plus ou moins considérable, à droite ou à gauche du zéro, suivant la nature de l'huile examinée. Les huiles végétales dévient toutes à droite du zéro; les huiles de pied de mouton, de bœuf, de cheval, de spermacéti, dévient en sens contraire, c'est-à-dire à gauche du zéro.

Chaque espèce d'huile donne une déviation caractéristique; ainsi les huiles d'olive dévient de 1 à 2°, l'huile de lin de 54°, le coton de 20°, le colza de 18°, l'œillette de 29°.

(1) La densité est quelquefois prise à 100°; on opérera alors comme il a été dit au Beurre.

On fera la correction relative à la température s'il y a lieu, en ajoutant ou retranchant à la densité trouvée 0,00064 par degré de température en plus ou en moins de 15° ou de 100.

Ex.: Une huile marque 0,920 à + 14°; sa densité à + 15° sera 0,920 + 0,00064. Une huile marque 0,8635 à + 99°2; sa densité à + 100° sera 0,8635 + (0,00064 × 0,8).

L'oléoréfractomètre permet donc, par une simple lecture, de constater la pureté de l'huile. Si l'huile est falsifiée, la déviation s'éloignera plus ou moins du degré spécial à l'huile pure et, selon que la déviation sera diminuée ou augmentée, on aura une donnée sur la nature de l'huile ajoutée frauduleusement.

Les indications fournies par l'oléoréfractomètre doivent toujours être contrôlées par la prise de densité et la détermination du degré thermique au thermooléomètre.

Lorsque l'huile examinée ne donne pas exactement le degré propre à l'huile pur, il faut, avant de se prononcer sur sa valeur, purifier l'huile en la traitant par l'alcool chaud; certaines huiles ainsi traitées reprennent leur déviation normale. Il sera bon de faire toujours subir ce traitement aux huiles d'olives. (Voir acidité.)

Si l'huile n'est pas épurée, il est utile de lui faire subir une légère défécation avec l'acide sulfurique avant de l'examiner à l'oléoréfractomètre.

Acidité. — Les huiles naturelles et fraîches sont toujours neutres sauf l'huile de foie de morue et l'huile de ricin. Si elles sont acides, c'est qu'elles ont été falsifiées avec de l'acide oléique du commerce ou qu'elles sont rances.

Agiter dans un ballon 10 grammes d'huile avec un mélange bien neutre de 30^{cc} d'alcool à 90° et de 60^{cc} d'éther sulfurique, titrer à la potasse normale décime en présence de la phénolphthaléine.

1^{cc} d'alcali déci-normal correspond à 0^{sr}564 d'acide oléique, on calcule pour 100 grammes d'huile.

L'acidité des huiles comestibles exprimées en acide oléique dépasse rarement 0^{sr}10/100.

Chiffre de Burstynn. C'est le nombre de centimètres cubes de potasse normale nécessaire pour 100^{cc} d'huile.

Lorsque l'acidité est représentée par un ou deux dixièmes de centimètres cubes, l'huile peut être employée telle quelle pour les essais ultérieurs, dans le cas contraire elle doit être purifiée. Cette purification se pratique en traitant l'huile par l'alcool chaud, à deux reprises différents, puis par de l'eau distillée. On laisse reposer, on décante et on dessèche à l'étuve à eau pendant une heure.

Echauffement sulfurique (Degré Maumené). — Dans un verre à expériences bien taré, de 125^{cc}, introduire 20 grammes d'huile. Ajouter, en les faisant couler le long des parois, 20 grammes d'acide sulfurique à D = 1.835 (acide commercial) ou D = 1.842, noter la température *t* de l'huile. Agiter rapidement avec un bon thermomètre et noter la température maxima *T* indiquée par le thermomètre, que l'on examine de temps à autre, mais sans cesser l'agitation.

$T - t = \text{Degré Maumené.}$

En énonçant le résultat, le chimiste doit indiquer les quantités d'huile et d'acide mises en présence, ainsi que la densité de l'acide employé (1).

Thermooléomètre de Tortelli. — M. Tortelli (*Annales de Chimie analytique*, 1905, page 4) a modifié, d'une façon fort pratique, la méthode de Maumené.

Il se sert d'un appareil appelé thermooléomètre (fig. 31), qui se compose : 1° d'un récipient à vide en verre A, d'une capacité de 75^{cc}, dont les parois et le fond sont doubles et entre lesquels on fait le vide ; ce vase a 9 centimètres de hauteur et un diamètre de 3 centimètres ; 2° d'un thermo-

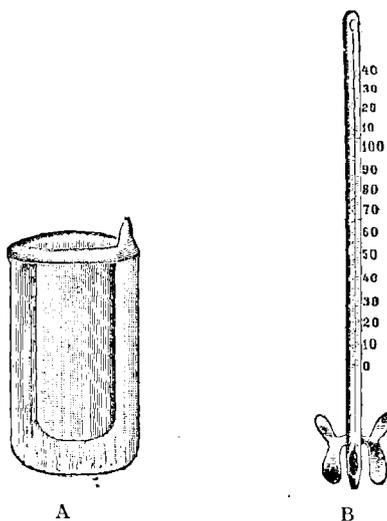


Figure 31.

mètre agitateur B très sensible, muni de deux paires d'ailettes en forme d'hélice, et construit de telle manière que le réservoir se trouve exactement au centre de l'huile.

Au moyen d'une pipette de 20^{cc}, on mesure et on introduit 20^{cc} d'huile à examiner dans le récipient à vide ; on y plonge le thermomètre ; on agite pendant une minute environ ; on note la température de l'huile,

(1) Voici en effet les constantes d'après les proportions de réactifs :

	100 cc. huile + 10 cc. acide.	50 cc. huile + 20 cc. acide.	50 cc. huile + 30 cc. acide.	20 gr. huile + 20 g. acide
Huile d'olive.....	25°	35°	35	37°
— de navette..	25°6	51°	49.5	56
— de sésame..	28°	62°	59	58
— d'œillette..	26	86	84	74
— de noix....	45.5	88°	81°	88

qui est la *température initiale de l'essai* ; on prend ensuite, avec une autre pipette, 5^{cc} d'*acide sulfurique type*, qu'on mélange à l'huile, en ayant soin d'agiter régulièrement et doucement à l'aide du thermomètre, auquel on imprime un mouvement de rotation alternativement à droite et à gauche, tout en le maintenant en léger contact avec le fond du récipient ; dès qu'on commence à ajouter l'acide, la température monte graduellement ; elle continue à monter pendant l'agitation, jusqu'à ce qu'elle arrive à son maximum ; là elle s'arrête et ne varie plus pendant deux minutes ; ce temps écoulé, même si l'on continue l'agitation, la température redescend lentement.

Le degré *maximum* atteint par la colonne mercurielle du thermomètre est la *température finale* de l'essai.

Température finale — *Température initiale* = *Indice thermique* (ou *thermosulfurique*) de l'huile.

Exemple. — Si, au moment de l'essai, la température de l'huile et celle de l'acide, c'est-à-dire la température de l'air ambiant (*température initiale*) est de 20 degrés et si le degré le plus élevé obtenu pendant l'essai (*température finale*) est de 64 degrés, l'indice thermique de l'huile est de $64 - 20 = 44$ degrés.

D'après l'auteur, l'indice thermique permet de calculer la proportion d'huile étrangère ajoutée à l'huile d'olive. Ainsi un mélange PE d'huile d'olive (indice = 33) et d'huile de coton (indice = 78) possède un indice thermique *t* de

$$\frac{44 + 78}{2} = 61 \text{ degrés.}$$

Si donc, une huile a été adultérée avec une autre et si l'on connaît leur nature, on peut trouver les proportions que renferme le mélange au moyen de l'équation

$$x = \frac{100 (G - A)}{B - A}$$

dans laquelle *x* est la quantité d'huile adultérante, *G* le degré thermique du mélange, *A* et *B* les degrés thermiques de l'huile adultérée et de l'huile adultérante.

Enfin l'indice thermique d'une huile d'olive $\times 1,85$ donne l'indice d'iode.

Le tableau de la constante des huiles (page 392) fournit l'indice thermique de Tortelli, des principales huiles.

Détermination de la température critique de dissolution (Crismer). — On fera cette détermination de la même manière que pour le beurre, en se servant d'alcool à $D = 0,7967$ à $+ 15^{\circ}5$.

Certaines huiles possèdent une température critique supérieure à 78° , c'est-à-dire au point d'ébullition de l'alcool ; dans ce cas, on prendra volumes égaux d'une huile à température critique basse (noix, œillette) et on établira la température critique du mélange.

On aura alors la valeur de la température de dissolution par la formule

$$x = 2 T - a$$

x est la température cherchée ;

T la température critique du mélange ;

a la température critique de l'huile de noix (60°) ou d'œillette (67°).

Détermination de la siccativité (réactif de Poutet). — Dans un verre à pied assez grand, peser successivement :

Huile à essayer.....	20 grammes
AzO ³ H à 1,35.....	10 —
Mercure.....	2 —

Après disparition complète du mercure, agiter vivement pendant deux ou trois minutes, laisser reposer : au bout d'un quart d'heure, lorsque la température est redevenue normale, agiter de nouveau, renouveler cette agitation un certain nombre de fois, à un quart d'heure d'intervalle chaque fois.

Une heure et quart environ après la dernière agitation, l'huile d'olive pure sera solidifiée. Les autres huiles exigent un temps plus considérable.

Détermination du point de congélation. — Laisser pendant un temps assez long l'huile dans la glace, et on observe si elle reste limpide ou non. L'huile d'olive est complètement figée à 0° ; toutes les autres restent limpides à cette température.

Indice d'iode (ou chiffre de Hubl). — Préparer les solutions suivantes :

Solution d'iode.....	}	Iode.....	25 gr.
		Alcool à 95°	500 ^{cc}
Solution de bichlorure.	}	Bichlorure de mercure ..	30 gr.
		Alcool à 95°	500 ^{cc}

Solution titrée d'hyposulfite de soude à 24^{gr}8 par litre. (Voir documents physico-chimiques.)

Solution d'iodure de potassium.	}	Iodure de potassium	
		(exempt d'iodacé).....	10 gr.
		Eau distillée.....	100 gr.

Solution d'empois d'amidon obtenue en faisant bouillir 2 grammes d'amidon avec 100^{cc} d'eau distillée, laissant déposer et décantant le liquide clair.

Peser exactement 0^{gr}50 d'huile dans un flacon d'environ 250^{cc}, pouvant se boucher à l'émeri ou au liège ; ajouter 10^{cc} de

chloroforme (1), 20^{cc} de solution d'iode mesurée aussi exactement et aussi près que possible de + 15°, puis 20^{cc} de la solution de sublimé.

Dans un second vase semblable au premier et servant de témoin, verser 10^{cc} de chloroforme, 20^{cc} de la solution d'iode, 20^{cc} de la solution de bichlorure (2).

Laisser *deux heures en contact*; verser alors dans chacun des flacons 20 à 25^{cc} de solution d'iodure de potassium, agiter; ajouter dans chacun des deux flacons 100^{cc} d'eau distillée et 2 à 3^{cc} d'empois d'amidon.

Titrer l'iode libre existant dans chacun des essais. Pour cela, la solution d'hyposulfite étant contenue dans une burette graduée, la verser peu à peu dans le flacon renfermant l'essai auquel on a préalablement ajouté 2 à 3^{cc} de solution d'amidon, agiter après chaque addition et continuer ainsi jusqu'à décoloration complète.

Soit N^{cc} d'hyposulfite ajoutés dans le flacon ne contenant pas d'huile.

Soit n d'hyposulfite ajoutés dans le flacon contenant de l'huile.

On en conclura que 20^{cc} de la solution d'iode égalent $N \times 0,0127$ d'iode; ramener à 100 grammes d'huile en multipliant le résultat par 20. On aura ainsi l'indice d'iode.

Indice de brome-soude (Méthode Halphen). — Préparer :

Solution de brome.....	}	Brome.....	19 ^{cc}
		Sulfure de carbone.....	1000 ^{cc}

Solution S[•]OH² à 10 % en volume.

Eosine à 1 %, d'eau.

Solution aqueuse de soude caustique pure à 2 %, (NaOH).

Lessive de soude à 36° B (soude caustique, 40 gr.; eau distillée, 60 gr.).

Chauffer au bain-marie 20^{cc} d'huile, 20^{cc} de lessive de soude à 36° B, 20^{cc} d'alcool à 90° en agitant souvent. Après saponification et lorsque la masse est presque sèche, verser 150^{cc} d'eau bouillante et chauffer jusqu'à dissolution du savon, verser la solution dans un ballon de 250^{cc} et ajouter peu à peu 55 à 60^{cc} SO⁴H² à 10 %, chauffer à une douce ébullition jusqu'à ce que les acides gras forment à la partie supérieure du liquide une couche absolument limpide, additionner d'eau chaude pour

(1) On peut encore opérer sur 10 cc. d'une solution chloroformique obtenue en pesant 5 grammes d'huile dans un ballon jaugé de 100 cc. et complétant le volume avec du chloroforme.

(2) Il est nécessaire que dans le *premier* flacon le mélange soit parfaitement limpide; s'il ne l'était pas, on ajouterait 10 à 15 cc. d'éther et on ajouterait la même quantité d'éther dans le deuxième flacon.

faire monter les acides gras dans le col du ballon; au moyen d'une pipette, prélever 2 à 3^{es} des acides gras et les placer dans une nacelle de verre, de façon à en peser exactement 1 gramme, introduire la nacelle dans un flacon de 250^{es} pouvant se boucher hermétiquement, verser dans le flacon 10^{es} sulfure de carbone et 100^{es} d'eau, agiter pour dissoudre le corps gras, ajouter alors 20^{es} de la solution de brome dans le sulfate de carbone, boucher, abandonner 12 heures. Ajouter alors 2^{es} de la solution d'éosine, puis la solution de soude étant contenue dans une burette graduée, la verser goutte à goutte en agitant sans cesse vivement jusqu'à teinte rose pâle (la liqueur blanchit lorsque le terme de la réaction est proche).

Soit n ^{es} de soude employés, préparer en même temps que l'essai un flacon semblable avec 20^{es} de sulfure de carbone bromé, 100^{es} d'eau, abandonner 12 heures. Ajouter alors 2^{es} de la solution d'éosine et titrer avec la soude comme précédemment, soit N ^{es}.

L'indice de brome soude sera donné par $\frac{100 n}{N}$.

Point de fusion et de solidification des acides gras. — On préparera les acides gras, on en prendra le point de fusion (v. page 348) et de solidification.

Préparation des acides gras. — Dans une capsule en tôle émaillée de un litre et demi de capacité, introduire 50 grammes d'huile, chauffer sur une toute petite flamme en agitant constamment avec un thermomètre, jusqu'à ce qu'il marque + 120°; verser sur l'huile, et en agitant vivement avec un agitateur, un mélange de 25^{es} d'alcool avec 40^{es} de lessive de soude à 36° B, remuer constamment avec une spatule en fer, pour éviter l'adhérence du savon au fond de la capsule, continuer à chauffer, en agitant, jusqu'à ce qu'on ait obtenu une masse sèche et bien désagrégée, verser alors par dessus un litre d'eau chaude, porter à l'ébullition pendant trois quarts d'heure. Arrêter le feu et verser dans le liquide 50^{es} d'eau froide, puis peu à peu en agitant sans cesse 70^{es} SO^{es}·H^{es} à 25° B; chauffer de nouveau jusqu'à ce que la masse blanche qui s'est formée par addition d'acide soit devenue huileuse, limpide et sans grumeaux, siphonner l'eau sous-jacente, laver à deux fois les acides gras à l'eau bouillante et les verser encore liquides dans un ballon de 250^{es} environ, ajouter quantité suffisante d'eau pour qu'ils montent dans le col du ballon et abandonner le tout sur un bain-marie, jusqu'à limpidité absolue des acides ainsi réunis. On pourra alors les prélever avec une pipette graduée pour les soumettre aux différents essais, ou les laisser refroidir pour déterminer leurs caractères physiques.

TABLE LI. — Constantes des principales huiles.

NOM DES HUILES.	Densité à + 15°.	Indice de réfraction à + 15°.	Indice de Zeiss à + 25°.	Indice oléo- réfractométr. à + 22°.		Degré Maumenné 20° huile + 20° (So ₄ H ₂ D = 1.835)	So ₄ H ₂ D = 1.8413 Torelli	Point de fusion des acides gras.	Point de solidification des acides gras.	Indice diode.	Indice de brome.	Indice de Crismet à + 15°. D = 0.7967	Point de congélation de l'huile.
				Brute.	Purifiée								
Amande douce ..	0.9180	1.4746		+ 6	+ 6		50.7	28-33	29-31	85-103	50.1-51.4	75-77	7°
Arachide	0.917-0.920	1.4763	64-67	+ 3.5	+ 3.5	46	50.6	32-38	32-36	106-112	39.5-41.8	70-74	12°
Coton	0.922-0.925	1.4758	68-69	+ 20°	»	65	78 »	23-27	21-25	80-86	50 »-54.4	74-77	+ 2 + 6
d'Olive	0.916-0.918	1.4745	62-63	»	+ 4° + 2°	37	44 »	25.26	22-25	100-106	41.8	73-75	5°
de Sésame	0.922-0.924	1.4745	67-69	+ 17°	+ 17°	58	71.3	20 »	16-17	130-135	25.9	67	18°
d'Œillette	0.924-0.926	1.4772	70-73	+ 29°	»	74	88.4	15-17	15-17	102-104	»	88	»
de Navette	0.913-0.917	1.4796	65-66	+ 18°		56	»	12 »	10-11	143-145	»	60	»
de Noix	0.926-0.927		72-73	+ 35°		88	»	16-18	12-15	96-105		88	
de Colza	0.913-0.917		68-69			65	61.2						

ESSAI DE L'HUILE D'OLIVE.

Propriétés chimiques et physiques :

Densité à + 15° = 0.915 à 0.917 pour les huiles françaises ;

Densité à + 15° = 0.917 à 0.918 pour les tunisiennes.

Degré oléoréfractométrique + 1° à + 2° :

Degré Maumené, 37 (voir les conditions de l'essai pages 386 et 387).

Indice d'iode, 80-86 ;

Indice de brome, 0.500 à 0.544.

Point de congélation, 0° à + 4°.

Point de fusion des acides gras + 23° à 27°. (Voir page 391, leur préparation.)

Point de solidification des acides gras, 21° à + 25°.

A ces caractères, on peut ajouter les suivants :

Indices de saponification, 190-196 : (195-196 pour les huiles tunisiennes) ;

Indices de Hehner, 94 à 96 ;

Indices de Reichert, 0.3.

Déviation du plan de polarisation (en degrés saccharimétrique), 0.5.

Ces derniers indices se déterminent comme dans le beurre. La déviation du plan de polarisation se détermine au tube de deux décimètres. (Voir Saccharimétrie.)

Falsifications. — L'huile d'olive est souvent mélangée avec des huiles d'œillette, de sésame, de coton, d'arachide ; un certain nombre de réactions colorées permettent de décèler la fraude :

1° *Huile de sésame.* — Elle s'identifie au moyen de l'essai à l'acide chlorhydrique furfurolé (Baudouin-Fabris).

Placer dans un tube à essais quelques centimètres cubes d'huile avec le même volume d'HCL concentré ($D = 1.19$), et une ou deux gouttes d'une solution alcoolique de furfurole à 2 % ; une coloration rouge de l'acide indique l'huile de sésame (certaines huiles tunisiennes donnent cette coloration). Voir plus loin, réactions de Tambon (page 397, note 1).

2° *Huile de coton.* — *Procédé Halphen.* (Voir beurre, page 355).

Procédé Becchi. — Dans un petit matras, verser 10 grammes d'huile, 3^{cc} d'une solution alcoolique de nitrate d'argent (1 gr. $AgAzO^3$ + 5^{cc} eau + 200^{cc} alcool + 20^{cc} éther + 1^{cc} AzO^3H . $D = 1.4$), porter au bain-

marie, bouillant pendant dix minutes; s'il y a dans l'huile essayée une faible proportion d'huile de coton : coloration rose; avec une forte proportion, il y aurait réduction du nitrate d'argent (précipité brun).

Voir aussi procédé Tambon (page 397).

Modifications Milliau. — M. Milliau (Ann. de Chimie analytique, 1905, page 9), a reconnu que les huiles de Capoc et de Baobab (produits commerciaux), donnent les réactions de Becchi et d'Halphen avec beaucoup plus d'intensité que l'huile de coton; il indique le procédé suivant pour reconnaître ces huiles :

Prendre 5^{cc} des acides gras de l'huile préparés (comme il est dit page 380, fondus, lavés et séchés), les placer dans un tube à essai avec 5^{cc} de solution à 1 % d'azotate d'argent dans l'alcool absolu, agiter vivement et examiner la coloration, sans chauffer.

Les acides gras de l'huile de capoc, mélangé dans la proportion même de 1 %, et au-dessous à de l'huile d'olive ou à d'autres huiles, donnent une réduction intense (brun-café), au bout de vingt minutes environ.

Avec 0.1 % d'huile de capoc, on n'obtient plus qu'une légère réduction dans le même laps de temps, plus accentuée, il est vrai, que celle obtenue dans des conditions identiques avec les acides gras de l'huile de coton pure. Ces derniers, en effet, donnent un brunissement à peine perceptible; au bout de 24 heures, la coloration n'augmente pas.

Les acides gras déshydratés de l'huile de coton mélangés à de l'huile d'olive dans la proportion de 10, 15, 20 %, etc., ne donnent lieu, dans ces conditions, à aucune coloration.

L'huile de baobab donne sensiblement les mêmes phénomènes de réduction que l'huile de capoc, mais elle offre un intérêt moins immédiat, attendu qu'elle n'est pas encore employée dans l'industrie. Ces deux huiles ont des constantes chimiques trop différentes pour pouvoir être confondues entre elles.

On obtient des résultats semblables on opérant directement sur les huiles de capoc et de baobab, sans passer par les acides gras, mais il faut alors ajouter 5^{cc} de chloroforme afin de dissoudre l'huile.

Dans ce cas, l'huile de coton est, il est vrai, plus sensible au réactif, même à froid, quoique la coloration se produise au bout d'un temps beaucoup plus long (5 % d'huile de coton déterminant une légère réduction visible au bout de 30 minutes). On a donc intérêt à s'adresser au procédé qui repose sur la préparation préalable des acides gras.

En chauffant pendant quelques minutes au bain-marie, les trois huiles donnent une réaction intense. Le procédé d'Halphen, par le contact à froid, ne donne lieu à aucune réaction immédiate, ni avec l'huile, ni avec les acides gras de l'huile de capoc, comme de celle de coton, et à chaud la coloration est d'un rose intense dans l'un et l'autre cas. On observe quelquefois, en opérant à froid, une faible teinte rose orange, visible seulement au bout de 24 heures.

3° *Huile d'œillette.* — L'huile d'œillette est reconnue :

a) Par l'augmentation du degré Maumené, des indices d'iode et de brome.

b) Par l'abaissement du point de congélation.

c) Par le réactif de Massic. 1° Agiter avec une baquette de verre et pendant deux minutes, un mélange de 10 grammes d'huile à essayer et de 5 grammes d'acide azotique à 40°-42° B. Laisser reposer et noter la coloration de l'huile et de l'acide.

Dans le cas de la présence de l'huile d'œillette, l'acide est incolore et l'huile colorée en abricot clair.

2° Agiter pendant deux minutes 10° AzO^3H et 10° d'huile ; ajouter alors 1 gramme de mercure, et après dissolution du mercure, agiter et laisser reposer.

Une coloration rouge vif indique l'huile d'œillette.

Ces procédés ne permettent pas de déterminer la présence de petites quantités d'huile d'œillette dans l'huile d'olive, ni de doser cette huile.

Dosage des huiles d'œillette et de sésame dans l'huile d'olive, au moyen des densimètres (Oléomètre et Elaiomètre). — L'oléomètre de Lefèvre est, pour cela, d'un emploi avantageux ; cet instrument marque 17°, c'est-à-dire 0,9170 dans l'huile d'olive pure, tandis qu'il marquera 25°, c'est-à-dire 0,9250 dans l'huile d'œillette. La différence entre ces deux nombres étant de 8°, 1° au-dessus de 17° équivaldra à 1/8° de mélange ; 2° représenteront un quart de mélange ; 4° représenteront la moitié, etc.

Il en sera de même pour l'huile de sésame ; la différence entre 17° (0,9170) et 23° (0,9230), étant 6°, 1° en plus de 17° représentera 1/6° du mélange ; 2° un tiers ; 4° deux tiers, etc.

Quant à l'huile d'arachide, comme elle a la même densité que l'huile d'olive, cet appareil ne peut servir dans ce cas. (Voir son dosage ci-dessous et procédé Tambon, p. 397.)

L'Elaiomètre de Goble sert aux mêmes usages ; il permet de déterminer la proportion d'huile d'œillette contenue dans l'huile d'olive ; il est gradué de telle façon qu'à + 12°5, son point d'affleurement dans l'huile d'œillette est marqué 0° en bas et son point d'affleurement dans l'huile d'olive, 50° en haut de la tige.

Pour l'utiliser, on le plonge une première fois dans l'huile, on le retire et on le plonge de nouveau. Le degré lu doublé, retranché de 100, indique la proportion pour cent d'huile d'œillette.

Ainsi, si l'appareil marque 40, on a 80 et 100 — 80 égal 20 % d'huile d'œillette.

On doit toujours opérer à la température de + 12°5. Si la température est supérieure à ce degré, on ramène l'expérience à + 12°5, en déduisant du degré lu sur l'instrument 3,6, autant de fois qu'il y a de degrés compris entre 12°5 et la température supérieure à laquelle on opère. Si la température est inférieure à 12°5, il faut au contraire ajouter au degré trouvé, autant de fois 3,6 qu'il y a de degrés de température en moins.

Exemple : L'huile d'olive marquant — 40° à l'élaiomètre à + 14° aura pour véritable degré à + 12°5 :

$$40 - (3,6 \times 1,5) = 34,6.$$

Il faut, avant d'utiliser l'appareil, goûter l'huile et la rejeter si elle présente un arrière-goût âcre ou de moisi, car les huiles d'olives obtenues par fermentation marquent de 54 à 56 à l'élaïomètre, et on peut les additionner d'huile d'œillette, de manière à amener leur densité à celle des huiles d'olives de bonne qualité.

4° *Huile d'arachide (Procédé Renard)*. — 1° *Recherche*. — Dans une capsule à fond plat, chauffer doucement 10 grammes d'huile et 10^{cc} de lessive de soude à 32° B et 10^{cc} d'alcool à 90°, jusqu'à saponification totale; redissoudre le savon formé dans l'eau distillée et y ajouter peu à peu HCL, jusqu'à ce que tout le savon soit décomposé; décanter la couche aqueuse et laver les acides gras.

Dissoudre les acides gras dans 50^{cc} d'alcool à 90°, précipiter cette solution par l'acétate de plomb; laisser refroidir et filtrer, épuiser le résidu par l'éther, décomposer à chaud le résidu insoluble dans l'éther, en le traitant par HCL étendu. Séparer par décantation les acides gras surnageant la couche aqueuse renfermant le chlorure de plomb en solution. Après refroidissement, dissoudre les acides gras dans 50^{cc} d'alcool à 90° (ajouter une goutte ou deux HCL, si la liqueur est trouble), laisser reposer.

S'il se forme des cristaux, la présence de l'acide arachidique est démontrée. Ces cristaux fondent entre 74°-75°; ils ont, au microscope, une forme caractéristique. (Voir Procédé Tambon, page 398, note 1).

2° *Dosage*. — Filtrer le précipité, le laver avec 20^{cc} d'alcool à 90° et achever le lavage avec l'alcool à 70°. Verser sur le filtre de l'alcool absolu bouillant; recevoir le liquide dans une capsule tarée, évaporer à sec au bain-marie, peser. Ce procédé de dosage n'est qu'approximatif.

Procédé Tambon. — Peser 3 grammes d'huile dans un tube à essais, bouché à l'émeri; ajouter 20^{cc} d'éther et alcool potassé (alcool à 90° 4° + KOH à l'alcool 2^{cc}50); boucher et agiter de cinq en cinq minutes, pendant une heure, abandonner au repos 8 heures. Décanter au-dessus d'un filtre le liquide surnageant, traiter le dépôt par 20^{cc} d'éther + 12^{cc} alcool à 90°. Si l'huile d'olive contient de l'huile d'arachide, on constatera une partie insoluble d'aspect floconneux, qui se déposera au fond du tube après quelques minutes de repos.

MÉTHODE DE M. TAMBON.

Pour la recherche des huiles étrangères dans l'huile d'olives.

M. Tambon, Pharmacien de marine, indique le procédé méthodique suivant (*Archives de Médecine navale*, 1903, page 425).

On peut opérer de deux façons: la saponification de l'huile pouvant se faire soit avec la soude soit avec la potasse. La première méthode est moins rapide que la seconde; c'est là la seule différence qui les distingue.

Dans un flacon bouché émeri de 250 à 300 cc. peser 10 gr. huile d'olive à essayer, ajouter 100 cc. éther sulfurié que pur (agiter légèrement), puis 50 cc. de solution de soude alcoolique (NaOH 5 grammes; alcool à 90°, 60 cc.), agiter vigoureusement de 5 en 5 minutes, pendant 1 h. 1/2, laisser en repos pendant 16 heures environ (le flacon étant bien bouché).

Il s'est formé un savon de consistance pâteuse; on filtre le liquide suragitant sur un filtre à pis en ayant soin de faire tomber le moins de savon possible sur le filtre. (On ne retire guère de 30 à 30 cc. de filtrat, il peut arriver, même avec les huiles riches en acide margarine, que le liquide éthero-alcoolique soit entièrement absorbé par le savon. En ce cas, après avoir brisé le savon, on ajoute 50 cc. d'éther — 30 cc. d'alcool à 90°, on agite, laisse en contact 2 heures et filtre.)

Recueillir le macératum dans un flacon bouché émeri de 500 cc. qu'on ferme aussitôt, ou mieux dans une bouteille décanation.

Traiter le savon resté dans le flacon et auquel on ajoute les parcelles tombées sur le filtre, par un mélange de 100 cc. d'éther + 60 d'alcool à 90°, laisser en contact 7-8 heures (en agitant souvent) après avoir bouché le flacon. Décanter comme la première fois, ajouter le liquide filtré au premier dans la bouteille décanation; traiter encore une fois le résidu par le mélange éthero-alcoolique 100 Ether

laisser macérer 10 heures; 60 Alcool filtrer, réunir le liquide filtré aux autres, laver enfin rapidement le résidu avec 25 à 30 cc. de liquide éthero-alcoolique, on a :

- (1) Réactions Tambon Lalande : A) Placer dans un tube à essai une partie d'extract A et deux parties HCL glycosé : HCL pur à 22° B..... 100 cc. Glucose crist. chimiquement pur..... 5 grammes. Laisser en contact un certain temps, ajouter deux volumes d'eau; il se forme un précipité coloré en jaune s'il y a du Sésame dans l'huile d'olive..

Un extract A. Poids moyen, 6 à 9 grammes. On y recherche :

Une *liqueur éthero-alcoolique* (trois macérations); la traiter dans une bouteille à décanation par 100 cc. SO₂H à 1/100, agiter légèrement; abandonner au repos pour faciliter la séparation; laisser écouler la couche aqueuse sous-jacente, laver le contenu de la bouteille avec trois fois 150 cc. eau distillée, évitant d'agiter trop fortement pour émulsionner. S'assurer que la dernière eau de lavage n'est plus acide. Recueillir le liquide étheré dans une capsule; rincer la bouteille avec quelques centimètres cubes d'éther et abandonner à l'évaporation spontanée à + 20° — 30°. On a :

Un *résidu insoluble*; le laver par deux macérations de 7 à 8 heures avec 100 cc. chaque fois, du liquide éthero-alcoolique à 100 cc. éther — en agitant souvent. Décanter sur un filtre; recueillir le résidu insoluble, le dessécher au bain-marie à sécherie, reprendre le résidu par l'eau distillée bouillante (le moins possible). Placer la solution obtenue dans un entonnoir à robinet avec SO₂H à 1/100, laisser les acides se séparer; jeter le tout sur un filtre sans plus, laver les acides recueillis avec eau bouillante jusqu'à ce que le filtrat ne soit plus acide. On a dans l'entonnoir :

- Un extract B. HCL pur à 22° B..... 100 cc. Glucose crist. chimiquement pur..... 5 grammes. Laisser en contact un certain temps, ajouter deux volumes d'eau; il se forme un précipité coloré en jaune s'il y a du Sésame dans l'huile d'olive..

1° *Huile de Sésame*: Réaction de HCL glycosé; contrôler sur l'huile nature avec HCL glycosé ou AzO₂H (1).

2° *Huile de Coton*: Placer dans un tube 3 gr. extract A + 15 cc. alcool absolu; agiter; pour dissoudre ajouter 5 cc. solution à 20/0 AgAzO₂ dans l'alcool absolu; mélanger, porter au bain-marie à + 60° recueillir le tube d'une cloffe noire pour éviter l'action de la lumière; si réaction coloratoire, agiter, puis rouge foncé, puis bleu, verdâtre, puis verdâtre, enfin noir; indice d'huile de coton; faire réaction Halphen (page 355).

3° *Huile d'Arachide*: Placer dans un tube à essai deux grammes d'extract, un égal volume AzO₂H à D = 1.42, quelques gouttes SO₂H, agiter; placer au bain-marie bouillant pendant 5 minutes, plonger le tube dans l'eau froide à 10°; au bout d'une heure ou deux les acides gras se sont solidifiés si l'huile d'olive est pure, si elle est mélangée d'œillette, la couche des acides gras est molle (consistance de saindoux).

4° *Margarine de coton*: Extract A donne réaction de coton.

5° *Margarine de Sésame*: Extract A donne réaction de Sésame.

Le traiter par 20 cc. d'alcool absolu bouillant; recueillir la solution alcoolique dans une petite capsule tarée; porter à l'ébullition jusqu'à évaporation de l'alcool; l'augmentation de poids de la capsule = acides margarine et arachidique; dissoudre le résidu pesé dans un volume d'alcool à 90° tel qu'un centimètre cube de ce liquide dissolve seulement 0 gr. 200 d'acide; si donc le résidu pèse 0 gr. 600 on emploiera 30 cc. d'alcool à 90°; chauffer doucement pour dissoudre, aciduler par une goutte HCL, refroidir à + 15° (jamais au-dessous). S'il y a de l'acide arachidique il se précipite sous forme de fines aiguilles entremêlées de petites feuilles à bords dentelés; prendre le point de fusion. (Voir page 398, note 1.)

Pour doser l'acide arachidique, recueillir le précipité cristallin sur un filtre sans pli, le laver avec 40-50 cc. alcool à 70°; dissoudre le résidu, avec 10-15 cc. alcool absolu bouillant; évaporer l'alcool dans une capsule tarée; peser l'acide arachidique. Un gramme d'huile arachide fournit 0 gr. 045 de cet acide; ajouter au résultat 0 gr. 02 le poids d'acide trouvé X 220 donne approximativement en 0/10 le titre de l'huile d'olive en huile d'arachide.

2° Méthode à la Potasse.

Extrait A. On y recherche :

Une liqueur éthero-alcoolique (deux macérations) : la traiter par l'eau acidulée à l'HCl à 1/10°. Opérer pour la suite comme il est dit au procédé à la soude.

Les différentes huiles comme il est dit au procédé à la soude.

Un résidu insoluble :

Le traiter par la liqueur éthero-alcoolique à 100 cc. éther. Ce résidu se comporte de deux façons :

α Il se dissout entièrement si l'huile d'olive est pure (après quelques agitations et au bout de quelques heures).

β Il laisse une partie insoluble si l'huile contient de l'arachide ; dans ce dernier cas, séparer la partie insoluble en filtrant après avoir amené la température du liquide à + 10° environ ; laver le résidu sur le filtre avec 30-40 cc. de liqueur éthero-alcoolique à 100 cc. éther.

Un extrait B.

Le traiter par 10 cc. alcool absolu bouillant et continuer comme il est dit au procédé à la soude. Avec cette différence qu'après avoir pesé le résidu d'acides margarique et arachidique au lieu de tenir exactement compte du poids du précipité, pour le dissoudre dans un volume donné d'alcool on le dissoudra dans la quantité fixe de 5 cc. d'alcool pour tout poids d'acide inférieur à 0 gr. 100 (1).

Dans un flacon de 200 cc. bouché émeri, placer 10 gr. d'huile + (éther 100 cc. + alcool à 90° 20 cc. + KOH à l'alcool 8 grammes). Agiter vigoureusement de loin en loin pendant 1 h. 1/2 environ ; repos 16 heures ; décantation du 1^{er} macératum : traiter le résidu par 100 cc. éther + 20 cc. alcool à 90° ; contact de 7-8 heures ; nouvelle décantation en évitant toute perte de savon.

On a :

On traite ce résidu comme il est dit pour le procédé à la soude, mais en employant HCl au lieu de SO⁴H² pour obtenir les acides gras.

(1) Comme pour le procédé à la soude on n'affirmera la présence de l'huile d'arachide que lorsqu'on aura examiné au microscope les cristaux d'acide arachidique et vérifié leur point de fusion ; comme on n'a que très peu de substance pour déterminer ce point de fusion, voici comment opérer l'auteur : il place la capsule contenant les acides sur un bain-marie dans lequel il plonge un thermomètre, il élève alors peu à peu la température du bain en surveillant avec soin le corps gras de la capsule ; dès que la fusion commence, il note le degré indiqué par le thermomètre, ce degré représente le point de fusion de l'acide gras. L'acide arachidique fond entre 71 et 72° ; si on reprendait les cristaux formés par un volume d'alcool à 90°, proportionnel à leur poids (deux centigr. par centimètre cube d'alcool à 90° dans le procédé à la soude), qu'on le reprécipite par HCl et qu'on fasse cristalliser de nouveau, les cristaux obtenus fonderaient entre 75 et 76°.

IV. LAIT.

Préparation et prélèvement de l'échantillon de lait à analyser. — Il est nécessaire d'opérer un brassage suffisant du lait ; on obtient ce résultat par des transvasages répétés.

Si on ne peut faire de suite l'analyse, on peut conserver l'échantillon en y ajoutant 0^m20 de bichromate de potasse par litre.

Si le lait est congelé, on chauffera à 40 ou 50°, tout ou partie de l'échantillon, et ce n'est qu'après cette opération qu'on effectuera les transvasages.

En principe, on doit prendre le lait directement dans les récipients qui ont servi à le transporter.

Dans les cas douteux, l'expert peut être appelé à prélever, à l'étable même, un échantillon de contrôle ; la prise de cet échantillon doit être faite 24 heures, mais au plus tard trois jours après la traite du lait à examiner. Lors du prélèvement de l'échantillon de contrôle, l'expert doit observer les précautions suivantes :

1° Le lait doit être pris aux mêmes vaches qui ont fourni le lait à analyser.

2° Les vaches doivent être traites comme d'habitude et à la même heure que lors du prélèvement qui a fourni le lait à examiner.

3° La vache doit être traitée à fond.

4° Recueillir et transporter le produit de la traite dans des récipients soigneusement nettoyés.

L'analyse du lait comprend :

1° *La détermination des caractères organoleptiques et physiques.* (Détermination de la crème, examens microscopique et lactoscopique, détermination de la densité du lait et du sérum.)

2° *L'analyse chimique proprement dite.*

3° *La recherche des falsifications.*

1° Détermination des caractères organoleptiques et densité.

Le lait frais possède une odeur faible, mais agréable et caractéristique ; sa crème monte facilement et la présure le coagule immédiatement. Il ne doit pas dégager d'odeur fétide ou putride. Il doit être blanc légèrement bleuâtre, une teinte jaune indique une forte proportion de crème (il en est de même lorsque le lait est très opaque). Sa consistance doit être fluide et ne doit pas devenir visqueuse par addition d'ammo-

niaque (lait colostrale), une saveur franche, corsée, indique un lait riche en crème ; sa réaction varie suivant les espèces mais est souvent amphichromatique (1).

Le lait qui a été bouilli a perdu sa saveur et son odeur caractéristiques, sa réaction est plutôt alcaline ; sa crème se rassemble difficilement et la présure ne le coagule que lentement.

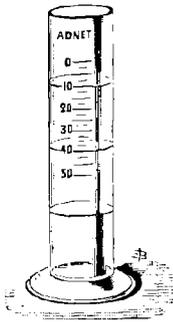
Pour distinguer le lait cru du lait cuit, on ajoute à 1^{re} de lait 1^{re} d'une solution aqueuse de gaiacol à 1 % ; on mélange et on ajoute une goutte d'eau oxygénée.

Si le lait est cru, on obtient immédiatement à froid une coloration rouge grenat.

Avec une solution de paraphénylène diamine à 1 % on aurait une coloration bleue.

Le lait écrémé ou additionné d'eau perd son onctuosité ; il est plat au goût et il prend une teinte bleuâtre (lait bleu).

Détermination de la crème (Crémomètre de Chevalier). — C'est une éprouvette en verre de 38 millimètres de diamètre intérieur et de 16 centimètres de hauteur. Cette éprouvette est graduée à sa partie supérieure de haut en bas d'une façon empirique. Les indications de l'instrument donnent directement la crème pour cent de lait.



Remplir l'éprouvette avec le lait jusqu'au trait 0, après l'avoir rendu bien homogène par agitation, abandonner 24 heures à une température voisine de + 15°. Lire le volume qu'occupe la couche de crème dans l'éprouvette. On doit trouver dix à quatorze centièmes de crème dans un lait naturel. (Voir plus loin Mouillage.)

(1) *Caractérisation de la pureté du lait basée sur la recherche de l'ammoniaque.* — MM. Trillat et Sauton (C. R. de l'Académie des Sciences, 1905, p. 1266) conseillent d'opérer comme suit :

Placer 10 cc. de lait dans un tube à essai, y ajouter 10 cc. d'une solution à 10 % de trichlorure d'iode : filtrer ; ajouter peu à peu dans le filtrat un lait de chaux pure (3 gr. 100 de chaux pour 100 d'eau) jusqu'à apparition d'un précipité noir intense (provenant, si le lait contient de l'ammoniaque, de la formation d'iodure d'azote qui disparaît par un effet de réactif).

Tout lait provenant de vaches saines et traitées avec soin ne fournit jamais de précipité noir.

Le précipité noir se produit avec les laitsensemencés avec les germes suivants : ferments acétique, butyrique, lactique ; bacilles typhique, diphtérique, *B. coli commune*, streptocoque, staphylocoque, charbon, vibron cholérique ; dans les laitsensemencés avec du *Micrococcus uræ*, la salive humaine, l'urine putréfiée, l'eau d'égout, l'eau de Seine. Le précipité noir peut se produire même 24 heures après l'essai.

La formation du précipité noir dans le lait doit rendre ce lait suspect. Cette réaction doit être considérée non pas comme une certitude, mais comme une présomption de pollution et de mouillage.

Les laits bouillis fournissent des résultats erronés au crémomètre.

Examen microscopique. — Le lait normal, examiné au microscope, laisse voir des globules gras très nombreux et de deux dimensions, les uns très petits, les autres de dimension plus considérable.

Le lait mouillé ou écrémé montre des globules gras très dispersés dans un liquide opaque.

Le colostrum, que l'on rencontre quelquefois dans le lait, dans les premiers jours de la lactation, est caractérisé par des cellules graisseuses volumineuses, à contours mal délimités et renfermant une masse granuleuse; on trouve toujours, à côté de ces cellules, des leucocytes (globules circulaires, aplatis, renfermant de un à quatre noyaux dans leur intérieur, finement granulés).

Les globules de pus apparaissent de même avec leur contenu granuleux et nucléolé et très réfringent.

Le sang est caractérisé par des globules plus ou moins jaunes.

On recherche enfin les grains de fécule et d'amidon. (Voir farines.)

Examen Lactoscopique. — Le Lactoscope du Dr Donné indique immédiatement et avec exactitude la *Richesse* d'un lait; son emploi facile permet de s'assurer rapidement de la *proportion de crème* et de la *qualité nutritive* de toute espèce de lait.

Le principe de cet instrument est fondé sur une propriété inhérente à la constitution même du lait.

Le lait doit *sa couleur blanche et mate aux globules de matière grasse ou butyreuse qu'il contient*; plus ces globules sont nombreux, plus le lait est opaque et plus en même temps il est riche en matière grasse ou en crème; le plus ou moins d'opacité du lait étant en rapport direct avec sa qualité principale (*sa richesse en crème*), la mesure de cette opacité peut donc donner indirectement la mesure de la richesse de ce liquide et indiquer sa valeur.

Le degré d'opacité du lait ne peut être apprécié sur une masse de liquide; il ne peut se mesurer que sur des couches très minces et c'est ce qui se fait avec le *Lactoscope*; cet instrument est combiné de telle sorte que le lait peut y être examiné en couches de toute épaisseur, depuis la plus mince, à travers laquelle on distingue tous les objets jusqu'à celle qui

ne laisse plus rien apercevoir ; il donne immédiatement *la richesse du lait*, en indiquant le degré d'opacité auquel répond l'indication de la proportion de crème.

Dispositions de l'Instrument et manière de s'en servir. —

L'instrument consiste en une sorte de Lorgnette composée de deux tubes munis de deux glaces parallèles qui se rapprochent jusqu'au contact, ou s'éloignent plus ou moins l'une de l'autre à volonté, au moyen d'un pas de vis très fin ; un petit godet destiné à recevoir le lait, est placé à la partie supérieure ; au côté opposé est adapté un manche qui sert à tenir l'instrument. Le tube qui se visse dans l'autre, forme la partie antérieure ou l'oculaire, celle à laquelle on applique l'œil ; il porte des divisions au nombre de cinquante et la chiffraison correspondante.

On verse quelques gouttes du lait que l'on veut examiner dans le godet (il est nécessaire de prendre l'échantillon de lait dans la masse du liquide et non à la surface seulement où se réunit la couche de crème ; si donc le lait est depuis quelque temps en repos, on aura soin de l'agiter un peu, afin d'en mêler toutes les parties).

Le godet étant plein on tourne le tube oculaire de droite à gauche jusqu'à ce que le liquide ait pénétré entre les glaces et *qu'il soit réuni à la partie inférieure*.

On tourne alors le tube oculaire dans le sens inverse, de gauche à droite et l'on regarde à travers jusqu'à ce que l'on commence à distinguer la flamme d'une bougie, placée à un mètre ; on s'arrête à ce point et on imprime de nouveau un léger mouvement de retour jusqu'à ce que, par un peu de tâtonnement, on soit arrivé à perdre la flamme de vue, sans dépasser le moment où elle s'éteint pour ainsi dire et cesse d'être aperçue ; c'est là définitivement le point où il faut s'arrêter. On lit le chiffre de la division auquel correspond la flèche ; le Tableau ci-dessous indique la richesse, ou la proportion de crème du lait observé.

On peut s'assurer du degré de sensibilité de l'instrument, en ajoutant une très petite quantité d'eau ou même d'eau de son au lait, $1/20^{\text{me}}$ d'eau suffit à changer le degré de transparence du lait observé, un lait marquant 25 marquera 28 ou 30 en y mêlant un peu d'eau.

Observation. — 1° Au moment où le lait est introduit entre les deux glaces, il arrive ordinairement que des bulles d'air

se trouvent renfermées dans la couche de liquide, il faut avoir soin de les chasser et l'on y parvient facilement en imprimant quelques mouvements au lait, en dévissant plus ou moins l'oculaire de manière à écarter et à rapprocher les glaces.

2° Dès que l'essai est terminé, on dévisse entièrement l'oculaire afin de nettoyer parfaitement l'instrument et d'essuyer les glaces. Il faut éviter, pendant l'observation, de ternir avec l'haleine la glace de l'oculaire.

Tableau indiquant la richesse des différents laits, d'après le degré qu'ils marquent au Lactoscope.

	Indications du Lactoscope.
LAIT DE VACHE :	
	—
Léger, donnant environ 5 pour cent de crème.....	40 à 35
Ordinaire, donnant de 5 à 10 — —	35 à 30
Assez riche, donnant de 10 à 15 — —	30 à 25
Très-riche, donnant de 15 à 20 — —	25 à 20
Excessivement riche (dernière traite) —	20 à 15
Très-faible (première traite).....	150, ou 3 tours de l'oculaire.
LAIT D'ANESSE	
Ordinaire bonne qualité.....	50 à 80
Très-faible.....	150 à 200, ou 4 tours de l'oculaire.
LAIT DE CHÈVRE	
Riche.....	10 à 15
LAIT DE FEMME	
Riche et substantiel	20 à 25
Moyen.....	30 à 35
Faible.....	40 à 45

Détermination de la densité — Elle se détermine par plusieurs procédés :

A) Mesurer avec une pipette bien exacte 10^{cc} de lait, qu'on fait couler dans une capsule taréc avec son couvercle ; couvrir aussitôt et peser ; le poids du lait, divisé par 10, donne la densité approximative.

B) On peut encore se servir de la méthode du flacon ou de la balance de Mohr. (Voir Documents physico-chimiques.)

Si la température n'est pas exactement de + 15°, on fera la correction de température au moyen de la table donnée au sujet du lactodensimètre de Quevenne.

C) *Lactodensimètre de Quevenne.* — C'est un aéromètre (fig. 32) qui indique la densité du lait; celle de l'eau étant 1000, la densité moyenne du lait pur est 1032, celle du lait écrémé 1033, c'est-à-dire qu'un litre d'eau

pesant 1000 grammes, un litre de lait pur pèse 1032 grammes, un litre de lait écrémé 1033 grammes. Ce poids en grammes est indiqué sur la tige de l'appareil, mais pour plus de simplicité on a supprimé les deux premiers chiffres de gauche (ou 10); 25° ou 32° du lactodensimètre indiquent une densité de 1025 ou 1032; c'est-à-dire que un litre de lait examiné, pèse 1025 grammes ou 1032 grammes; la graduation de l'instrument va de 14 (ou 1014) en haut à 42 (ou 1042) en bas de la tige.

Indépendamment de cette échelle, le lactodensimètre porte deux graduations indiquant outre la densité qui est commune, la quantité approximative d'eau dont le lait à été additionné.

La graduation jaune représente les densités et les additions d'eau pour le lait entier, c'est-à-dire non écrémé; la graduation bleue porte les mêmes indications pour le lait bleu, c'est-à-dire écrémé.

Pour se servir de l'appareil, remplir avec le lait rendu homogène par l'agitation, une éprouvette assez large, en ayant soin de faire arriver le lait à 2-3 centimètres du bord supérieur de l'éprouvette, plonger le densimètre dans le lait, faire la lecture *en haut du ménisque convexe*, prendre la température au moyen d'un thermomètre, faire la correction si la température n'est pas de + 15° au moyen de la Table LII.

Si on n'a pas de Table, amener la température du lait à + 15°, ou bien encore ajouter au degré lu 1° pour une variation de température de 5° au-dessus de + 15°, retrancher 1° pour une variation de température de 5° au-dessous de + 15°.

Les indications du lactodensimètre peuvent être utilisées, soit pour le lait entier, soit pour le lait écrémé. Que l'on lise la densité du côté jaune ou du côté bleu, elle est identique. On ne trouve de changement que lorsqu'il s'agit d'évaluer la proportion d'eau ajoutée. (Voir Mouillage.)

La densité moyenne d'un lait est de 1033; elle varie de 1026 à 1040.

Détermination de la densité du sérum. — La densité du sérum se prend sur le produit de la filtration claire du lait, spontanément coagulé par un séjour prolongé dans une étuve à 40° au plus; on ne doit provoquer cette coagulation par aucune substance acide.

La prise de densité du sérum se fait au moyen du densimètre, du picnomètre ou de la balance de Mohr. (Voir documents physico-chimiques.)

Cette densité doit être comprise entre 1027 et 1030 à + 15°.



Fig. 32.

Table LII. — Corrections des lectures du Lactodensimètre.
LAIT ENTIER.

INDICATIONS DU THERMOMÈTRE.		INDICATIONS DU LACTODENSIMÈTRE.																					
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
0	12.9	13.9	14.9	15.9	16.9	17.8	18.7	19.6	20.6	21.5	22.4	23.3	24.3	25.2	26.1	27.0	27.9	28.8	29.7	30.6	31.5	32.4	
1	12.9	13.9	14.9	15.9	16.9	17.8	18.7	19.6	20.6	21.5	22.4	23.3	24.3	25.2	26.1	27.0	27.9	28.8	29.7	30.6	31.5	32.4	
2	12.9	13.9	14.9	15.9	16.9	17.8	18.7	19.6	20.6	21.5	22.4	23.3	24.3	25.2	26.1	27.0	27.9	28.8	29.7	30.6	31.5	32.4	
3	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	17.9	18.8	19.7	20.7	21.6	22.5	23.5	24.4	25.4	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.7	32.6	
4	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	17.9	18.8	19.7	20.7	21.6	22.5	23.5	24.4	25.4	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.7	32.6	
5	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.0	18.9	19.8	20.8	21.7	22.6	23.5	24.4	25.3	26.2	27.1	28.0	28.9	29.8	30.7	31.6	32.5	
6	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.0	18.9	19.8	20.8	21.7	22.6	23.5	24.4	25.3	26.2	27.1	28.0	28.9	29.8	30.7	31.6	32.5	
7	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.0	18.9	19.8	20.8	21.7	22.6	23.5	24.4	25.3	26.2	27.1	28.0	28.9	29.8	30.7	31.6	32.5	
8	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.0	18.9	19.8	20.8	21.7	22.6	23.5	24.4	25.3	26.2	27.1	28.0	28.9	29.8	30.7	31.6	32.5	
9	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.0	18.9	19.8	20.8	21.7	22.6	23.5	24.4	25.3	26.2	27.1	28.0	28.9	29.8	30.7	31.6	32.5	
10	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.0	18.9	19.8	20.8	21.7	22.6	23.5	24.4	25.3	26.2	27.1	28.0	28.9	29.8	30.7	31.6	32.5	
11	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.3	25.3	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.7	32.6	33.5	
12	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.3	25.3	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.7	32.6	33.5	
13	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.3	25.3	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.7	32.6	33.5	
14	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.3	25.3	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.7	32.6	33.5	
15	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.3	25.3	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.7	32.6	33.5	
16	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.0	19.9	20.9	21.8	22.7	23.6	24.5	25.4	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.7	32.6	33.5	
17	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.0	19.9	20.9	21.8	22.7	23.6	24.5	25.4	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.7	32.6	33.5	
18	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.0	19.9	20.9	21.8	22.7	23.6	24.5	25.4	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.7	32.6	33.5	
19	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.0	19.9	20.9	21.8	22.7	23.6	24.5	25.4	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.7	32.6	33.5	
20	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.0	19.9	20.9	21.8	22.7	23.6	24.5	25.4	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.7	32.6	33.5	
21	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.4	25.4	26.4	27.3	28.2	29.1	30.0	30.9	31.8	32.7	33.6	34.5	
22	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.4	25.4	26.4	27.3	28.2	29.1	30.0	30.9	31.8	32.7	33.6	34.5	
23	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.4	25.4	26.4	27.3	28.2	29.1	30.0	30.9	31.8	32.7	33.6	34.5	
24	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.4	25.4	26.4	27.3	28.2	29.1	30.0	30.9	31.8	32.7	33.6	34.5	
25	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	
26	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	
27	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	
28	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5	24.5	25.5	26.5	27.5	28.5	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5	34.5	35.5	36.5	37.5	
29	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5	24.5	25.5	26.5	27.5	28.5	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5	34.5	35.5	36.5	37.5	
30	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5	24.5	25.5	26.5	27.5	28.5	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5	34.5	35.5	36.5	37.5	

(1) Les chiffres 14, 15, 16, etc., du Lactodensimètre indiquent des densités de 1014, 1015, 1016, etc., il en est de même des chiffres de toutes les colonnes. On se sert de cette table comme de celle des corrections de l'alcômomètre centésimal (voir page 77 et suivantes). Ces tableaux sont extraits du *Traité d'analyse des matières alimentaires*, de M. Ch. Girard.

LAIT ÉCRÉMÉ.

INDICATIONS DU LACTODENSIMÈTRE.

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
0	17.2	18.2	19.2	20.2	21.4	22.0	22.9	23.8	24.8	25.8	26.8	27.8	28.7	29.7	30.7	31.7	32.6	33.5	34.4	35.3	36.2	37.1	38.1
1	17.2	18.2	19.2	20.2	21.4	22.0	22.9	23.8	24.8	25.8	26.8	27.8	28.7	29.7	30.7	31.7	32.6	33.5	34.4	35.3	36.2	37.1	38.1
2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.4	22.0	22.9	23.8	24.8	25.8	26.8	27.8	28.7	29.7	30.7	31.7	32.6	33.5	34.4	35.3	36.2	37.1	38.1
3	17.2	18.2	19.2	20.2	21.4	22.0	22.9	23.8	24.8	25.8	26.8	27.8	28.7	29.7	30.7	31.7	32.6	33.5	34.4	35.3	36.2	37.1	38.1
4	17.2	18.2	19.2	20.2	21.4	22.0	22.9	23.8	24.8	25.8	26.8	27.8	28.7	29.7	30.7	31.7	32.6	33.5	34.4	35.3	36.2	37.1	38.1
5	17.3	18.3	19.3	20.3	21.3	22.3	23.1	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0
6	17.3	18.3	19.3	20.3	21.3	22.3	23.1	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0
7	17.3	18.3	19.3	20.3	21.3	22.3	23.1	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0
8	17.3	18.3	19.3	20.3	21.3	22.3	23.1	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0
9	17.4	18.4	19.4	20.4	21.4	22.4	23.3	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.2
10	17.4	18.4	19.4	20.4	21.4	22.4	23.3	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.2
11	17.6	18.6	19.6	20.6	21.6	22.6	23.5	24.4	25.4	26.4	27.4	28.4	29.4	30.4	31.4	32.4	33.4	34.4	35.4	36.4	37.4	38.4	39.4
12	17.7	18.7	19.7	20.7	21.7	22.7	23.6	24.5	25.5	26.5	27.5	28.5	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5	34.5	35.5	36.5	37.5	38.5	39.5
13	17.8	18.8	19.8	20.8	21.8	22.8	23.7	24.6	25.6	26.6	27.6	28.6	29.6	30.6	31.6	32.6	33.6	34.6	35.6	36.6	37.6	38.6	39.6
14	17.9	18.9	19.9	20.9	21.9	22.9	23.8	24.8	25.8	26.8	27.8	28.8	29.8	30.8	31.8	32.8	33.8	34.8	35.8	36.8	37.8	38.8	39.8
15	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0
16	18.1	19.1	20.1	21.1	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34.1	35.1	36.1	37.1	38.1	39.1	40.1
17	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.2	40.2
18	18.4	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.4	25.4	26.4	27.4	28.4	29.4	30.4	31.4	32.4	33.4	34.4	35.4	36.4	37.4	38.4	39.4	40.4
19	18.6	19.6	20.6	21.6	22.6	23.6	24.6	25.6	26.6	27.6	28.6	29.6	30.6	31.6	32.6	33.6	34.6	35.6	36.6	37.6	38.6	39.6	40.6
20	18.8	19.8	20.8	21.8	22.8	23.8	24.8	25.8	26.8	27.8	28.8	29.8	30.8	31.8	32.8	33.8	34.8	35.8	36.8	37.8	38.8	39.8	40.8
21	18.9	19.9	20.9	21.9	22.9	23.9	24.9	25.9	26.9	27.9	28.9	29.9	30.9	31.9	32.9	33.9	34.9	35.9	36.9	37.9	38.9	39.9	40.9
22	19.1	20.1	21.1	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34.1	35.1	36.1	37.1	38.1	39.1	40.1	41.1
23	19.3	20.3	21.3	22.3	23.3	24.3	25.3	26.3	27.3	28.3	29.3	30.3	31.3	32.3	33.3	34.3	35.3	36.3	37.3	38.3	39.3	40.3	41.3
24	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5	24.5	25.5	26.5	27.5	28.5	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5	34.5	35.5	36.5	37.5	38.5	39.5	40.5	41.5
25	19.7	20.7	21.7	22.7	23.7	24.7	25.7	26.7	27.7	28.7	29.7	30.7	31.7	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7	39.7	40.7	41.7
26	19.9	20.9	21.9	22.9	23.9	24.9	25.9	26.9	27.9	28.9	29.9	30.9	31.9	32.9	33.9	34.9	35.9	36.9	37.9	38.9	39.9	40.9	41.9
27	20.1	21.1	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34.1	35.1	36.1	37.1	38.1	39.1	40.1	41.1	42.1
28	20.3	21.3	22.3	23.3	24.3	25.3	26.3	27.3	28.3	29.3	30.3	31.3	32.3	33.3	34.3	35.3	36.3	37.3	38.3	39.3	40.3	41.3	42.3
29	20.5	21.5	22.5	23.5	24.5	25.5	26.5	27.5	28.5	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5	34.5	35.5	36.5	37.5	38.5	39.5	40.5	41.5	42.5
30	20.7	21.7	22.7	23.7	24.7	25.7	26.7	27.7	28.7	29.7	30.7	31.7	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7	39.7	40.7	41.7	42.7

INDICATIONS DU THERMOMÈTRE

2° Analyse chimique.

L'analyse chimique proprement dite comprend :

Le dosage de l'extrait ;

- des cendres (ou matières minérales) ;
- du beurre ;
- du lactose ;
- de la caséine.

Extrait sec à 100 (1). — Dans une capsule de platine tarée, mesurer 10^{cc} de lait ; ajouter deux à trois gouttes d'acide acétique cristallisable, chauffer légèrement en agitant jusqu'à commencement de coagulation, maintenir à l'étuve à eau bouillante jusqu'à poids constant ; faire des pesées successives de demi-heure en demi-heure, après sept heures d'étuves à 99°.

Le poids moyen de l'extrait est de 13 %. Une quantité plus faible indique un mouillage. (Voir plus loin.)

Si on connaît D la densité du lait prise au picnomètre, A le poids du beurre de 100^{cc} de lait, on aura le poids de l'extrait *x* par la formule suivante de Fleischmann

$$x = \frac{D - 1 + 0.00448 A}{0.00378}$$

ou encore par la suivante :

$$x = \frac{1000 (D - 1) + 5 A}{4}$$

Le poids d'extrait ainsi trouvé permet de vérifier le dosage de l'extrait par évaporation. La différence entre l'extrait obtenu par évaporation

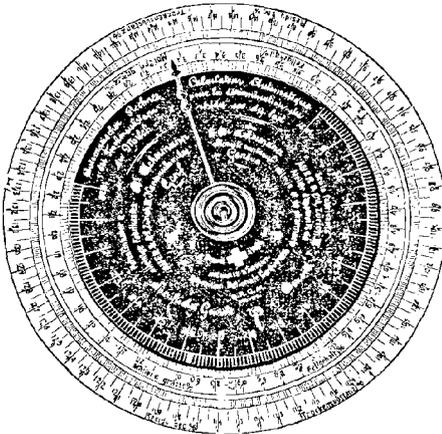


Figure 33.

et l'extrait calculé, ne doit pas s'écarter de 0,2 à 0,3 en plus ou en moins, sans quoi il faudra vérifier les données, et si elles sont exactes, on devra suspecter le lait examiné.

Le docteur Ackermann a établi une machine à calculer l'extrait sec du lait. Elle est composée de deux disques concentriques (fig. 33), dont le plus petit, mobile et muni d'une flèche, porte une graduation indiquant la densité du lait. Sur le pourtour du grand disque, deux échelles su-

(1) On entend par *Extrait dégraissé* le poids de l'extrait sec % diminué du poids du beurre % de lait.

perposées marquent le pourcentage de la matière grasse et celui de l'extrait sec. Si par une rotation convenable, on met en regard la densité du lait et sa richesse en matière grasse, la flèche indiquera le résidu sec. De même si l'extrait sec et la densité sont connus, la flèche dirigée sur les chiffres qui les représentent, fera connaître la proportion du beurre.

Cendres. — Calcination des 10^{oo} de lait qui ont servi à déterminer l'extrait. Conserver les cendres pour y rechercher le borax, le bicarbonate de soude. Les cendres s'élèvent généralement à 0,60 %_o, au maximum 0,80.

Séparation des cendres solubles et insolubles. — Mesurer, dans une capsule à fond plat, 25^{oo} de lait, ajouter quatre à cinq gouttes d'acide acétique, cristallisable et évaporer à sec au bain-marie d'abord, puis à l'étuve à air à 30° environ ; incinérer avec précaution à la flamme du gaz, porter au rouge, laisser refroidir, écraser les fragments de charbon avec un agitateur en verre aplati à l'une de ses extrémités ; incinérer de nouveau.

Le résidu est traité à quatre ou cinq reprises par l'eau bouillante, décanté sur un petit filtre.

a) Placer le filtre dans la capsule, l'humecter d'une solution de nitrate d'ammoniaque, sécher, puis calciner pour avoir un résidu blanc. L'augmentation de poids de la capsule donne les cendres insolubles.

b) La solution filtrée sera évaporée dans une capsule tarée, à la flamme de l'alcool, jusqu'à absence complète de résidu carbonneux.

On aura ainsi les cendres solubles dans lesquelles on pourra doser les chlorures (Voir Café moulu) et les phosphates. (Voir Farines.)

Beurre. — A) *Méthodes volumétriques.*

α) *Méthode de Marchand.* — L'appareil de M. Marchand, ou lactobutyromètre, est un tube de verre fermé à un bout et divisé en trois parties marquées : *lait, éther, alcool.*

On rencontre, dans la pratique, deux modèles de lactobutyromètre.

Le lactobutyromètre à curseur (fig. 34), de Salleron :

Dans cet appareil le tube porte un curseur en cuivre, gradué ; il est contenu dans un étui en fer blanc, à la base duquel se trouve un godet.

Pour opérer, on verse du lait dans le tube jusqu'au premier trait, on y ajoute quelques gouttes de soude caustique en dissolution ; on ajoute de l'éther à 62° jusqu'au deuxième trait ; puis, bouchant l'ouverture avec le doigt, on agite jusqu'à ce que le mélange soit fait ; on verse alors de l'alcool à 90° jusqu'au troisième trait, on bouche l'appareil. On verse de l'eau dans le tube en fer blanc, on y plonge le tube de verre, et on allume de l'esprit de vin dans le godet, de façon que la température de l'eau monte à + 40°. Il se forme une couche huileuse dans le tube de verre ; on retire le tube, lorsque cette couche n'augmente plus, et avec le curseur, on mesure la hauteur de cette couche. Le chiffre trouvé indique la teneur en beurre du lait essayé.

La lecture se fait en faisant coïncider le trait marqué 12°60 avec le haut de la colonne butyreuse. On recherche alors le trait tangent au ménisque gras du bas de cette colonne; le chiffre marqué à ce trait indique la teneur du lait en beurre, par litre.

Le lactobutyromètre gradué sur le verre du tube (fig. 35) :

Cet appareil porte, vers sa partie supérieure, 100 divisions d'égale capacité, numérotées de 10 en 10, de 100 à 0. Le tube porte en outre 10 divisions supplémentaires au-dessus du 0, ces dernières sont destinées à permettre la lecture de la matière grasse quand les liquides se dilatent sous l'influence de la chaleur.

On verse le lait convenablement mélangé jusqu'au premier trait et deux gouttes de lessive de soude à 36° B; on introduit ensuite l'éther à 62° B dans l'espace qui lui est réservé, puis on ajoute l'alcool à 86° jusqu'au trait supérieur. On ferme l'appareil à l'aide d'un bouchon de liège et l'on agit avec soin pour mélanger les liquides; on place ensuite le tube debout dans le tube en fer-blanc maintenu à la température de 40 à 45°, pendant environ vingt minutes, puis on le laisse refroidir à 20° et on lit le volume occupé par la couche butyreuse.

Il faut opérer la lecture de bas en haut et s'arrêter au niveau inférieur du ménisque concave de la colonne butyreuse.

La formule suivante donne, si l'on désigne par n le nombre de degrés lus, la quantité de beurre contenue dans un kilogramme de lait (1) :

$$p = 12^{\circ}60 + n \times 2^{\circ}33.$$

La Table LIII évite tout calcul.

(1) MODIFICATION. — Mesurer 10 cc. de lait dans le tube, ce qui se fera facilement en affleurant jusqu'au premier trait; ajouter 20 cc. de la liqueur alcoolique suivante :

Alcool à 90°.....	500 cc.
Ether lavé et séché.....	500 cc. (D = 65)
Ammoniaque pure.....	(D = 0,92) 5 cc.
	Girard.

Boucher hermétiquement, agiter lentement pour mélanger, porter au bain-marie à 43° pendant 20 minutes, laisser refroidir à 20° et lire la hauteur de la colonne butyreuse.

En appelant n le nombre de divisions lues, on a pour la proportion de beurre par litre de lait

$$x = (9 \text{ gr. } 10 + n \times 2 \text{ gr. } 33)$$

et par kilogramme de lait :

$$\frac{x}{D}$$

D étant la densité du lait à + 15°.

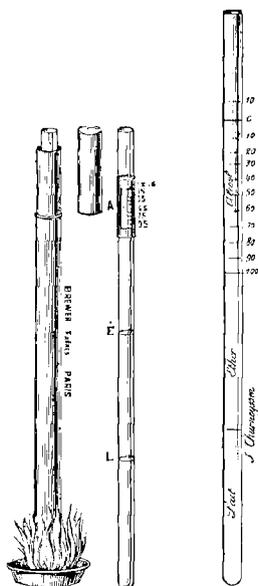


Fig. 34.

Fig. 35.

Table LIII.

Tableau des concordances des degrés du lactobutyromètre (MARCHAND) avec les quantités de beurre contenues dans un kilogr. de lait.

DEGRÉS.	POIDS de beurre.		DEGRÉS.	POIDS de beurre.		DEGRÉS.	POIDS de beurre.		DEGRÉS.	POIDS de beurre.		DEGRÉS.	POIDS de beurre.	
	gr.	»		gr.	»		gr.	»		gr.	»		gr.	»
0.0	12.60	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0.1	12.83	5.6	25.65	11.1	38.46	16.6	51.58	22.1	64.09	27.6	76.91	»	»	»
0.2	13.07	5.7	25.88	11.2	38.70	16.7	51.81	22.2	64.33	27.7	77.14	»	»	»
0.3	13.30	5.8	26.11	11.3	38.93	16.8	52.04	22.3	64.56	27.8	77.37	»	»	»
0.4	13.53	5.9	26.35	11.4	39.16	16.9	52.27	22.4	64.79	27.9	77.61	»	»	»
0.5	13.76	6.0	26.58	11.5	39.40	17.0	52.51	22.5	65.03	28.0	77.84	»	»	»
0.6	14.00	6.1	26.81	11.6	39.63	17.1	52.74	22.6	65.26	28.1	78.07	»	»	»
0.7	14.23	6.2	27.04	11.7	39.86	17.2	52.98	22.7	65.49	28.2	78.31	»	»	»
0.8	14.46	6.3	27.28	11.8	40.10	17.3	53.21	22.8	65.72	28.3	78.54	»	»	»
0.9	14.70	6.4	27.51	11.9	40.33	17.4	53.44	22.9	65.96	28.4	78.77	»	»	»
1.0	14.93	6.5	27.74	12.0	40.56	17.5	53.67	23.0	66.19	28.5	79.01	»	»	»
1.1	15.16	6.6	27.98	12.1	40.80	17.6	53.91	23.1	66.42	28.6	79.24	»	»	»
1.2	15.40	6.7	28.21	12.2	41.03	17.7	54.14	23.2	66.66	28.7	79.47	»	»	»
1.3	15.63	6.8	28.44	12.3	41.26	17.8	54.37	23.3	66.89	28.8	79.71	»	»	»
1.4	15.86	6.9	28.68	12.4	41.49	17.9	54.61	23.4	67.12	28.9	79.94	»	»	»
1.5	16.09	7.0	28.91	12.5	41.73	18.0	54.84	23.5	67.36	29.0	80.17	»	»	»
1.6	16.33	7.1	29.14	12.6	41.96	18.1	55.07	23.6	67.59	29.1	80.40	»	»	»
1.7	16.56	7.2	29.37	12.7	42.19	18.2	55.30	23.7	67.82	29.2	80.64	»	»	»
1.8	16.79	7.3	29.61	12.8	42.42	18.3	55.54	23.8	68.05	29.3	80.87	»	»	»
1.9	17.03	7.4	29.84	12.9	42.66	18.4	55.77	23.9	68.29	29.4	81.10	»	»	»
2.0	17.26	7.5	30.07	13.0	42.89	18.5	56.01	24.0	68.52	29.5	81.33	»	»	»
2.1	17.49	7.6	30.31	13.1	43.13	18.6	56.24	24.1	68.75	29.6	81.57	»	»	»
2.2	17.73	7.7	30.54	13.2	43.36	18.7	56.47	24.2	68.99	29.7	81.80	»	»	»
2.3	17.96	7.8	30.77	13.3	43.59	18.8	56.70	24.3	69.22	29.8	82.03	»	»	»
2.4	18.19	7.9	31.01	13.4	43.83	18.9	56.94	24.4	69.45	29.9	82.27	»	»	»
2.5	18.42	8.0	31.24	13.5	44.06	19.0	57.17	24.5	69.68	30.0	82.50	»	»	»
2.6	18.66	8.1	31.47	13.6	44.29	19.1	57.40	24.6	69.92	30.1	82.73	»	»	»
2.7	18.89	8.2	31.70	13.7	44.52	19.2	57.64	24.7	70.15	30.2	82.97	»	»	»
2.8	19.12	8.3	31.94	13.8	44.76	19.3	57.87	24.8	70.38	30.3	83.20	»	»	»
2.9	19.36	8.4	32.17	13.9	44.99	19.4	58.10	24.9	70.62	30.4	83.43	»	»	»
3.0	19.59	8.5	32.40	14.0	45.22	19.5	58.33	25.0	70.85	30.5	83.67	»	»	»
3.1	19.82	8.6	32.64	14.1	45.46	19.6	58.57	25.1	71.08	30.6	83.90	»	»	»
3.2	20.05	8.7	32.87	14.2	45.69	19.7	58.80	25.2	71.32	30.7	84.13	»	»	»
3.3	20.29	8.8	33.10	14.3	45.92	19.8	59.03	25.3	71.55	30.8	84.36	»	»	»
3.4	20.52	8.9	33.34	14.4	46.16	19.9	59.27	25.4	71.78	30.9	84.59	»	»	»
3.5	20.75	9.0	33.57	14.5	46.39	20.0	59.50	25.5	72.02	»	»	»	»	»
3.6	20.99	9.1	33.80	14.6	46.62	20.1	59.73	25.6	72.25	»	»	»	»	»
3.7	21.22	9.2	34.03	14.7	46.85	20.2	59.97	25.7	72.48	»	»	»	»	»
3.8	21.45	9.3	34.27	14.8	47.09	20.3	60.20	25.8	72.71	»	»	»	»	»
3.9	21.68	9.4	34.50	14.9	47.32	20.4	60.43	25.9	72.95	»	»	»	»	»
4.0	21.92	9.5	34.73	15.0	47.55	20.5	60.66	26.0	73.18	»	»	»	»	»
4.1	22.15	9.6	34.97	15.1	47.79	20.6	60.90	26.1	73.41	»	»	»	»	»
4.2	22.39	9.7	35.20	15.2	48.02	20.7	61.13	26.2	73.65	»	»	»	»	»
4.3	22.62	9.8	35.43	15.3	48.25	20.8	61.36	26.3	73.88	»	»	»	»	»
4.4	22.85	9.9	35.67	15.4	48.48	20.9	61.60	26.4	74.11	»	»	»	»	»
4.5	23.08	10.0	35.90	15.5	48.72	21.0	61.83	26.5	74.34	»	»	»	»	»
4.6	23.32	10.1	36.13	15.6	48.95	21.1	62.06	26.6	74.58	»	»	»	»	»
4.7	23.55	10.2	36.36	15.7	49.18	21.2	62.30	26.7	74.81	»	»	»	»	»
4.8	23.78	10.3	36.60	15.8	49.42	21.3	62.53	26.8	75.04	»	»	»	»	»
4.9	24.02	10.4	36.83	15.9	49.65	21.4	62.76	26.9	75.28	»	»	»	»	»
5.0	24.25	10.5	37.06	16.0	49.88	21.5	63.00	27.0	75.51	»	»	»	»	»
5.1	24.48	10.6	37.30	16.1	50.11	21.6	63.23	27.1	75.74	»	»	»	»	»
5.2	24.72	10.7	37.53	16.2	50.34	21.7	63.46	27.2	75.98	»	»	»	»	»
5.3	24.95	10.8	37.76	16.3	50.58	21.8	63.69	27.3	76.21	»	»	»	»	»
5.4	25.18	10.9	38.00	16.4	50.81	21.9	63.93	27.4	76.44	»	»	»	»	»
5.5	25.41	11.0	38.23	16.5	51.04	22.0	64.16	27.5	76.67	»	»	»	»	»

Si on veut rapporter le poids de beurre à un kilogramme de lait, on aura
Poids de beurre de un litre
Densité du lait.

β) *Méthode d'Adam.* — On se sert d'un appareil spécial le *galactotimètre d'Adam*. Cet appareil est constitué par un tube à deux boules fermé par un robinet inférieur (fig. 36), une graduation spéciale indique de suite la proportion de beurre par litre de lait.

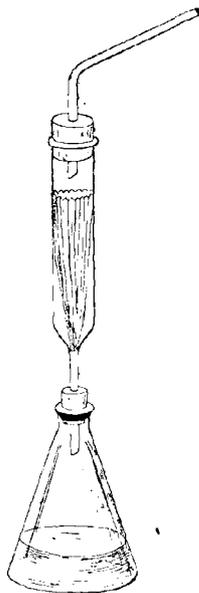


Fig. 36.

On introduit par aspiration dans l'appareil 10^{cc} de lait à analyser, puis on verse par l'ouverture supérieure jusqu'au trait 32^{cc} une liqueur ainsi composée : alcool à 75° ammoniacal 100 volumes, éther pur à 65° 100 volumes. (L'alcool à 75° ammoniacal s'obtient en ajoutant à 833^{cc} d'alcool à 90°, 30° d'ammoniaque et complétant avec quantité suffisante d'eau distillée pour faire un litre). On bouche et on retourne doucement l'appareil à plusieurs reprises de façon à mélanger les liquides, on laisse reposer 5 minutes; il se forme deux couches, l'une supérieure qui contient tout le beurre, et une inférieure qu'on soutire. On lave ensuite la solution butyreuse restée dans l'appareil avec de l'eau distillée, en faisant couler doucement cette dernière à la surface du liquide butyreuse, on agit en faisant rouler le tube entre les doigts, on laisse reposer 5 minutes, on soutire la couche inférieure aqueuse, on recommence le lavage avec de l'acide acétique à 15 %, on soutire la solution acide; on ajoute encore de l'acide acétique à 15 %, on plonge, dans un bain-marie, l'appareil qu'on a soin de déboucher, on élève progressivement la température jusqu'à 75°, on laisse écouler l'acide et on verse alors de l'acide jusqu'à la partie moyenne de la grosse boule, on élève la température jusqu'à 85° ou 90°, puis on laisse refroidir à 80°, alors on laisse couler la solution aqueuse jusqu'à ce que la couche butyreuse arrive au zéro de la graduation de l'instrument, il suffit alors de lire le nombre auquel s'arrête la couche de beurre pour avoir de suite la teneur du lait en beurre.

On peut simplifier considérablement les opérations en recueillant la couche de beurre dans une capsule tarée après le lavage à l'acide acétique; on lave l'appareil avec quelques centimètres cubes d'éther qu'on réunit au beurre, on évapore, sèche et pèse; le résultat multiplié par 100 donne la quantité de beurre par litre de lait. On peut, dans ce dernier cas, remplacer l'appareil d'Adam par un simple tube à boules, les résultats sont très satisfaisants.

β) *Méthodes pondérales.* — 1° *Procédés par épaulement.* On place un filtre sur un entonnoir dont la douille porte un caoutchouc serré par une pince de Mohr; on y verse 90^{cc} d'acide acétique (à 2 pour 1000 en volume), puis lentement 10^{cc} de lait; lorsque la coagulation est complète. On filtre en écartant la pince de Mohr, et on laisse sécher le filtre à l'air libre pendant douze heures. On l'intro-



Appareil Villiers

Fig. 37.

duit alors dans le tube de l'appareil de M. Villiers (figure 37), qu'on relie à un réfrigérant ascendant, après avoir placé dans la fiole conique inférieure 50^{cc} d'éther. On chauffe alors doucement l'appareil pour que l'éther retombe goutte à goutte sur le filtre. Au bout de 4-5 heures, l'épuisement est complet ; on distille alors la plus grande partie de l'éther et on évapore le reste à 100° jusqu'à poids constant (Villiers et Colin).

On rapporte le résultat à un litre de lait.

Procédé Lecomte (J. P. C., 15 janvier 1901). — Placer dans un mortier 20 grammes de sulfate de soude rendu anhydre par calcination, le pulvériser finement et y ajouter 10^{cc} de lait : triturer pour obtenir une masse homogène, abandonner le tout sous une cloche pendant une 1/2 heure.

Prendre un tube en verre effilé long de 0^m20, large de 0^m03 et muni à l'intérieur vers sa pointe d'un fort tampon de coton hydrophile, recouvert de 2 à 3 grammes de sulfate de soude anhydre, le tout lavé à l'éther. Placer dans ce tube le mélange précédemment obtenu, en le tassant légèrement, laver le mortier avec de petites quantités de sulfate de soude anhydre.

Epuiser à froid par l'éther, recueillir dans un vase à dessiccation taré (P), et évaporer au bain-marie bouillant, puis à l'étuve à 105°, peser après refroidissement sous l'exsiccateur (P').

Poids du beurre de un litre de lait = (P' - P) 100 (t).

2° *Méthode réfractométrique*. — Le réfractomètre à lait de Zeiss (fig. 38), donne les résultats les plus précis et d'une façon fort pratique.

Ce réfractomètre à lait à la même forme extérieure que le réfractomètre à beurre, sa manipulation est la même (voir page 365), mais il en diffère cependant par les points suivants :

α) Il est muni d'un thermomètre spécial à correction de Wolny, gradué de telle manière que ses indications doivent être ajoutées au chiffre lu sur l'échelle oculaire, si ces indications sont positives (c'est-à-dire au-dessus de 0) ou retranchées si elles sont négatives.

Si donc on lit à l'échelle 53.3, et que le thermomètre indique -| 0.2, la lecture corrigée sera 53.5 ; elle serait de 53.1 si le thermomètre indiquait — 0.2.

(1) M. Pierre propose la formule suivante (*Ann. de Chimie anal.*, 1904) pour déterminer la proportion du beurre du lait lorsqu'on connaît la densité et l'extrait :

$$B = 0.81 E - 222 (d - 1)$$

E = extrait sec pour 100 cc.

B = poids du beurre pour 100

d = densité du lait à + 15°.

Il faut avoir soin de déterminer d jusqu'à la quatrième décimale, et pour cela employer la méthode du flacon ou la balance de Mohr.

L'extrait sec se détermine par évaporation à 90° de 10 cc. de lait.

3) Son échelle oculaire graduée de 0 à 100 correspond, le 0 à un indice de 1.333 (il correspond à l'eau distillée à + 17°5), le 100 à un indice de 1.422.

L'échelle doit marquer 20.6 (22.8 dans les anciens instruments), pour l'éther saturé d'eau (qui correspond à 0 pour cent de matière grasse).

Pour se servir de l'appareil, il faut commencer par s'assurer que l'échelle marque bien 20.6 avec l'éther saturé d'eau, à la température 0 du thermomètre Wolny.

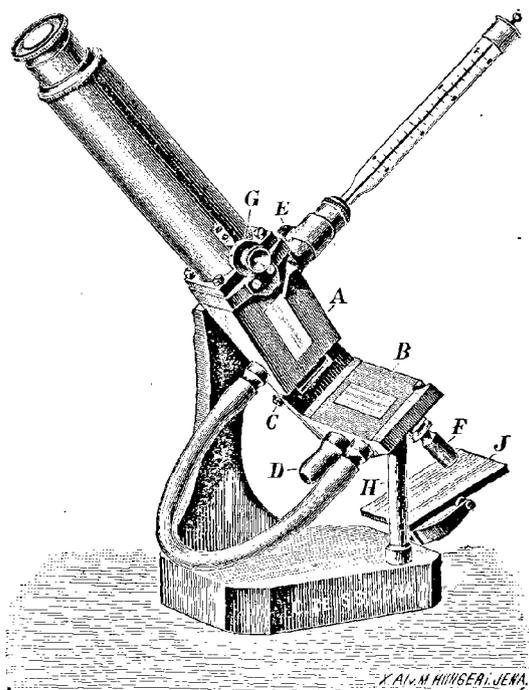


Figure 38.

Ecarter les prismes, les laver à l'éther saturé d'eau, installer l'appareil à la lumière, refermer les prismes et au moyen d'une pipette introduire dans l'intervalle de l'éther saturé d'eau, faire passer un courant d'eau tiède de façon à amener le thermomètre à 0, regarder par la lunette, mettre au point l'échelle de l'oculaire (pour le détail de ces opérations voir beurre).

Lire sur l'échelle et le tambour (comme il est dit au beurre) le chiffre indiqué par la limite, et au chiffre obtenu, ajouter ou retrancher les dixièmes indiqués par le thermomètre Wolny. Si le chiffre est 20°6 l'appareil est réglé.

Pour faire le dosage du beurre, prendre 30^{cc} du lait bien mélangé, dans un petit tube bouché, de 50^{cc} de capacité, exactement jaugé à 30^{cc} livré avec l'appareil, et que l'on remplit jusqu'au trait de jauge à l'aide d'une pipette; y ajouter 12 gouttes acide acétique concentré, agiter vivement le mélange pendant une ou deux minutes après avoir amené la température à + 17°5, ajouter 3^{cc} de la lessive alcaline suivante, préparée depuis trois ou quatre jours :

KOH en cylindres	80 ^{gr}
Eau quantité suffisante pour dissoudre .	
Glycérine.....	60 ^{gr}
Hydrate d'oxyde de cuivre.....	20 ^{gr}
Eau distillée quantité suffisante pour ..	300 ^{cc}

agiter pendant dix minutes, puis ajouter 6^{cc} d'éther, lavé à l'eau à quatre reprises différentes, agiter quinze minutes (1), puis placer le petit tube sur le plateau de l'appareil à centrifuge de Gerber (fig. 39), le bouchon tourné vers le centre de l'appareil; centrifuger trois minutes, placer le tube de verre dans un bain d'eau à + 17°5.

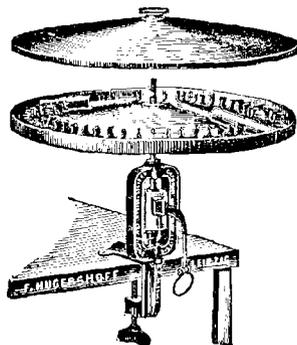


Figure 39.

D'autre part faire passer dans le réfractomètre un courant d'eau légèrement chauffée de façon que son thermomètre marque 0, placer entre les prismes préalablement débarrassés d'éther, quelques gouttes de la matière grasse du lait recueillie dans le petit tube centrifugé, au moyen d'un petit tube en verre de 15 centimètres de long et de 3 millimètres de diamètre intérieur, faire la lecture au micromètre, ajouter les 1/10° de degrés s'il y a lieu et se reporter à la Table LIV, de M. Naumann, pour avoir le poids de beurre pour cent de lait.

(1) Le constructeur livre un agitateur mécanique avec son appareil.

Lactose. — *Procédé Patein* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1904). — Après avoir pris la densité du lait, convenablement mélangé, en déterminer l'*extrait sec*; en prélever 50^{cc} pour doser le lactose (1).

Placer ces 50^{cc} dans un ballon de 100^{cc}, y ajouter 25^{cc} d'eau et en agitant vivement, 10^{cc} de réactif nitro-mercurique suivant :

Mesurer dans une éprouvette graduée de 1 litre, 200^{cc} de nitrate acide de mercure et y ajouter 500 à 600^{cc} d'eau distillée, puis quelques gouttes de lessive de soude, jusqu'à ce que, après agitation, il se dépose un léger précipité jaune; compléter au volume de 1 litre.

On est ainsi certain que le réactif ne renferme pas un excès d'Azo H.

Compléter avec de l'eau à 100^{cc}; agiter à différentes reprises et filtrer en repassant le liquide filtré sur le filtre et couvrant l'entonnoir, pour éviter toute évaporation.

Examen polarimétrique. — Le liquide incolore obtenu est placé dans un tube de 20 centimètres *doublé de verre*.

Si on n'a pas de tube doublé de verre, on agite le liquide pendant quelques minutes avec 4 à 5 grammes de poudre de zinc, on filtre et on examine au tube de cuivre.

Dans les deux cas, le nombre de degrés saccharimétriques $lu \times 2,07$ puis le résultat $\times 2$ donne la teneur en lactose de 1 litre de sérum.

On a par exemple + 12° saccharimétriques. On en déduit $12 \times 2,07 = 24^{\text{sr}}84 \times 2 =$ pour un litre de sérum = 49,68.

2,07 est le facteur du degré saccharimétrique pour le lactose hydraté (2).

Examen au Fehling. — Traiter le liquide par la poudre de zinc, comme précédemment (s'il ne l'a pas été déjà); prélever 10^{cc} du liquide filtré et les placer dans une éprouvette de 100^{cc}, y ajouter une solution de soude caustique jusqu'à ce que le

(1) Si on ne dispose que d'une petite quantité de lait, en mesurer 10^{cc} dans l'appareil Adam (page 411) et doser le beurre. Recueillir la couche aqueuse dans une éprouvette jaugée à 50 cc., ajouter 4 cc. de réactif nitro-mercurique, agiter vivement et compléter avec de l'eau à 50 cc. Le lait est ainsi dilué 1/5.

Filtrer, éliminer le mercure avec 1 ou 2 grammes de poudre de zinc, examiner au polarimètre au tube de 20 cm. Soit 4°7.

On a $(4^{\text{sr}}7 \times 2,07) = 9 \text{ gr. } 729 \times 5 = 48 \text{ gr. } 64$ par litre de lait.

Prélever 10 cc. du liquide débarrassé de mercure, ajouter de la lessive de soude comme précédemment, ajouter 30 cc. d'eau; le lait est ainsi dilué à 1/20. Opérer comme précédemment.

(2) Si on calcule le lactose en lactose anhydre :

1° saccharimétrique = 1,96 lactose anhydre.

précipité d'oxyde de zinc formé se soit redissous ; compléter avec de l'eau distillée à 100^{cc} (il reste généralement quelques flocons au fond du vase). Le lait est ainsi dilué 1/20.

Le liquide limpide surnageant est tiré à la liqueur de Fehling.

Soit 28^{cc}7 nécessaires pour décolorer 10^{cc} de Fehling d'un titre tel que 10^{cc} étaient décolorés par 29^{cc} de solution de lactose hydraté, à 50 %/100. On aura :

$$\frac{28.7}{29} = \frac{50}{x} = 50^{\text{cc}}52 \text{ pour un litre de sérum.}$$

Calcul de la richesse du lait en lactose.

Soit 50^{cc}52 trouvés de lactose, pour 1 litre de sérum,

D la densité du lait, soit 1,032,

128 grammes par litre d'extrait sec, on écrira :

$$\frac{1.032 - 128}{1000 - (50,52 \times 0,605)} = \frac{x}{50.52}$$

$x = 47^{\text{gr}}11$ de lactose par litre de lait.

Procédé rapide. — Dans un vase en verre, verser 90^{cc} d'acide acétique dilué à 1/2000^{cc}, ajouter 10^{cc} de lait; agiter, verser le mélange sur un petit filtre; après filtration, laver le filtre avec 50^{cc} d'eau aiguisée d'acide acétique; porter la liqueur à l'ébullition, filtrer de nouveau dans un flacon de 200^{cc}. Laver le deuxième filtre avec de l'eau distillée, jusqu'à ce qu'on ait complété le volume de 200^{cc}.

Le lait ainsi dilué à 1/20^{cc}, est titré au moyen de la liqueur cupro-alcaline.

Caséine. — Epuiser dans un entonnoir à décantation, 10^{cc} de lait par 25^{cc} de solution étherée ammoniacale d'Adam (voir page 411) (1). Recueillir la solution aqueuse séparée du beurre, ajouter à cette solution aqueuse 2^{cc} d'une solution d'acide trichloracétique à 50 %. Agiter et jeter sur un double filtre taré de 9 centimètres de rayon, laver la caséine sur le filtre avec 50^{cc} d'eau distillée additionnée de 1^{cc} d'acide trichloracétique à 50 %, en laissant chaque fois le filtre se vider complètement.

Séparer les deux filtres, les sécher entre deux doubles de papier à filtrer et sécher à 110° jusqu'à poids constant.

Le poids trouvé donnera la quantité totale de caséine de 10^{cc} de lait.

(1) Si on a employé la méthode d'Adam pour doser le beurre, il suffit de prendre, pour doser la caséine, les liquides aqueux soutirés. [Voir précédemment.]

La caséine peut aussi être calculée par différence, en retranchant du poids de l'extrait le poids du beurre du lactose et des matières minérales.

Le lait contient en moyenne 3^e40 % de caséine.

3° Recherche des Falsifications.

Le lait peut être falsifié :

1° Par soustraction de la crème (Ecrémage).

2° Par addition d'eau (Mouillage).

3° Par addition de matières sucrées et amylacées (saccharose, glucose, amidon, dextrine) ou antiseptiques et anticoagulantes (formol, acides borique et salicylique, bicarbonate de soude, etc.)

4° Par addition de matières colorantes (roucou, caramel, etc.).

Ecrémage. — Si le lait n'est pas mouillé, l'écrémage est décelé par le dosage du beurre. La moyenne de cet élément est d'environ 40 grammes par litre. On prendra comme limites extrêmes 28 à 30 grammes. Au-dessous de ces limites, il y aura écrémage.

Mouillage. — Pour se prononcer sur le mouillage, on fait usage des procédés suivants :

1° *Procédé au lactodensimètre.* — Après avoir pesé le lait au lactodensimètre et fait la correction de température, on détermine la proportion de crème à l'aide du crémomètre, pour savoir si on a opéré sur du lait écrémé ou non ; puis on remplit de lait un vase de forme basse et évasée (pot à confiture, par exemple), dans lequel la crème monte plus facilement. Après 24 heures de repos, on enlève la crème rassemblée, au moyen d'une cuiller, et on pèse au lactodensimètre le lait écrémé.

Exemples. — Un lait non écrémé pèse 30 à + 15° ; au crémomètre il marque 10 ; écrémé il pèse 33 à + 15° ; ce lait est pur, comme l'indiquent les échelles du lactodensimètre.

Un lait non écrémé pèse 29,5 à + 15°, au crémomètre il marque 6 ; écrémé il pèse 31. En examinant, sur l'échelle de l'instrument, la série d'accolades correspondant au lait écrémé, on voit que le lait contient 1/10^e d'eau.

Le lait pur non écrémé, doit marquer à + 15° au lactodensimètre 30° ; écrémé il doit marquer 34°5.

2° *Examen des résultats fournis par l'analyse.* — Tout lait renfermant moins de 46 grammes par litre de lactose anhydre, doit être considéré comme mouillé, surtout si le dosage de la caséine confirme cette déduction. Au-dessous de 40 grammes par litre de lactose, on pourra conclure à coup sûr au mouillage, dans la proportion de $\frac{40 - L}{40}$ d'eau (L étant le poids de lactose trouvé par litre).

Un poids de caséine inférieur à 30 grammes par litre viendra confirmer, au point de vue du mouillage, les résultats fournis par le dosage du lactose.

Un poids de cendres inférieur à 6 grammes étayera les conclusions fournies par les déterminations précédentes.

Un poids d'extrait, inférieur à 13 %, confirmera le mouillage.

CALCUL DU MOUILLAGE ET DE L'ÉCRÉMAGE. — On se sert pour calculer la quantité d'eau surajouté ainsi que l'écémage, des formules suivantes, établies par Herz. (Untersuchung der kuhmilch.)

Si l'on désigne par :

w l'eau surajoutée contenue dans 100 parties de lait mouillé ;

v l'eau ajoutée à 100 parties de lait pur ;

φ la matière grasse enlevée par écémage à 100 parties de lait pur ;

r la teneur du lait normal en résidu sec exempt de matière grasse (extrait dégraissé, voir page 407, note 1) ;

f la teneur du lait normal en matière grasse ;

$M = 100 - w$ la quantité de lait pur contenue dans 100 parties de lait mouillé.

Les valeurs affectées de l'indice 1, se rapportant à l'échantillon de contrôle pris à l'étable et celles munies de l'indice 2 au lait suspect qu'il s'agit d'apprécier (1).

Les formules sont :

a) Lait mouillé :

$$(1) w = \frac{100 (r_1 - r_2)}{r_1} \quad \text{et} \quad (2) v = \frac{100 (r_1 - r_2)}{r_2} (2).$$

b) Lait écémé :

$$(3) \quad \varphi = f_1 - f_2 + \frac{f_2 (f_1 - f_2)}{100}$$

c) Lait à la fois mouillé et écémé :

$$(4) \quad \varphi = f_1 - \frac{\left[100 - \left(\frac{M f_1 - 100 f_2}{M} \right) \right] \cdot \left[f_1 - \left(\frac{M f_1 - 100 f_2}{M} \right) \right]}{100}$$

(1) Si l'on ne dispose pas d'échantillon de contrôle pris à l'étable, on prendra $f_1 = 4$ et $r_1 = 9$. Ce sont les valeurs admises au Laboratoire municipal de la ville de Paris.

(2) Dans la règle, on désignera le degré de la falsification par addition d'eau par la valeur de v .

Exemples :

Lait mouillé. — Soit un lait pour lequel $r_2 = 8$, on a d'après la formule (1) et en donnant à r_1 la valeur 9 :

$$w = \frac{100(9 - 8)}{9} = 11.11$$

$$v = \frac{100(9 - 8)}{8} = 12.5.$$

Le mouillage est de 12.5 pour 100 de lait pur.

Lait écrémé. — Soit un lait pour lequel $f_1 = 4$, $f_2 = 3.16$.

On a, en appliquant la formule (3) de Herz :

$$\varphi = 4 - 3.16 + \frac{3.16(4 - 3.16)}{100} = 0.867.$$

L'écémage est de 0.867 pour 100 de lait pur.

Contrôle du mouillage du lait (Méthode de M. Lescœur). — A Paris et dans le Midi de la France, le commerce du lait entier est seul toléré, on poursuit indistinctement le lait écrémé et le lait mouillé, et comme ces deux falsification se traduisent toutes deux par une diminution du poids des principes fixes du lait (extrait), la recherche de ces fraudes est facile.

Mais dans certaines régions du nord, on tolère l'écémage, il en résulte que l'enlèvement de la matière grasse pouvant être plus ou moins complet, le poids normal de l'extrait est essentiellement variable. Sa proportion peut s'abaisser jusqu'à 10 % et au-dessous, sans que le mouillage s'en suive.

En se basant sur les méthodes de détermination du mouillage, on s'exposerait donc à conclure à cette falsification sans qu'elle existe.

Dans ce cas, l'examen du petit lait permettra de se prononcer sûrement.

A un échantillon de lait, ajouter *une trace* de présure sèche ou de ferment lab en poudre; chauffer doucement, la coagulation se produit; jeter le tout sur un filtre, recueillir le petit lait qui passe :

α) Prendre la densité du petit lait; elle est en moyenne de 1030 à + 15°. Au minimum 1027 : on prend cette densité au moyen du séro-densimètre de Lescœur (1).

β) Déterminer l'extrait du petit lait, comme il est dit pour le lait.

Le poids d'extrait par litre de petit lait est en moyenne de 70 grammes : Minimum 67 grammes.

Donc tout lait qui donnera un petit lait dont la densité à + 15°, sera inférieure à 1027, et dont la teneur en extrait n'atteindra pas 67 grammes par litre sera déclaré *mouillé*.

L'appréciation de la quantité d'eau ajoutée, sera faite en se basant sur ce que l'addition de *quatre parties d'eau* abaisse de *un millième* la densité du lait et de *deux unités* environ le poids de l'extrait.

(Les essais précédents s'appliquent sans modifications à l'essai du lait accidentellement caillé, le petit lait acide produit présentant sensiblement la même densité et contenant le même poids d'extrait que le petit lait neutre préparé avec la présure.)

(1) Le sérodensimètre de Lescœur porte deux graduations; l'une indique la densité de 1010 à 1040, l'autre en rouge indique directement la quantité d'eau ajoutée pour 100 parties du mélange.

La lecture se fait au sommet du ménisque.

Table LV (de Lescoeur) pour déterminer le mouillage du lait.

INDICATIONS DU SÉRO-DENSIMÈTRE.																					
15°	22	27	23	23	24	20	25	17	26	13	27	10	28	7	29	3	30	0	31		
DENSITÉ.	EAU %.	DENSITÉ.	EAU %.	DENSITÉ.	DENSITÉ.	EAU %.															
5°	21.2	29	22.2	26	23.1	23	24	20	25	17	26	13	27	10	28	7	29	3	30	0	31
6°	21.3	29	22.2	26	23.2	23	24.1	20	25.1	16	26.1	13	27.1	10	28.1	7	29.1	3	30	0	31
7°	21.3	29	22.3	26	23.2	23	24.1	20	25.1	16	26.1	13	27.1	10	28.1	7	29.1	3	30	0	31
8°	21.3	29	22.3	26	23.2	23	24.1	20	25.1	16	26.1	13	27.1	9	28.1	6	29.1	3	30	0	31
9°	21.4	29	22.4	26	23.3	22	24.2	19	25.2	16	26.2	13	27.2	9	28.2	6	29.2	3	30	0	31
10°	21.5	28	22.5	25	23.4	22	24.3	19	25.3	16	26.3	12	27.3	9	28.3	6	29.3	3	30	0	31
11°	21.6	28	22.6	25	23.5	22	24.4	19	25.4	15	26.4	12	27.4	8	28.4	5	29.4	2	30	0	31
12°	21.7	28	22.7	25	23.6	21	24.5	18	25.5	15	26.5	12	27.5	8	28.5	5	29.5	2	30	0	31
13°	21.8	27	22.8	24	23.7	21	24.6	18	25.6	15	26.6	11	27.6	8	28.6	5	29.6	2	30	0	31
14°	21.9	27	22.9	24	23.9	20	24.8	17	25.8	14	26.8	11	27.8	8	28.8	5	29.8	2	30	0	31
15°	22	27	23	23	24	20	25	17	26	13	27	10	28	7	29	4	30	1	31	0	31
16°	22.1	26	23.1	23	24.1	20	25.1	16	26.1	13	27.1	10	28.1	7	29.1	4	30.1	1	31	0	31
17°	22.2	26	23.2	23	24.2	19	25.2	16	26.2	12	27.2	9	28.2	6	29.2	3	30.2	0	31	0	31
18°	22.2	25	23.2	23	24.2	19	25.2	16	26.2	12	27.2	9	28.2	6	29.2	3	30.2	0	31	0	31
19°	22.4	25	23.4	22	24.4	19	25.4	15	26.4	12	27.4	8	28.4	5	29.4	2	30.4	0	31	0	31
20°	22.8	24	23.8	20	24.8	17	25.8	14	26.8	11	27.8	8	28.8	4	29.8	1	30.8	0	31	0	31
21°	22.9	24	23.9	20	24.9	17	25.9	14	26.9	11	27.9	7	28.9	4	29.9	1	30.9	0	31	0	31
22°	23.1	24	24.1	20	25.1	16	26.1	13	27.1	10	28.1	6	29.1	3	30.1	0	31	0	31	0	31
23°	23.3	22	24.3	19	25.3	16	26.3	12	27.3	9	28.3	5	29.3	2	30.3	0	31	0	31	0	31
24°	23.5	21	24.5	18	25.5	15	26.5	12	27.5	8	28.5	4	29.5	1	30.5	0	31	0	31	0	31
25°	23.7	21	24.7	18	25.7	15	26.7	11	27.7	8	28.7	4	29.7	1	30.7	0	31	0	31	0	31
26°	23.7	21	24.7	18	25.7	14	26.7	11	27.7	8	28.7	4	29.7	1	30.7	0	31	0	31	0	31

Exemple. — Le séro-densimètre marque une densité de 24, à la température de + 23°; à la colonne d'intersection du tableau on lit 25,3, ce qui signifie que la densité à + 15° est 1025,3, et la teneur en eau 16 p. 100.

Matières sucrées amylicées (amidon, dextrines, sucres). — L'examen microscopique permet de caractériser l'amidon. (Voir Farines.)

Pour rechercher simultanément l'amidon et la dextrine, faire bouillir quelques centimètres cubes de lait, laisser refroidir, ajouter trois à quatre gouttes d'eau iodée à 1 % :

Coloration jaune... Ni amidon, ni dextrine ;
 — bleue... Amidon ;
 — violacée. Dextrine.

Si le dosage du lactose par la liqueur cuprique (voir page 416) donne un chiffre notablement différent de celui qu'aura donné le saccharimètre, il y aura addition de glucose, de saccharose ou de dextrine.

a) En appelant L le poids de lactose obtenu par le saccharimètre, L' celui obtenu par la liqueur cuprique ; si la proportion de lactose trouvée par le saccharimètre est plus faible que celle trouvée par la liqueur cuprique, c'est que le lait renferme du glucose, la proportion x de glucose par litre de lait sera donnée par :

$$x = \frac{L' - L}{0.39} = (L' - L) \times 2.56$$

et la quantité réelle de lactose l existant dans le lait par :

$$l = L - x.$$

b) Si l'inverse à lieu et qu'on ait $L > L'$, c'est-à-dire si le poids de lactose trouvé par le saccharimètre est plus élevé que celui trouvé par la liqueur cuprique, c'est que le lait renferme du saccharose et de la dextrine.

Dans ce cas, le dosage à la liqueur cuprique donnera directement la proportion L' de lactose ; celle du saccharose sera égale à $(L - L') \times 1.28$.

La présence de la dextrine sera indiquée par l'iode ; on précipitera le petit lait par l'alcool à 90°, traitera le précipité par l'eau iodée qui donnera une coloration rouge violacé en présence de la dextrine.

Antiseptiques et anticoagulants. — On recherchera :

α) *Le bicarbonate de soude.* — Si les cendres de 10^{cc} de lait dissoutes dans 20^{cc} d'eau donnent après filtration un liquide qui, additionné de deux gouttes So^4H^2 décimormal, rougit encore par addition de phtaléine du phénol, le lait doit être suspecté d'addition de CO^3NaH .

On peut alors doser ce sel ; pour cela, évaporer et incinérer 20^{cc} de lait, traiter le résidu par 20^{cc} d'eau, filtrer, prélever 12^{cc}5 du filtrat qu'on additionnera de quelques gouttes de teinture de cochenille, puis de solution décimormale de soude jusqu'à virage au rouge carmin, 1^{cc} de cette solution correspond à 1 gramme de CO^3NaH par litre de lait.

β) *Le borax.* — Evaporer et incinérer 100^{cc} de lait, ajouter aux cendres une petite quantité de fluorure de calcium, placer le tout dans un tube à essai, ajouter 10 gouttes SO^4H^2 concentré, boucher le tube avec un bouchon à trois trous traversés dont l'un par un tube abducteur, l'autre par un tube relié à un appareil producteur d'hydrogène, et le troisième par un tube effilé ; faire passer l'hydrogène dans le tube à essai jusqu'à ce que celui-ci soit purgé d'air, allumer l'hydro-

gène à l'extrémité du tube effilé, en chauffant légèrement le tube à essai dans l'eau chaude. La flamme de l'H, sera verte sur les bords s'il y a du borax. (Opérer dans une chambre obscure.)

γ) *L'acide salicylique*. Voir chapitre spécial (Recherche des agents de conservation).

δ) *Le formol*. Voir chapitre spécial (Recherche des agents de conservation).

Recherche des matières colorantes étrangères. (Rocou, orange d'aniline, caramel). — Chauffer 150° de lait jusqu'à 60° et ajouter environ 5^{cc} C²H⁴O³, puis continuer à chauffer lentement jusqu'à près du point d'ébullition.

Exprimer dans un linge le caillot obtenu, pour en extraire le liquide qui l'imprègne, et le faire macérer pendant 3 heures avec 50^{cc} d'éther.

Décanter l'éther, l'évaporer, alcaliniser le résidu avec une solution de NaOH à 1/100 et verser le liquide sur un petit filtre humide, chauffer doucement le filtre pour faciliter la filtration; lorsque la solution est filtrée, on lave la graisse qui se trouve sur le filtre avec de l'eau en courant continu, puis on dessèche le papier. Si après dessiccation le papier est coloré en orange = rocou.

(On peut confirmer la présence du rocou en traitant le papier précédemment coloré par une goutte de chlorure stanneux qui, en présence de rocou, produit une coloration rose caractéristique sur le papier coloré en orange).

Si le caillot débarrassé de la graisse par extraction à l'éther est coloré nettement en orange ou en jaune = orange d'aniline (confirmation: si un fragment de caillot dégraissé, traité par HCL concentré, devient rose = orange d'aniline.)

Si le caillot dégraissé est coloré en brun foncé = caramel. (Pour confirmer on agite un fragment de caillot avec HCL concentré, on chauffe doucement, dans le cas du caramel, la solution acide du caillot deviendra peu à peu bleu foncé).

APPENDICE

• Applications de la Cryoscopie, de la Réfractométrie et de la Viscosimétrie à la recherche du mouillage et des falsifications du Lait.

A) CRYOSCOPIE.

Il résulte de nombreuses recherches que le point cryoscopique Δ du lait ne varie qu'entre des limites très étroites; d'après M. Lajoux (1), il est compris entre 0°54 et 0°57.

(1) Lajoux; La question du lait: Mouillage et écrémage.

Nous empruntons au travail de M. Lajoux (*Cryoscopie du Lait*), les conclusions suivantes :

1° L'écrémage du lait ne modifie pas son Δ puisque le beurre s'y trouve en suspension et non en dissolution; l'addition d'eau le relève, c'est-à-dire le rapproche de 0; aussi, selon M. Winter, la détermination du point de congélation du lait est-elle actuellement la plus simple, la plus rapide des méthodes pour apprécier le mouillage. Tout lait dont le point de congélation est inférieur à $-0,55$ doit être considéré comme mouillé.

2° Le point de congélation du lait est indépendant du genre d'alimentation des vaches; il en est de même pour le lait des vaches nourries avec des résidus industriels et pour celui des vaches recevant une nourriture rationnelle;

3° Le point de congélation du lait ne paraît pas être influencé notablement par la substitution de la ration d'été à la ration d'hiver.

4° La race n'a aucune influence sur le point de congélation du lait ou plus exactement les vaches normandes, hollandaises, meusiennes, fournissent un lait dont le point de congélation varie dans les mêmes limites;

5° Il n'existe aucun rapport entre le point de congélation des laits, leur densité et leur composition. En faisant abstraction du beurre qui n'a pas d'influence sur le point de congélation, on voit les laits *purs*, riches ou pauvres, ont $\Delta = -0,55$ ou un nombre très voisin.

Recherche du mouillage. — La formule de M. Winter permet de calculer le mouillage d'une façon suffisamment approchée. On calcule, en général, la quantité d'eau *ajoutée* dans 100^{cc} de lait; cette formule est :

$$E = \frac{100 (\Delta - \Delta')}{\Delta}$$

Δ étant l'abaissement normal, c'est-à-dire $-0,55$, et Δ' l'abaissement observé.

S'il s'agit d'un mélange de laits, ce qui est le cas des laits de dépôts, on fait $\Delta = -0,55$; s'il s'agit d'un lait individuel, on peut faire $\Delta = -0,54$, bien que ce nombre se présente exceptionnellement. En prenant ce dernier nombre on s'expose à considérer comme purs des laits contenant 1,80 o/o d'eau ajoutée.

Pour le lait fermenté, le point de congélation est inférieur à $-0,57$.

L'abaissement du point de congélation du lait peut encore tenir à l'addition de bicarbonate de soude.

Dans le premier cas (lait fermenté) le lait se coagule à l'ébullition; dans le second, il ne se coagule pas et le poids des cendres sera augmenté. Le Δ de laits pathologiques est souvent inférieur au point de congélation normal; mais il peut aussi lui être supérieur.

Recherche du bicarbonate de soude. — Nencki et Podczaski ont constaté que l'addition de 0^{cc}125 de bicarbonate de soude à 100^{cc} de lait normal ($\Delta = -0,56$) amène le point de congélation à $-0,61$. Un lait $\Delta = -0,53$, additionné, pour 100^{cc}, de 1^{cc} de solution de bicarbonate de soude à $\frac{1}{20}$ (soit 0^{cc}50 de bicarbonate de soude pour un litre de lait) a fourni $\Delta = -0,55$; additionné de 2^{cc} de la même solution, il a fourni $\Delta = -0,58$.

Recherche du formol. — Ces mêmes auteurs ont constaté aussi qu'un lait ($\Delta = -0^{\circ}56$), additionné de $0^{\circ}2$ de formaline à 40 o/o, donnait $\Delta = -0^{\circ}93$; dans tous ces cas, le lait ne présentait ni saveur, ni odeur spéciales.

Mais il est un autre produit, qui est assez fréquemment employé dans la falsification de certaines denrées alimentaires, et dont l'addition au lait, à faible dose, peut induire en erreur au point de vue des recherches cryoscopiques : c'est la glycérine.

M. Desmoulières a constaté qu'un lait ($\Delta = -0^{\circ}53$), additionné dans les proportions suivantes :

100 ^{cc}	de lait	+	2 ^{cc}	de solution de glycérine à $\frac{1}{20}$	donnait $\Delta = -0^{\circ}55$.
—	—		4 ^{cc}	—	$\Delta = -0^{\circ}57$.
—	—		6 ^{cc}	—	$\Delta = -0^{\circ}59$.

Le même lait initial ($\Delta = -0^{\circ}53$), additionné, pour 100^{cc}, de 5^{cc} d'une solution de glycérine à $\frac{1}{50}$, lui a donné le même chiffre $\Delta = -0^{\circ}53$. Par conséquent, dans cet essai, l'addition à un litre de lait de 50^{cc} d'eau (soit un mouillage de $\frac{1}{20}$) peut passer inaperçue à l'aide de 1 gramme de glycérine.

Pour déterminer le point de congélation du lait, on peut se servir des appareils de MM. Claude et Balthazard (fig. 40) ou de celui de M. Raoult (fig. 41).

Remplir aux trois quarts le vase extérieur (V) [fig. 40] d'éther ou de sulfure de carbone, par la tubulure O, qui pourra être fermée avec un bouchon. Dans le tube intérieur B, placer 8 à 10 ^{cc} de lait; aspirer l'air sec par la tubulure C, au moyen d'une trompe à eau; cet air provient du flacon F, qui contient de l'acide sulfurique concentré et se dégage par le tube en spirale au fond du vase V.

Verser un peu d'alcool dans le tube A, de façon que lorsqu'on aura introduit le tube B dans le tube A, le niveau de l'alcool soit légèrement inférieur à celui du lait.

Introduire le thermomètre et l'agitateur en spirale qui l'entoure, dans le lait.

Faire un appel d'air avec la trompe, et lorsque la température est arrivée à 0°, agiter le lait au moyen de l'agitateur en spirale.

À 0°, le lait ne se congèle pas, il reste en surfusion, le thermomètre baisse alors régulièrement, puis brusquement la congélation se produit et le thermomètre remonte; continuer alors à agiter continuellement, en remarquant soigneusement le degré maximum atteint par le mercure avant qu'il ne redescende.

La température lue est celle du point de congélation (on recommande, pour activer l'opération et faire cesser la surfusion, de placer dans le tube B, quand on est sûr d'avoir dépassé le point de congélation du lait, un petit fragment de givre pris sur le vase V, où il s'en forme toujours).

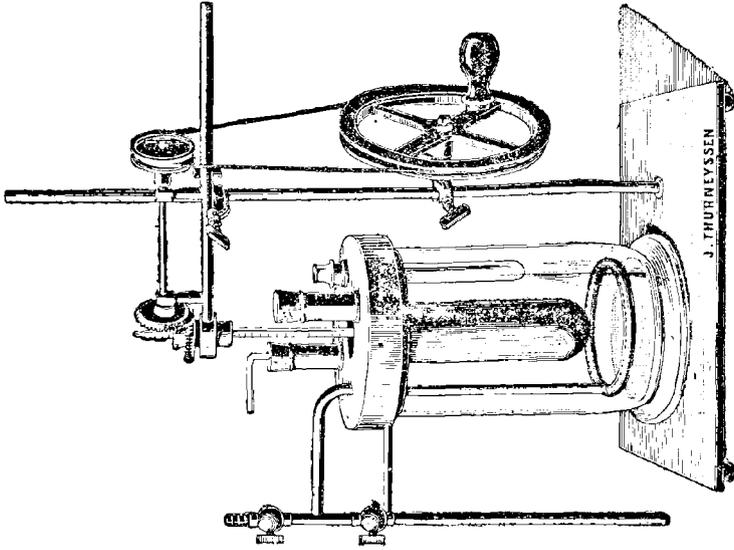


Figure 41.

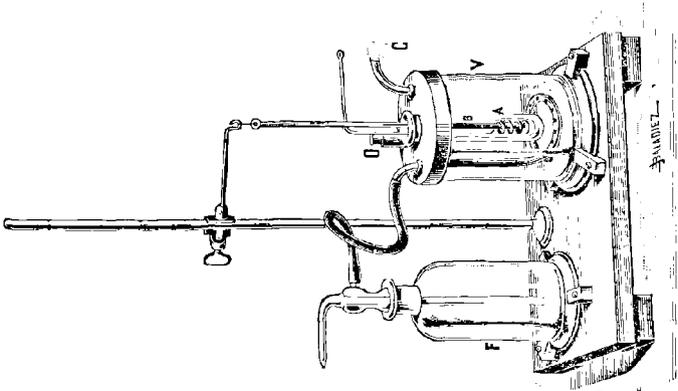


Figure 40.

Il est nécessaire de vérifier préalablement le zéro du thermomètre par le point de congélation de l'eau distillée ou d'une solution de NaCl à 1 o/o et d'ajouter les différences obtenues aux points de congélation trouvés (1).

B) OLÉORÉFRACTOMÉTRIE.

Détermination du mouillage du lait par l'indice oléoréfractométrique du petit lait :

MM. Villiers et Bertault (*Bulletin Société chimique*, 5 avril 1898), ont constaté que la détermination du mouillage du lait, basée uniquement sur la teneur du lait en matières solides, lactose, etc., ne donne pas une certitude absolue, surtout lorsqu'il s'agit du lait provenant d'une vache unique ou d'un mélange de lait provenant de plusieurs vaches.

L'examen du pouvoir réfringent du petit lait, au moyen de l'oléoréfractomètre de MM. Jean et Amagat (voir page 360), présente, d'après ces auteurs, une constance remarquable, même lorsqu'il s'agit de laits ayant une composition chimique très différente.

Pour préparer le petit lait destiné à l'examen oléoréfractométrique, on ajoute au lait à examiner 1/2 volume d'acide acétique dilué à 1/100^e, portant un instant à l'ébullition sous un réfrigérant ascendant, filtrant après refroidissement et examinant le petit lait à l'oléoréfractomètre de Jean et Amagat (la cuve extérieure étant remplie d'eau) ou au réfractomètre d'Amagat (2).

Du résultat obtenu, retrancher le tiers de la différence entre le nombre de divisions donné par l'acide acétique étendu et par l'eau pure; retrancher en outre le nombre correspondant à l'eau pure; ajouter enfin à la dernière différence la moitié du nombre obtenu.

Si par exemple on a obtenu 41 divisions avec un petit lait préparé comme ci-dessus; 15 divisions avec l'acide acétique étendu et 11 divisions 5 avec l'eau, le résultat correspondant aux substances dissoutes dans le petit lait sera égal à

$$41 - \frac{15 - 11.5}{3} - 11.5 = 28.3.$$

$$\text{et } 28.3 + \frac{28.3}{2} = 42.4$$

42.4 est le résultat cherché.

(1) Il faut, pour obtenir dans cette méthode des résultats concordants, n'employer que des thermomètres soigneusement vérifiés. On n'emploiera que des thermomètres qui donnent un écart de - 0.60 entre le point 0 et le Δ de la solution de NaCl à 1 o/o (le Δ de cette solution est d'après M. Raoult de - 0.60). On peut cependant employer un thermomètre donnant pour ce point de congélation un nombre autre que - 0.60, en ajoutant aux Δ des laits fournis par cet instrument, ou en retranchant la différence n entre le point de congélation vrai 0.60 de l'eau salée à 1/100 et celui Λ que l'on a obtenu, selon que l'on a $\Lambda < 0.60$ ou $\Lambda > 0.60$. La correction $\pm n$ est, il est vrai, relative à un abaissement de 0.60; rigoureusement on devrait la calculer pour chaque Δ observé; mais l'abaissement moyen des laits 0.56 ne différant de celui de l'eau salée 0.60 que de 0.4, une telle précision est inutile.

(2) Si on se sert du réfractomètre d'Amagat, ajouter deux tiers au résultat obtenu avec l'oléoréfractomètre. Inversement, si on se sert de l'oléoréfractomètre, on retranche un quart au résultat, pour rapporter le résultat au réfractomètre Amagat.

La déviation du petit lait observée à l'oléoréfractomètre, varie pour les laits naturels de 39.6 à 42.4 ; la moyenne est de 40 à 41 divisions. Tout lait dont le pouvoir réfringent est inférieur à 39.5, doit être déclaré mouillé (sauf le lait colostrale).

M. Basset (*Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux*, décembre 1904), croit devoir substituer à ce chiffre limité, un chiffre plus faible, qu'il estime être 38 au lieu de 39.5.

Ce dernier auteur estime que le procédé de MM. Villiers et Bertault permet de reconnaître une addition d'eau de 10 % à des laits de composition moyenne et une addition d'eau de 5 % à des laits de composition minima ; il démontre en outre qu'il y a parallélisme entre les indications fournies par la Cryoscopie et la Réfractométrie.

C) VISCOSIMÉTRIE OU TENSION SUPERFICIELLE.

On mesure la tension superficielle du lait en comptant le nombre de gouttes de lait fournies par un compte-gouttes de M. Yvon (fig. 42), 5^{cc} de lait écrémé pur doivent donner 137 à 139 gouttes, à la température de +15° (1).

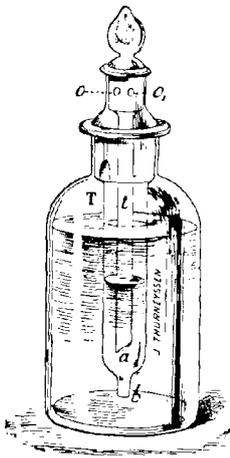


Figure 42.

L'appareil le plus pratique pour cette détermination est le lacto-viscosimètre de M. Micault, qui permet de compter, en secondes, la durée d'écoulement de quelques centimètres cubes de lait à une température quelconque.

Lactoviscosimètre Micault. — C'est un appareil destiné à vérifier la pureté d'un lait et à reconnaître rapidement sa composition.

Principe :

La viscosité d'un liquide étant, dans certaines conditions (réalisées par l'appareil pour tous les liquides de viscosité peu éloignée de celle de l'eau), proportionnelle à la durée d'écoule-

(1) Ce n'est là qu'un renseignement très approximatif.

ment N d'un volume déterminé de ce liquide, si l'on convient de prendre pour unité la viscosité de l'eau, comme l'appareil est construit de manière à donner pour l'eau pure à $15^{\circ} N = 100$ secondes, il suffit, pour calculer la viscosité d'un liquide, de diviser par 100 sa durée d'écoulement en secondes à $+ 15^{\circ}$. Si l'expérience a eu lieu à une autre température, la correction peut se faire à l'aide de la formule

$$V = \frac{N}{100} \times (0,643124 + 0,02166 t + 0,00014212 t^2).$$

V désignant la viscosité, N la durée d'écoulement en secondes, t la température en degrés centigrades. Cette formule est applicable toutes les fois que le liquide est suffisamment éloigné de son point de congélation (3° au moins).

Cette connaissance de la viscosité d'un liquide peut fournir les indications les plus précieuses sur sa composition. Soit un mélange d'eau et d'un autre élément en proportion non connue. La viscosité totale V est évidemment fonction du poids de cet élément, m , contenu dans 100 parties d'eau par exemple, et peut être exprimée par la formule (la viscosité de l'eau étant égale à l'unité) $V = 1 + F(m)$ [1]. Il suffira donc de déterminer une fois pour toutes cette fonction F , pour trouver, par une expérience simple, la composition exacte d'un mélange d'eau et d'un autre liquide, d'une solution, d'une émulsion. Si deux éléments, au lieu d'un, sont en présence dans l'eau, la formule deviendra $V = 1 + F(m) + F'(m')$ [2] et il suffira, pour déterminer les deux inconnues, d'introduire une nouvelle équation tirée d'une autre propriété physique, la densité, par exemple. Soit 999,125 la densité de l'eau à 15° , la densité totale sera exprimée par la formule (3) $D = 999,125 + f(m) + f'(m')$ qui, rapprochée de la formule (2) donnera la composition du liquide. Si enfin les éléments en présence sont encore en nombre plus considérable, on pourra recourir, soit à une 3° , une 4° propriété physique, soit à un procédé de séparation physique, soit même simplement se contenter des indications fournies par la viscosité et la densité, toutes les fois que plusieurs de ces éléments se trouveront entre eux en rapport constant, en sorte que l'on puisse, en pratique, ramener les variables à deux. C'est justement le cas du lait où, sinon la quantité, du moins le rapport du lactose, de la caséine et des sels, reste sensiblement le même, quelle que soit l'origine (les légères variations de compo-

tion ayant pour effet de se compenser mutuellement) et n'est influencé ni par le mouillage (qui diminue exactement, dans la même proportion, le poids de tous les éléments), ni à plus forte raison par l'écémage (qui n'affecte que le poids du beurre). Et comme généralement la densité du lait est très voisine de 1032, on peut même, en pratique, omettre l'opération densimétrique et mesurer simplement la viscosité.

Le Lactoviscosmètre de M. Micault se compose (fig. 43) d'un petit réservoir de cuivre, étamé à l'intérieur et monté sur trois pieds ; à sa partie supérieure se visse un bouchon

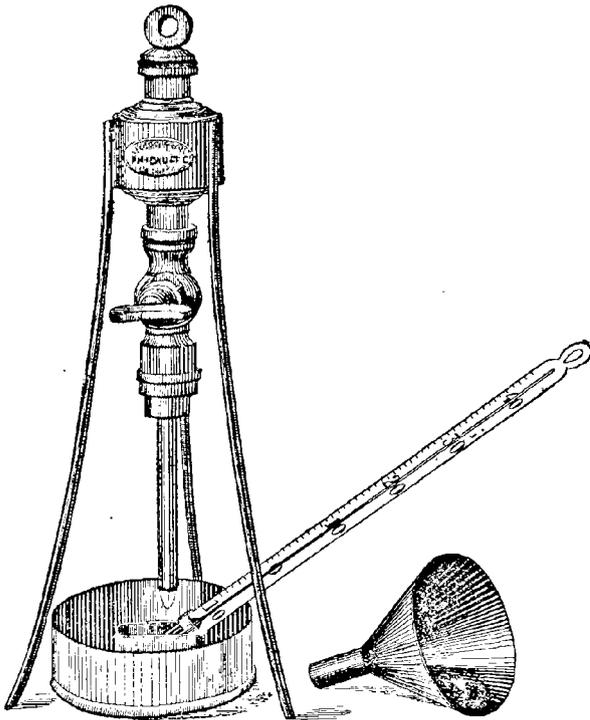


Figure 43.

métallique traversé par un tube de rentrée d'air ; à sa partie inférieure un robinet commande l'entrée d'un tube fin de verre protégé par une gaine de métal.

Son fonctionnement est des plus simples. Il suffit d'emplir le réservoir avec un peu du lait à examiner, de revisser le

bouchon, d'ouvrir le robinet et de mesurer avec une montre à secondes la durée de l'écoulement. La température du lait étant prise à l'aide du thermomètre joint à l'appareil, il ne reste plus alors qu'à recourir aux tables construites à cet effet qui donnent immédiatement, pour toutes les durées d'écoulement et à toutes les températures, le degré de pureté du lait et sa composition.

Mode d'emploi. — Prendre un échantillon moyen de lait frais, non bouilli (le lait chauffé a perdu un peu de sa viscosité naturelle) et bien mélangé.

Poser l'appareil sur une table. Placer sous l'orifice inférieur le couvercle de l'étui, destiné à recueillir le lait qui s'écoule et à maintenir le thermomètre sous le jet liquide. Dévisser le bouchon supérieur, et, à l'aide de l'entonnoir muni de sa grille, verser une petite portion du lait à essayer ; faire couler quelques gouttes, en soufflant au besoin par l'ouverture du haut du réservoir, de façon à bien mouiller les parois du tube de verre et à en expulser l'air. Fermer ensuite le robinet (clef horizontale) sans attendre que tout soit écoulé et achever de remplir le réservoir jusqu'à ce que le liquide déborde ; retirer doucement l'entonnoir et revisser le bouchon : l'excès de lait remontant par le tube de rentrée d'air s'écoule par le petit trou ménagé dans le bouchon : l'appareil est alors parfaitement plein et prêt à fonctionner.

Introduire le thermomètre dans le petit anneau disposé à l'intérieur du couvercle de l'étui et le placer de manière à ce que le lait, en s'écoulant, vienne baigner l'ampoule qui termine sa tige. Fixer les yeux sur une montre à secondes, et, quand l'aiguille passe sur la division 60, ouvrir franchement le robinet. L'appareil se vide goutte à goutte. Noter soigneusement le nombre de minutes et de secondes écoulées au moment où la dernière goutte vient de tomber (quand l'écoulement est près de finir, la rentrée de l'air se fait avec un bruissement caractéristique qui avertit l'opérateur). Enfin, prendre le degré marqué au thermomètre à la fin de l'expérience.

Remarque I. — L'appareil étant très sensible aux moindres variations de température, il est désirable, pour plus de précision, que le lait essayé ait bien pris la température ambiante. Pour la même raison, il convient d'éviter l'échauffement du réservoir avant ou pendant l'expérience par un contact prolongé des mains.

Remarque II. — L'emploi du tamis est indispensables pour arrêter les grosses poussières et les impuretés qui, en pénétrant dans l'appareil, risqueraient de ralentir l'écoulement.

Remarque III. — Si, avant l'expérience, l'intérieur du réservoir était mouillé par suite d'un rinçage à l'eau, il faudrait y passer au préalable une certaine quantité du lait à essayer et le rejeter ensuite : cette précaution ayant pour but d'éliminer l'erreur due à la présence de l'eau sur les parois. (Elle est inutile si le réservoir est sec ou mouillé seulement par le lait).

Usage des tables. — Chercher dans l'une des tables la colonne correspondant à la température observée ; la descendre verticalement jusqu'à ce qu'on ait rencontré le chiffre de la durée d'écoulement (ou à son défaut le chiffre le plus rapproché) ; au bout de la ligne horizontale et à droite on trouvera toutes les indications désirées.

Exemple : La température est 9° , la durée d'écoulement $3^m 39^s$. On cherche $3^m 39$ dans la colonne verticale correspond à 9° , et on trouve en regard : Viscosité par rapport à l'eau, 1.86. Beurre contenu dans 100 parties de lait en poids à la densité de $1032 : 3,90$. Note et qualité : 7 : lait moyen.

Remarques. — 1^o La composition du lait variant parfois notablement suivant la race qui l'a fourni, la nourriture, la saison, le régime, etc., on a évité de marquer un limite au delà de laquelle le lait serait falsifié. Cependant tout lait qui n'obtient pas au moins la note « assez bon » commence à être suspect et s'il reste en deçà de la note « médiocre », il devra être rejeté absolument de la consommation.

2^o La densité du lait mis en vente s'écartant généralement fort peu du chiffre 1032, on pourra considérer le poids de beurre donné à l'avant-dernière colonne comme très approché dans tous les cas. Si l'on a besoin d'une donnée absolument précise, prendre la densité à 15° (à l'aide d'un densimètre ordinaire ou lacto-densimètre) : on aura ensuite la correction rigoureusement exacte du chiffre du beurre si la richesse en caséine est moyenne en lisant autant de lignes plus haut ou autant de lignes plus bas dans la table qu'il y a, dans la densité observée, d'unités au-dessus ou au-dessous de 1032.

Exemple : Le chiffre de beurre trouvé est 3,99, la densité est 1032 : le chiffre de beurre est bien 3,99. Si la densité avait été 1033, il aurait fallu lire une ligne plus haut, soit 3,91 : si elle avait été 1030, deux lignes plus bas, soit 4,14.

3° Enfin il pourra souvent être très utile de connaître exactement la quantité de matières extractives (lactose, caséine, sels) autres que le beurre contenues dans le lait. Pour cela, prendre les deux derniers chiffres de la densité trouvée (exprimée en mille), y ajouter le poids du beurre et diviser la somme par 4. Exemple : La densité est 1032, le poids du beurre 3,99 %. On ajoute 3,99 à 32 et on divise par 4 : $32 + 3,99 = 35,99$, $35,99 : 4 = 9$. Le lait contient donc 9 % de substances autres que le beurre, nombre qui, ajouté à 4 % de beurre, fait en tout 13 % d'extrait. Ces chiffres sont justement ceux généralement admis comme répondant à un lait moyen et en deçà desquels on peut présumer qu'il y a eu écrémage (diminution du poids de beurre), ou mouillage (diminution du poids d'extrait).

L'addition d'eau, surtout d'eau calcaire, a pour effet de détruire en partie l'émulsion du beurre disséminé sous forme de crème dans toute la masse du lait. (Cette circonstance échappe à l'analyse chimique qui ne peut faire de distinction entre le beurre émulsionné et le beurre précipité. Elle se traduit au contraire à l'appareil par une diminution notable de la viscosité). En dehors des dangers que présente pour la santé l'emploi d'une eau souvent suspecte, cette pratique à pour conséquence de rendre le lait indigeste et de lui ôter la plus grande partie de sa valeur nutritive déjà réduite, souvent, par l'écrémage.

Exemple de composition d'échantillons de lait d'origines diverses :

Nature du Lait.	Lait de Vache Invernaise.	Lait de Vache hollandaise.	Lait de Vache moyen.	Lait de Chèvre moyen.	Lait d'Anesse moyen.	Lait Humain. moyen.
Beurre	5.59	2.93	4	4.5	2	3.5
Autres substances..	8.92	8.06	9	8.5	8	8.5
Eau	85.49	89.01	87	87	90	88
	100	100	100	100	100	100

DURÉES D'ÉCOULEMENT.

en minutes et secondes aux diverses températures :

5°	5° ½	6°	6° ½	7°	7° ½	8°	8° ½	9°	9° ½	Viscosité, par rapport à l'eau.	Beurre contenu dans 100 parties de lait en poids à la densité de 1032.	Note et qualité.	
2m56	2m53½	2m51	2m48½	2m46	2m43½	2m41	2m39	2m36½	2m34½	1.33	0.01	1 : Très Mauvais.	
57½	55	52	49½	47	44½	42½	40	37½	35½	1.34	0.09		
59	56	53½	51	48½	46	43½	41	39	36½	1.35	0.16		
3m	57½	55	52	49½	47	44½	42½	40	38	1.36	0.24		
1 ½	59	56	53½	51	48½	46	43½	41	39	1.37	0.31		
3	3m	57½	54½	52	49½	47	45	42½	40	1.38	0.39		
4	1 ½	58½	56	53½	51	48½	46	43½	41	1.39	0.46		
5½	2½	3m	57	54½	52	49½	47	45	42½	1.40	0.54		
7	4	1	58½	56	53½	51	48½	46	43½	1.41	0.61		
8	5½	2½	3m	57	54½	52	49½	47	44½	1.42	0.69		
9½	6½	4	1	58½	55½	53	50½	48½	46	1.43	0.76	2 : Mauvais.	
10½	8	5	2 ½	59½	57	54½	52	49½	47	1.44	0.84		
12	9	6½	3 ½	3m	58	55½	53	50½	48	1.45	0.91		
13½	10½	7½	5	2	59½	57	54½	52	49½	1.46	0.99		
14½	12	9	6	3 ½	3m	58	55½	53	50½	1.47	1.06		
16	13	10	7½	4 ½	2	59½	56½	54	51½	1.48	1.14		
17½	14½	11½	8½	6	3	3m	58	55½	53	1.49	1.21		
18½	15½	13	10	7	4 ½	1 ½	59	56½	54	1.50	1.29		
20	17	14	11	8½	5½	3	3m	57½	55	1.51	1.36		
21½	18½	15½	12½	9½	7	4	1 ½	59	56½	1.52	1.44		
22½	19½	16½	13½	11	8	5½	2 ½	3m	57½	1.53	1.51		
24	21	18	15	12	9½	6½	4	1 ½	58½	1.54	1.59		
25½	22½	19	16	13½	10½	8	5	2 ½	3m	1.55	1.66		
26½	23½	20½	17½	14½	11½	9	6½	3 ½	1	1.56	1.74		
28	25	21½	19	16	13	10	7½	5	2	1.57	1.81	3 : Faible.	
29½	26	23	20	17	14	11½	8½	6	3	1.58	1.89		
30½	27½	24½	21½	18½	15½	12½	10	7	4½	1.59	1.96		
32	29	25½	22½	19½	16½	14	11	8½	5½	1.60	2.04		
33½	30	27	24	21	18	15	12	9½	7	1.61	2.11		
34½	31½	28	25	22	19	16	13½	10½	8	1.62	2.19		
36	32½	29½	26½	23½	20½	17½	14½	12	9	1.63	2.26		
37	34	30½	27½	24½	21½	18½	16	13	10	1.64	2.34		
38½	35½	32	29	26	23	20	17	14	11½	1.65	2.41		
40	36½	33½	30	27	24	21	18	15½	12½	1.66	2.49		
41	38	34½	31½	28½	25	22½	19½	16½	13½	1.67	2.56	4 : Médiocre.	
42½	39	36	32½	29½	26½	23½	20½	17½	15	1.68	2.64		
44	40½	37	34	31	27½	24½	22	19	16	1.69	2.71		
45	42	38½	35	32	29	26	23	20	17	1.70	2.79		
46½	43	39½	36½	33½	30	27	24	21	18½	1.71	2.86		
48	44½	41	37½	34½	31½	28½	25½	22½	19½	1.72	2.94		
38½	35½	32	29	26	23	20	17	14	11½	1.65	2.41		5 : Passable.
40	36½	33½	30	27	24	21	18	15½	12½	1.66	2.49		
41	38	34½	31½	28½	25	22½	19½	16½	13½	1.67	2.56		
42½	39	36	32½	29½	26½	23½	20½	17½	15	1.68	2.64		
44	40½	37	34	31	27½	24½	22	19	16	1.69	2.71		
45	42	38½	35	32	29	26	23	20	17	1.70	2.79		
46½	43	39½	36½	33½	30	27	24	21	18½	1.71	2.86		
48	44½	41	37½	34½	31½	28½	25½	22½	19½	1.72	2.94		

DURÉES D'ÉCOULEMENT

en minutes et en secondes aux diverses températures :

5°	5° ½	6°	6° ½	7°	7° ½	8°	8° ½	9°	9° ½	Viscosité par rapport à l'eau.	Heure contenu dans 100 parties de lait en poids a ra consisté de 10/2.	Note et qualité.	
3m49	3m46	3m42½	3m39	3m36	3m32½	3m29½	3m26½	3m23½	3m20½	1.73	3.01	6 : Assez Bon.	
50¼	47	43½	40½	37	34	31	28	25	22	1.74	3.09		
52	48½	45	41½	38½	35	32	29	26	23	1.75	3.16		
53	49½	46	43	39½	36½	33	30	27	24	1.76	3.14		
54½	51	47½	44	41	37½	34½	31½	28½	25½	1.77	3.31		
56	52½	48½	45½	42	39	35½	32½	29½	26½	1.78	3.39		
57	53½	50	46½	43½	40	37	33½	30½	27½	1.79	3.46		
58½	55	51½	48	44½	41	38	35	32	29	1.80	3.54		
4m	56	52½	49	46	42½	39½	36	33	30	1.81	3.61		7 : Moyen.
1	57½	54	50½	47	43½	40½	37½	34	31	1.82	3.69		
2½	59	55	51½	48½	45	43	38½	35½	32½	1.83	3.76		
3½	4m	56½	53	49½	46	43	39½	36½	33½	1.84	3.84		
5	1	57½	54	51	47½	44	41	37½	34½	1.85	3.91		
6½	2½	59	55½	52	48½	45½	42	39	36	1.86	3.99		
7½	4	4m 0½	56½	53½	50	46½	43½	40	37	1.87	4.06		
9	5½	1½	58	54½	51	47½	44½	41½	38	1.88	4.14		
10½	6½	3	59½	55½	52½	49	45½	42½	39	1.89	4.21	8 : Bon.	
11½	8	4	4m 0½	57	53½	50	47	43½	40½	1.90	4.29		
13	9½	5½	2	58	54½	51½	48	45	41½	1.91	4.36		
14½	10½	6½	3	59½	56	52½	49	46	42½	1.92	4.44		
15½	12	8	4½	4m 0½	57	54	50½	47	44	1.93	4.51		
17	13	9½	5½	2	58½	55	51½	48½	45	1.94	4.59		
18½	14½	10½	7	3	59½	56	53	49½	46	1.95	4.66		
19½	16	12	8	4½	4m 1	57½	54	50½	47½	1.96	4.74		
21	17	13	9½	5½	2	58½	55	52	48½	1.97	4.81		9 : Très bon.
22½	18½	14½	10½	7	3½	4m	56½	53	49½	1.98	4.89		
23½	19½	15½	12	8	4½	1	57½	54	51	1.99	4.96		
25	21	17	13	9½	6	2½	59	55½	52	2.00	5.04		
26½	22½	18½	14½	10½	7	3½	4m	56½	53	2.01	5.11		
27½	23½	19½	15½	12	8½	4½	1	57½	54½	2.02	5.19		
29	25	21	17	13	9½	6	2½	59	55½	2.03	5.26		
30	26	22	18½	14½	10½	7	3½	4m	56½	2.04	5.34		
31½	27½	23½	19½	15½	12	8½	5	1½	58	2.05	5.41	10 : Riche.	
33	29	24½	21	17	13	9½	6	2½	4m 59	2.06	5.49		
34	30	26	22	18	14½	11	7	3½	1	2.07	5.56		
35½	31½	27½	23½	19½	15½	12	8½	5	4m 1½	2.08	5.64		
37	32½	28½	24½	20½	17	13	9½	6	2½	2.09	5.71		
38	34	30	26	22	18	14½	10½	7	3½	2.10	5.79		
39½	35½	31	27	23	19½	15½	12	8½	5	2.11	5.86		
41	36½	32½	28½	24½	20½	17	13	9½	6	2.12	5.94		

DURÉES D'ÉCOULEMENT

en minutes et secondes aux diverses températures :

10°	10° ½	11°	11° ½	12°	12° ½	13°	13° ½	14	14° ½	Viscosité par rapport à l'eau.	Beurre contenu dans 100 parties de lait en poids à la densité de 1032.	Note et qualité.	
2 _M 32	2 _M 30	2 _M 28	2 _M 26	2 _M 24	2 _M 22	2 _M 20	1 _M 18	2 _M 16½	2 _M 14½	1.33	0.01	1 : Très Mauvais.	
33½	31	29	27	25	23	21	19½	17½	15½	1.34	0.09		
34½	32½	30	28	26	24	22½	20½	18½	17	1.35	0.16		
35½	33½	31½	29½	27½	25	23½	21½	19½	18	1.36	0.24		
37	34½	32½	30½	28½	26½	24½	22½	20½	19	1.37	0.31		
38	35½	33½	31½	29½	27½	25½	23½	21½	20	1.38	0.39		
39	37	34½	32½	30½	28½	26½	24½	22½	21	1.39	0.46		
40	38	36	33½	31½	29½	27½	25½	23½	22	1.40	0.54		
41½	39	37	35	32½	30½	28½	26½	24½	23	1.41	0.61		2 : Mauvais.
42½	40	38	36	34	31½	29½	27½	26	24	1.42	0.69		
43½	41½	39	37	35	32½	30½	28½	27	25	1.43	0.76		
44	42½	40½	38	36	34	32	30	28	26	1.44	0.84		
46	43½	41½	39	37	35	33	31	29	27	1.45	0.91		
47	45	42½	40	38	36	34	32	30	28	1.46	0.99		
48	46	43½	41½	39	37	35	33	31	29	1.47	0.06		
49½	47	44½	42½	40½	38	36	34	32	30	1.48	0.14		
50½	48	46	43½	41½	39	37	35	33	31	1.49	1.21	3 : Faible.	
51½	49½	47	44½	42½	40	38	36	34	32	1.50	1.29		
53	50½	48	45½	43½	41½	39	37	35	33	1.51	1.36		
54	51½	49	47	44½	42½	40	38	36	34	1.52	1.44		
55	52½	50½	48	45½	43½	41½	39	37	35	1.53	1.51		
56	54	51½	49	47	44½	42½	40	38	36	1.54	1.59		
57½	55	52½	50	48	45½	43½	41	39	37	1.55	1.66		
58½	56	53½	51	49	46½	44½	42	40	38	1.56	1.74		
59½	57	54½	52½	50	47½	45½	43½	41	39	1.57	1.81		4 : Médiocre.
3 _M 1	58½	56	53½	51	48½	46½	44½	42	40	1.58	1.89		
2	59½	57	54½	52	50	47½	45½	43	41	1.59	1.96		
3	3 _M 0½	58	55½	53	51	48½	46½	44	42	1.60	2.04		
4	1	59	56½	54½	52	49½	47½	45½	43	1.61	2.11		
5½	3	3 _M 0½	58	55½	53	51	48½	46½	44	1.62	2.19		
6½	4	1	59	56½	54	52	49½	47½	45	1.63	2.26		
7½	5	2½	3 _M	57½	55	53	50½	48½	46	1.64	2.34		
9	6	3½	1	58½	56	54	51½	49½	47	1.65	2.41	5 : Passable.	
10	7½	4½	2	59½	57½	55	52½	50½	48	1.66	2.49		
11	8½	6	3½	3 _M 1	58½	56	53½	51½	49	1.67	2.56		
12	9½	7	4½	2	59½	57	54½	52½	50	1.68	2.64		
13½	10½	8	5½	3	3 _M 0½	58	55½	53½	51	1.69	2.71		
14½	12	9	6½	4	1	59	57	54½	52	1.70	2.79		
15½	13	10½	7½	5	2	3 _M	58	55½	53	1.71	2.86		
17	14	11½	9	6	3½	1½	59	56½	54	1.72	2.94		

DURÉES D'ÉCOULEMENT
en minutes et secondes aux diverses températures.

10°	10° ½	11°	11° ½	12°	12° ½	13°	13° ½	14°	14° ½	Viscosité par rapport à l'eau.	Beurre contenu dans 100 parties de lait en poids à la densité de 1032.	Note et qualité.	
3 ^M 18	3 ^M 15	3 ^M 12½	3 ^M 10	3 ^M 7½	3 ^M 5	3 ^M 2½	3 ^M	2 ^M 57½	2 ^M 55	1.73	3.01	6 : Assez Bon.	
19	16½	13½	11	8½	6	3½	1	58½	56½	1.74	3.09		
20	17½	15	12	9½	7	4½	2	59½	57½	1.75	3.16		
21½	18½	16	13	10½	8	5½	3	3 ^M 0½	58½	1.76	3.24		
22½	19½	17	14½	11½	9	6½	4	1½	59½	1.77	3.31		
23½	21	18	15½	12½	10	7½	5	3 ^M 0½	3 ^M 0½	1.78	3.39		
25	22	19	16½	14	11	8½	6	3½	1½	1.79	3.46		
26	23	20½	17½	15	12	9½	7	5	2½	1.80	3.54		
27	24½	21½	18½	16	13½	14	8	6	3½	1.81	3.61		7 : Moyen.
28½	25½	22½	19½	17	14½	12	9	7	4½	1.82	3.69		
29	26½	23½	21	18	15½	13	10½	8	5½	1.83	3.76		
30½	27½	25	22	19	16½	14	11½	9	6½	1.84	3.84		
31½	29	26	23	20½	17½	15	12½	10	7½	1.85	3.91		
33	30	27	24	21½	18½	16	13½	11	8½	1.86	3.99		
34	31	28	25	22½	19½	17	14½	12	9½	1.87	4.06		
35	32	29	26½	23½	21	18	15½	13	10½	1.88	4.14		
36½	33½	30½	27½	24½	22	19	16½	14	11½	1.89	4.21	8 : Bon.	
37½	34½	31½	28½	25½	23	20½	17½	15	12½	1.90	4.29		
38½	35½	32½	29½	27	24	21½	18½	16	13½	1.91	4.36		
39½	36½	33½	30½	28	25	22½	19½	17	14½	1.92	4.44		
41	38	35	32	29	26	23½	20½	18	15½	1.93	4.51		
42	39	36	33	30	27	24½	21½	19	16½	1.94	4.59		
43	40	37	34	31	28½	25½	22½	20	17½	1.95	4.66		
44½	41	38	35	32	29½	26½	23½	21	18½	1.96	4.74		
45½	42½	39	36	33½	30½	27½	25	22	19½	1.97	4.81	9 : Très Bon.	
46½	43½	40½	37½	34½	31½	28½	26	23	20½	1.98	4.89		
47½	44½	41½	38½	35½	32½	30	27	24½	21½	1.99	4.96		
49	45½	42½	39½	36½	33½	31	28	25½	22½	2.00	5.04		
50	47	43½	40½	37½	34½	32	29	26½	23½	2.01	5.11		
51	48	45	41½	38½	35½	33	30	27½	24½	2.02	5.19		
52	49	46	43	40	37	34	31	28½	25½	2.03	5.26		
53½	50	47	44	41	38	35	32	29½	26½	2.04	5.34		
54½	51½	48	45	42	39	36	33	30½	27½	2.05	5.41	10 : Riche.	
55½	52½	49½	46	43	40	37	34	31½	28½	2.06	5.49		
57	53½	50½	47	44	41	38	35	32½	29½	2.07	5.56		
58	54½	51½	48½	45	42	39	36	33½	30½	2.08	5.64		
59	56	52½	49½	46½	43	40½	37	34½	31½	2.09	5.71		
1 ^M 0½	57	53½	50½	47½	44½	41½	38½	35½	32½	2.10	5.79		
1½	58	55	51½	48½	45½	42½	39½	36½	33½	2.11	5.86		
2½	59	56	52½	49½	46½	43½	40½	37½	35½	2.12	5.94		

DURÉES D'ÉCOULEMENT

en minutes et secondes aux diverses températures :

15°	15° ½	16°	16° ½	17°	17° ½	18°	18° ½	19°	19° ½	Viscosité par rapport à l'eau.	Beurre contenu dans 100 parties de lait en poids à la densité de 1032.	Note et qualité.	
2 ^M 13	2 ^M 11 ½	2 ^M 9 ½	2 ^M 8	2 ^M 6 ½	2 ^M 5	2 ^M 3 ½	2 ^M 1 ½	2 ^M 0 ½	1 ^M 59	1.33	0.01	1 : Très Mauvais.	
14	12 ½	10 ½	9	7 ½	5 ½	4	2 ½	1	59 ½	1.34	0.09		
15	13	11 ½	10	8 ½	6 ½	5	3 ½	2	2 ^M 0 ½	1.35	0.16		
16	14	12 ½	11	9	7 ½	6	4 ½	3		1.36	0.24		
17	15	13 ½	12	10	8 ½	7	5 ½	4	2 ½	1.37	0.31		
18	16	14 ½	13	11	9 ½	8	6 ½	5	3	1.38	0.39		
19	17	15 ½	13 ½	12	10 ½	9	7	5 ½	4	1.39	0.46		
20	18	16 ½	14 ½	13	11 ½	9 ½	8	6 ½	5	1.40	0.54		
21	19	17 ½	15 ½	14	12 ½	10 ½	9	7 ½	6	1.41	0.61		2 : Mauvais.
22	20	18 ½	16 ½	15	13	11 ½	10	8 ½	7	1.42	0.69		
23	21	19 ½	17 ½	16	14	12 ½	11	9 ½	7 ½	1.43	0.76		
24	22	20 ½	18 ½	17	15	13 ½	12	10	8 ½	1.44	0.84		
25	23	21 ½	19 ½	18	16	14 ½	12 ½	11	9 ½	1.45	0.91		
26	24	22 ½	20 ½	18 ½	17	15 ½	13 ½	12	10 ½	1.46	0.99		
27	25	23 ½	21 ½	19 ½	18	16	14 ½	13	11 ½	1.47	1.06		
28	26	24	22 ½	20 ½	19	17	15 ½	14	12	1.48	1.14		
29	27	25	23 ½	21 ½	20	18	16 ½	14 ½	13	1.49	1.21	3 : Faible.	
30	28	26	24 ½	22 ½	20 ½	19	17 ½	15 ½	14	1.50	1.29		
31	29	27	25 ½	23 ½	21 ½	20	18	16 ½	15	1.51	1.36		
32	30	28	26	24 ½	22 ½	21	19	17 ½	15 ½	1.52	1.44		
33	31	29	27	25 ½	23 ½	22	20	18 ½	16 ½	1.53	1.51		
34	32	30	28	26 ½	24 ½	22 ½	21	19	17 ½	1.54	1.59		
35	33	31	29	27 ½	25 ½	23 ½	22	20	18 ½	1.55	1.66		
36	34	32	30	27 ½	26 ½	24 ½	22 ½	21	19 ½	1.56	1.74		
37	35	33	31	29	27 ½	25 ½	23 ½	22	20	1.57	1.81	4 : Médiocre.	
38	36	34	32	30	28	26 ½	24 ½	23	21	1.58	1.89		
39	37	35	33	31	29	27 ½	25 ½	24	22	1.59	1.96		
40	38	36	34	32	30	28 ½	26 ½	24 ½	23	1.60	2.04		
41	39	37	35	33	31	29	27 ½	25 ½	24	1.61	2.11		
42	40	38	36	34	32	30	28	26 ½	24 ½	1.62	2.19		
43	41	39	37	35	33	31	29	27 ½	25 ½	1.63	2.26		
44	42	40	38	36	34	32	30	28 ½	26 ½	1.64	2.34		
45	43	41	38 ½	37	35	33	31	29	27 ½	1.65	2.41	5 : Passable.	
46	44	42	39 ½	37 ½	35 ½	34	32	30	28	1.66	2.49		
47	45	43	40 ½	38 ½	36 ½	35	33	31	29	1.67	2.56		
48	46	43 ½	41 ½	39 ½	37 ½	35 ½	33 ½	32	30	1.68	2.64		
49	47	44 ½	42 ½	40 ½	38 ½	36 ½	34 ½	33	31	1.69	2.71		
50	48	45 ½	43 ½	41 ½	39 ½	37 ½	35 ½	33 ½	32	1.70	2.79		
51	49	46 ½	44 ½	42 ½	40 ½	38 ½	36 ½	34 ½	32 ½	1.71	2.86		
52	50	47 ½	45 ½	43 ½	41 ½	39 ½	37 ½	35 ½	33 ½	1.72	2.94		

DURÉES D'ÉCOULEMENT										Viscosité par rapport à l'eau.	Beurre contenu dans 100 parties de lait en poids à la densité de 1032.	Note et qualité.
en minutes et secondes aux diverses températures.												
15°	15° ½	16°	16° ½	17°	17° ½	18°	18° ½	19°	19° ½			
2m53	2m51	2m48½	2m46½	2m44½	2m42½	2m40½	2m38½	2m36½	2m34½	1.73	3.01	6 : Assez Bon.
54	51½	49½	47½	45½	43	41½	39	37½	35½	1.74	3.09	
55	52½	50½	48½	46½	44	42	40	38	36½	1.75	3.16	
56	53½	51½	49½	47	45	43	41	39	37	1.76	3.24	
57	54½	52½	50½	48	46	44	42	40	38	1.77	3.31	
58	55½	53½	51	49	47	45	43	41	39	1.78	3.39	
59	56½	54½	52	50	48	46	44	42	40	1.79	3.46	
3m	57½	55½	53	51	49	47	44½	43	40½	1.80	3.54	
1	58½	56½	54	52	50	47½	45½	43½	41½	1.81	3.61		7 : Moyen.
2	59½	57½	55	53	50½	48½	46½	44½	42½	1.82	3.69	
3	3m 0½	58½	56	54	51½	49½	47½	45½	43½	1.83	3.76	
4	1½	59½	57	55	52½	50½	48½	46½	44½	1.84	3.84	
5	2½	3m 0½	58	56	53½	51½	49½	47½	45	1.85	3.91	
6	3½	1½	59	56½	54½	52½	50	48	46	1.86	3.99	
7	4½	2	3m	57½	55½	53½	51	49	47	1.87	4.06	
8	5½	3	1	58½	56½	54	52	50	48	1.88	4.14	
9	6½	4	2	59½	57½	55	53	51	49	1.89	4.21	8 : Bon.
10	7½	5	3½	3m 0½	58	56	54	52	49½	1.90	4.29	
11	8½	6	3½	1½	59	57	55	52½	50½	1.91	4.36	
12	9½	7	4½	2½	3m	58	56½	53½	51½	1.92	4.44	
13	10½	8	5½	3½	1	59	56½	54½	52½	1.93	4.51	
14	11½	9	6½	4½	2	3m	57½	55½	53	1.94	4.59	
15	12½	10	7½	5½	3	0½	58½	56½	54	1.95	4.66	
16	13½	11	8½	6	4	1½	59½	57	55	1.96	4.74	
17	14½	12	9½	7	5	2½	3m 0½	58	56	1.97	4.81	9 : Très Bon.
18	15½	13	10½	8	5½	3½	1	59	57	1.98	4.89	
19	16½	14	11½	9	6½	4½	2	3m	57½	1.99	4.96	
20	17½	15	12½	10	7½	5½	3	1	58½	2.00	5.04	
21	18½	16	13½	11	8½	6½	4	1½	59½	2.01	5.11	
22	19½	17	14½	12	9½	7	5	2½	3m 0½	2.02	5.19	
23	20½	18	15½	13	10½	8	6½	3½	1½	2.03	5.26	
24	21½	19	16	14	11½	9	8½	4½	2½	2.04	5.34	
25	22½	20	17	15	12½	10	7½	5½	3	2.05	5.41	10 : Riche.
26	23½	21	18	15½	13	11	8½	6½	4	2.06	5.49	
27	24½	21½	19	16½	14	12	9½	7	5	2.07	5.56	
28	25½	22½	20	17½	15	13	10½	8	5½	2.08	5.64	
29	26½	23½	21	18½	16	13½	11	9	6½	2.09	5.71	
30	27½	24½	22	19½	17	14½	12	10	7½	2.10	5.79	
31	28½	25½	23	20½	18	15½	13	11	8½	2.11	5.86	
32	29	26½	24	21½	19	16½	14	11½	9½	2.12	5.94	

DURÉES D'ÉCOULEMENT

en minutes et secondes aux diverses températures :

20°	20° ½	21°	21° ½	22°	22° ½	23°	23° ½	24°	24° ½	Viscosité par rapport à l'eau.	Beurre contenu dans 100 parties de lait en poids à la densité de 1032.	Requib. Note et	
1m57½	1m56	1m54½	1m53½	1m52	1m50½	1m49½	1m48	1m47	1m45½	1.33	0.01	1 : Très Mauvais.	
58½	57	55½	54	53	51½	50	49	47½	46½	1.34	0.09		
59	57½	56½	55	53½	52½	51	50	48½	47	1.35	0.16		
2m	58½	57	56	55	53	52	50½	49½	48	1.36	0.24		
1	59½	58	56½	55½	54	52½	51½	50	49	1.37	0.31		
2	2m 0½	59	57½	56	55	53½	52	51	49½	1.38	0.39		
2½	1	2m	58½	57	55½	54½	53	51½	50½	1.39	0.46		
3½	2	0½	59½	58	56½	55	54	52½	51	1.40	0.54		
4½	3	1½	2m	58½	57½	56	54½	53½	52	1.41	0.61		2 : Mauvais.
5½	4	2½	1	59½	58	57	55½	54	52½	1.42	0.69		
6	4½	3½	2	2m 0½	59	57½	56½	55	53½	1.43	0.76		
7	5½	4	2½	1	2m	58½	57	55½	54½	1.44	0.84		
8	6½	5	3½	2	0½	59½	58	56½	55	1.45	0.91		
9	7½	6	4½	3	1½	2m	58½	57½	56	1.46	0.99		
9½	8	6½	5	4	2½	1	59½	58	56½	1.47	1.06		
10½	9	7½	6	4½	3	1½	2m 0½	59	57½	1.48	1.14		
11½	10	8½	7	5½	4	2½	1	59½	58½	1.49	1.21	3 : Faible.	
12½	11	9½	8	6½	5	3½	2	2m 0½	59	1.50	1.29		
13½	11½	10	8½	7	5½	4	3	1½	2m	1.51	1.36		
14	12½	11	9½	8	6½	5	3	2	0½	1.52	1.44		
15	13½	12	10½	9	7½	6	4½	3	1½	1.53	1.51		
16	14½	12½	11	9½	8	6½	5½	3½	2½	1.54	1.59		
17	15	13½	12	10½	9	7½	6	4½	3	1.55	1.66		
17½	16	14½	13	11½	10	8½	7	5½	4	1.56	1.74		
18½	17	15	14	12	10½	9	7½	6	4½	1.57	1.81		4 : Médiocre.
19½	18	16	14½	13	11½	10	8½	7	5½	1.58	1.89		
20½	18½	17	15½	14	12½	10½	9½	7½	6	1.59	1.96		
21	19½	18	16½	14½	13	11½	10	8½	7	1.60	2.04		
22	20½	19	17	15½	14	12½	11	9½	8	1.61	2.11		
23	21½	19½	18	16½	15	13	11½	10	8½	1.62	2.19		
24	22	20½	19	17	15½	14	12½	11	9½	1.63	2.26		
24½	23	21½	19½	18	16½	15	13½	11½	10	1.64	2.34		
25½	24	22	20½	19	17½	15½	14	12½	11	1.65	2.41	5 : Passable.	
26½	25	23	21½	20	18	16½	15	14	12	1.66	2.49		
27½	25½	24	22½	20½	19	17½	16	14	12½	1.67	2.56		
28½	26½	25	23	21½	20	18	16½	15	13½	1.68	2.64		
29	27½	25½	24	22½	20½	19	17½	16	14	1.69	2.71		
30	28	26½	25	23	21½	20	18	16½	15	1.70	2.79		
31	29	27½	25½	24	22½	20½	19	17½	16	1.71	2.86		
32	30	28½	26½	25	23	21½	20	18	16½	1.72	2.94		

DURÉES D'ÉCOULEMENT

en minutes et secondes aux diverses températures :

20°	20° ½	21°	21° ½	22°	22° ½	23°	23° ½	24°	24° ½	Viscosité par rapport à l'eau.	Beurre contenu dans 100 parties de lait en poids à la densité de 1032.	Note et qualité.	
2m32½	2m31	2m29	2m27½	2m25½	2m24	2m22	2m20½	2m19	2m17½	1.73	3.01	6 : Assez Bon.	
33½	31½	30	28	26½	25	23	21½	20	18	1.74	3.09		
34½	32½	31	29	27½	25½	24	22½	20½	19	1.75	3.16		
35½	33½	31½	30	28	26½	24½	23	21½	19½	1.76	3.24		
36	34½	32½	31	29	27½	25½	24	22	20½	1.77	3.31		
37	35	33½	31½	30	28	26½	24½	23	21½	1.78	3.39		
38	36	34½	32½	30½	29	27	25½	24	22	1.79	3.46		
39	37	35	33½	31	30	28	26½	24½	23	1.80	3.54		
39½	38	36	34	32½	30½	29	27	25½	23½	1.81	3.61		7 : Moyen.
40½	38½	37	35	33	31½	29½	28	26	24½	1.82	3.69		
41½	39½	37½	36	34	32½	30½	29	27	25½	1.83	3.76		
42½	40½	38½	37	35	33	31½	29½	28	26	1.84	3.84		
43½	41½	39½	37½	36	34	32	30½	28½	27	1.85	3.91		
44	42	40	38½	36½	35	33	31	29½	27½	1.86	3.99		
45	43	41	39½	37½	35½	33½	32	30	28½	1.87	4.06		
46	44	42	40	38½	36½	34½	33	31	29½	1.88	4.14		
47	45	43	41	39	37	35½	33½	32	30	1.89	4.21	8 : Bon.	
47½	45½	44	42	40	38	36	34½	32½	31	1.90	4.29		
48½	46½	44½	42½	41	39	37	35½	33½	31½	1.91	4.36		
49½	47½	45½	43½	41½	39½	38	36	34	32½	1.92	4.44		
50½	48½	46½	44½	42½	40½	38½	37	35	33	1.93	4.51		
51	49	47	45½	43½	41½	39½	37½	36	34	1.94	4.59		
52	50	48	46	44	42	40½	38½	36½	35	1.95	4.66		
53	51	49	47	45	43	41	39½	37½	35½	1.96	4.74		
54	52	50	48	46	44	42	40	38½	36½	1.97	4.81		9 : Très bon.
54½	52½	50½	48½	46½	44½	43	41	39	37	1.98	4.89		
55½	53½	51½	49½	47½	45½	43½	42	40	38	1.99	4.96		
56½	54½	52½	50½	48½	46½	44½	42½	40½	39	2.00	5.04		
57½	55½	53½	51½	49	47	45½	43½	41½	39½	2.01	5.11		
58½	56	54	52	50	48	46	44	42½	40½	2.02	5.19		
59	57	55	53	51	49	47	45	43	41	2.03	5.26		
3m	58	56	54	52	49½	47½	46	44	42	2.04	5.34		
1	59	56½	54½	52½	50½	48½	46½	44½	43	2.05	5.41	10 : Riche.	
2	59½	57½	55½	53½	51½	49½	47½	45½	43½	2.06	5.49		
2	3m 0	58	56	54	52	50	48½	46½	44½	2.07	5.56		
3	1½	59	57	55	53	51	49	47	45	2.08	5.64		
3½	1½	3m	58	56	54	52	50	48	46	2.09	5.71		
4	2	1	59	57	55½	53½	51½	49½	47½	2.10	5.79		
4½	2½	2	3m 0½	57½	55½	53½	51½	49½	47½	2.11	5.86		
5	3	2	3m 0	58½	56½	54½	52½	50½	48½	2.12	5.94		
6	4	2½											
7	5												

DURÉES D'ÉCOULEMENT

en minutes et secondes aux diverses températures :

25°	25° ½	26°	26° ½	27°	27° ½	28°	28° ½	29°	29° ½	Viscosité par rapport à l'eau.	Beurre contenu dans 100 parties de lait en poids à la densité de 1032.	Note et qualité.	
1m44½	1m43½	1m42	1m41	1m40	1m39	1m37½	1m36½	1m35½	1m34½	1.33	0.01	1 : Très Mauvais.	
45½	44	43	41½	40½	39½	38½	37½	36½	35½	1.34	0.09		
46	45	43½	42½	41½	40½	39	38	37	36	1.35	0.16		
47	45½	44½	43	42	41	40	39	38	36½	1.36	0.24		
47½	46½	45	44	43	42	40½	39½	38½	37½	1.37	0.31		
48½	47	46	44½	43½	42½	41½	40½	39	38	1.38	0.39		
49	48	46½	45½	44½	43½	42	41	40	39	1.39	0.46		
50	48½	47½	46½	45	44	43	41½	40½	39½	1.40	0.54		
51	49½	48½	47	46	45	43½	42½	41½	40½	1.41	0.61		2 : Mauvais.
51½	50½	49	48	46½	45½	44½	43	42	41	1.42	0.69		
52½	51	50	48½	47½	46	45	44	43	41½	1.43	0.76		
53	52	50½	49	48	47	46	44½	43½	42½	1.44	0.84		
54	52½	51½	50	49	48	46½	45½	44½	43	1.45	0.91		
54½	53½	52	51	49½	48½	47½	46	45	44	1.46	0.99		
55½	54	53	51½	50½	49	48	47	45½	44½	1.47	1.06		
56½	55	53½	52½	51	50	48½	47½	46½	45	1.48	1.14		
57	55½	54½	53	52	50½	49½	48½	47	46	1.49	1.21	3 : Faible.	
58	56½	55	54	52½	51½	50	49	48	46½	1.50	1.29		
58½	57½	56	54½	53½	52	51	49½	48½	47½	1.51	1.36		
59½	58	56½	55½	54	53	51½	50½	49½	48	1.52	1.44		
2m	59	57½	56	55	53½	52½	51	50	49	1.53	1.51		
1	59½	58	57	55½	54½	53	52	50½	49½	1.54	1.59		
2	2m 0½	59	57½	56½	55	54	52½	51½	50	1.55	1.66		
2½	1	2m	58½	57	56	54½	53½	52	51	1.56	1.74		
3½	2	0½	59	58	56½	55½	54	53	51½	1.57	1.81		4 : Médiocre.
4	2½	1½	2m	58½	57½	56	55	53½	52½	1.58	1.89		
5	3	2	0½	59½	58	57	55½	54½	53	1.59	1.96		
5½	4	3	1½	2m	59	57½	56½	55	54	1.60	2.04		
6½	5	3½	2	1	59½	58½	57	56	54½	1.61	2.11		
7½	6	4½	3	1½	2m 0½	59	57½	56½	55	1.62	2.19		
8	6½	5	3½	2½	1	2m	58½	57	56	1.63	2.26		
9	7½	6	4½	3	2	0½	59	58	56½	1.64	2.34		
9½	8	6½	5	4	2½	1	2m	58½	57½	1.65	2.41	5 : Passable.	
10½	9	7½	6	4½	3½	2	0½	59½	58	1.66	2.49		
11	9½	8	7	5½	4	2½	1½	2m	58½	1.67	2.56		
12	10½	9	7½	6	5	3½	2	1	59½	1.68	2.64		
13	11	10	8½	7	5½	4	3	1½	2m	1.69	2.71		
13½	12	10½	9	7½	6½	5	3½	2	1	1.70	2.79		
14½	13	11½	10	8½	7	5½	4½	3	1½	1.71	2.86		
15	13½	12	10½	9	8	6½	5	3½	2½	1.72	2.94		

DURÉES D'ÉCOULEMENT

en minutes et secondes aux diverses températures :

25°	25° ½	26°	26° ½	27°	27° ½	28°	28° ½	29°	29° ½	Viscosité par rapport à l'eau.	Beurre contenu dans 100 parties de lait en poids à la densité de 1032.	Note et qualité.	
2m16	2m14½	2m13	2m11½	2m10	2m 8½	2m 7	2m 5½	2m 4½	2m 3	1.73	3.01	6 : Assez Bon.	
16½	15	13½	12	10½	9½	8	6½	5	3½	1.74	3.09		
17½	16	14½	13	11½	10	8½	7	6	4½	1.75	3.16		
18½	16½	15	13½	12	11	9½	8	6½	5	1.76	3.24		
19	17½	16	14½	13	11½	10	8½	7½	6	1.77	3.31		
20	18	16½	15	13½	12½	11	9½	8	6½	1.78	3.39		
20½	19	17½	16	14½	13	11½	10	8½	7½	1.79	3.46		
21½	20	18	16½	15	13½	12½	11	9½	8	1.80	3.54		
22	20½	19	17½	16	14½	13	11½	10	8½	1.81	3.61		
23	21½	19½	18	16½	15	13½	12½	11	9½	1.82	3.69		
24	22	20½	19	17½	16	14½	13	11½	10	1.83	3.76		
24½	23	21½	19½	18	16½	15	13½	12½	11	1.84	3.84		
25½	23½	22	20½	19	17½	16	14½	13	11½	1.85	3.91		
26	24½	23	21	19½	18	16½	15	13½	12	1.86	3.99		
27	25	23½	22	20½	19	17½	16	14½	13	1.87	4.06		
27½	26	24½	22½	21	19½	18	16½	15	13½	1.88	4.14		
28½	27	25	23½	22	20½	19	17½	16	14½	1.89	4.21	7 : Moyen.	
29	27½	26	24	22½	21	19½	18	16½	15	1.90	4.29		
30	28½	26½	25	23½	22	20½	19	17½	16	1.91	4.36		
31	29	27½	25½	24	22½	21	19½	18	16½	1.92	4.44		
31½	30	28	26½	25	23½	22	20½	19	17	1.93	4.51		
32½	30½	29	27	25½	24	22½	21	19½	18	1.94	4.59		
33	31½	29½	28	26½	25	23½	21½	20	18½	1.95	4.66		
34	32	30½	29	27	25½	24	22½	21	19½	1.96	4.74		
34½	33	31½	29½	28	26½	24½	23	21½	20	1.97	4.81		
35½	33½	32	30½	28½	27	25½	24	22½	21	1.98	4.89		
36½	34½	33	31	29½	28	26	24½	23	21½	1.99	4.96		
37	35½	33½	32	30	28½	27	25½	24	22	2.00	5.04		
38	36	34½	32½	31	29½	27½	26	24½	23	2.01	5.11		
38½	37	35	33½	31½	30	28½	27	25	23½	2.02	5.19		
39½	37½	36	34	32½	31	29	27½	26	24½	2.03	5.26		
40	38½	36½	35	33	31½	30	28½	26½	25	2.04	5.34		
41	39	37½	35½	34	32½	30½	29	27½	26	2.05	5.41	8 : Bon.	
42	40	38	36½	34½	33	31½	29½	28	26½	2.06	5.49		
42½	40½	39	37	35½	34	32	30½	29	27	2.07	5.56		
43½	41½	39½	38	36	34½	33	31	29½	28	2.08	5.64		
44	42½	40½	38½	37	35½	33½	32	30½	28½	2.09	5.71		
45	43	41	39½	37½	36	34½	32½	31	29½	2.10	5.79		
45½	44	42	40	38½	37	35	33½	31½	30	2.11	5.86		
46½	44½	43	41	39	37½	36	34	32½	31	2.12	5.94		
41	39	37½	35½	34	32½	30½	29	27½	26	2.05	5.41		9 : Très bon.
42	40	38	36½	34½	33	31½	29½	28	26½	2.06	5.49		
42½	40½	39	37	35½	34	32	30½	29	27	2.07	5.56		
43½	41½	39½	38	36	34½	33	31	29½	28	2.08	5.64		
44	42½	40½	38½	37	35½	33½	32	30½	28½	2.09	5.71		
45	43	41	39½	37½	36	34½	32½	31	29½	2.10	5.79		
45½	44	42	40	38½	37	35	33½	31½	30	2.11	5.86		
46½	44½	43	41	39	37½	36	34	32½	31	2.12	5.94		
41	39	37½	35½	34	32½	30½	29	27½	26	2.05	5.41	10 : Riche.	
42	40	38	36½	34½	33	31½	29½	28	26½	2.06	5.49		
42½	40½	39	37	35½	34	32	30½	29	27	2.07	5.56		
43½	41½	39½	38	36	34½	33	31	29½	28	2.08	5.64		
44	42½	40½	38½	37	35½	33½	32	30½	28½	2.09	5.71		
45	43	41	39½	37½	36	34½	32½	31	29½	2.10	5.79		
45½	44	42	40	38½	37	35	33½	31½	30	2.11	5.86		
46½	44½	43	41	39	37½	36	34	32½	31	2.12	5.94		

Recherche des Matières colorantes ajoutées au lait (Méthode Froidevaux, Annales de Chimie analytiques, 1898, pas 110).

	Précipitation par la présure (2)		Action directe sur le lait		Action de la liqueur d'Adam (3)			
	Aspect du coagulum	Petit lait		de l'acide (4) chlorhydrique	de l'ammoniaque	Couche étherée supérieure	Couche infé- rieure	Teinture sur papier à l'aide de la couche inférieure
		Aspect	Teinture sur papier					
Lait pur	blanc.	légt jaunâtre	pas d'action	pas d'action	incoloré ou très légt jaunâtre	très légèrement jaunâtre	très légèrement jaunâtre	rose orangé, l'acide sul- furique très étendu 2% le lait normal fait virer la coloration au rose franc.
Rocou.....	couleur chair.	id.	id.	id.	id.	id.	id.	jaune plus in- tense que pour le lait normal
Safran.....	jaune.	jaune plus in- tense que le petit lait nor- mal	jaune	La coloration du lait reste la même	id.	id.	id.	jaune, l'acide sulfurique étendu fait virer la co- loration au jaune très légèrement orangé.
Curcuma.....	jaune verdâtre	légt jaunâtre	jauno	jaune brun	colorat. jaune plus intense	rose chair	rose chair	pas d'action.
Carotte.....	jaune d'or	jaune d'or	pas d'action	pas d'action	incoloré ou très légt jaunâtre	jaune plus in- tense que pour le lait normal	id.	id.
Orangé III Poi- sifor.....	blanc	légt jaunâtre	id.	id.	id.	id.	id.	id.

(1) 1 cc. HCl pur pour 20 cc. de lait.

(2) A 250 cc. de lait ajouter 5 à 6 gouttes de présure ; abandonner le tout à une température de 25 à 30° pendant 15 heures ; placer le coagulum sur un filtre, laisser égoutter le liquide clair.

(3) Traiter 50 cc. de lait par 50 cc. de liqueur d'Adam (voir dosage du beurre) dans une boule à décantation ordinaire. Agiter, laisser reposer une demi-heure ; décanter la couche inférieure et y placer pendant quatre jours une lanterne de papier blanc à filtrer ; examiner sa couleur, couper la bande sèche en deux morceaux, en traiter l'un par SO₄H₂.

COMPOSITION MOYENNE DU LAIT PUR
(Conseil d'hygiène)

Densité	1.033
Degré au Crémomètre	10.000
Eau.....	87.000
Extrait.....	13.000
Cendres.....	0.600
Lactose	5.000
Beurre.....	4.000
Caséine et albumine.....	3.400
	100.000

On doit considérer comme *mouillé* tout lait renfermant, par litre, moins de 115 grammes d'extrait, avec 27 grammes de beurre et 45 grammes de lactose au moins.

Comme *écrémé*, tout lait renfermant moins de 27 grammes de beurre.

Méthode d'analyse rapide du lait (Méthode Bordas et Touplain). — Jusqu'ici on a proposé beaucoup de méthodes pour faire l'analyse des laits, mais aucune ne donne rapidement et sûrement la composition d'un lait.

Avec les unes, on ne dose qu'une partie des éléments, avec les autres, on dose tous les éléments du lait, mais l'analyse demande souvent deux jours, et, la plupart du temps, on est obligé de doser la caséine par différence à cause de l'incertitude des méthodes employées.

Dans la méthode suivante, on recherche, en outre de l'exactitude, la rapidité et la simplicité des opérations en se servant des appareils à centrifuger.

« On verse goutte à goutte 10^{cc} de lait dans un tube en verre taré contenant une solution composée d'alcool à 65° acidifié par l'acide acétique.

« On laisse reposer pendant quelques instants, puis on centrifuge. Après décantation, on relave le précipité en le délayant dans 30^{cc} d'alcool à 50°. On centrifuge à nouveau et l'on décante. Les liquides ainsi obtenus sont recueillis et l'on dose le lactose par la liqueur de Fehling.

« L'extraction du beurre se fait sur le précipité provenant de l'opération précédente. On fait deux épuisements en ajoutant 2 cm.³ d'alcool à 96°, puis 30 cm. d'éther ordinaire. On centrifuge chaque fois pendant quelques minutes et l'éther est recueilli dans un vase taré à l'effet d'y être évaporé et l'on pèse le beurre après dessiccation.

« Il ne reste plus dans le tube du centrifugeur, que la caséine en poudre fine qui se dessèche rapidement à basse température. On la pèse dans le tube même du centrifugeur qui a été préalablement taré.

« On complète tous ces dosages en faisant les cendres sur 10 cm.³ de lait. »

Ce procédé d'analyse supprime toutes les filtrations et tous les épuisements, ainsi que la dessiccation longue et fastidieuse de la caséine. Une seule prise d'essai permet de faire tous les dosages dans le même tube par épuisement et précipitation successifs. Enfin, il suffit de très peu de lait pour en faire l'analyse.

On pourra employer cette méthode pour analyser les laits qui arrivent caillés au laboratoire. On devra alors évaluer le volume de l'échantillon, séparer ensuite au centrifugeur le caillé du petit lait et faire l'analyse complète sur chaque partie. On évitera alors l'emploi d'antiseptiques pour la conservation des laits soumis aux analyses légales.

LAIT DE BEURRE.

M. Meillière (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1895) a examiné un produit vendu sous le nom de *Lait de Beurre*, émulsion qui, par son aspect et sa saveur, rappelle le lait de vache.

Cet auteur donne, pour distinguer cette émulsion du lait, les caractères suivants :

Le lait de beurre ne se coagule pas ; jeté sur un filtre, il laisse écouler un liquide limpide ; abandonné à lui-même, il laisse déposer les matières émulsionnées que surnage un liquide clair.

Ce même auteur donne la composition de ces sortes de breuvage qu'il compare au lait de vache :

	Lait de beurre.	Lait de vache.
Résidu sec.....	48 ^{cc} à 76 ^{cc}	130 ^{cc}
Matières grasses.....	6 ^{cc} à 9 ^{cc}	40 ^{cc}
Sels anhydres.....	3 ^{cc} à 5 ^{cc} 60	7 ^{cc} 20
Degré saccharimétrique.....	8 à 12°	25°
Acide phosphorique (en phosphate de chaux).....	1 ^{cc} à 1 ^{cc} 30	3 ^{cc} 80
Azote total.....	1 ^{cc} 2 à 2 ^{cc} 30	5 ^{cc} 00
Densité.....	1020 à 1030	1031

Pour doser l'azote total, on traite, dans un ballon à fond rond de 400^{cc}, 10^{cc} de lait par 5^{cc} d'une solution à 30 o/o d'oxalate neutre de potasse et 10^{cc} SO⁴H² concentré pur : on conduit l'opération comme il est au procédé Kjeldahl (voir Farines), mais en ayant soin, lorsque la mousse devient abondante, de la faire tomber par addition de 5 à 10^{cc} d'alcool ajouté par petites portions.

Lorsque le liquide est complètement décoloré, on laisse le ballon refroidir, on lui ajoute 20^{cc} d'eau tiède, on agite pour avoir un liquide homogène, puis quelques gouttes de phtaléine du phénol, enfin de la lessive de soude jusqu'à coloration légèrement rose qu'on fait disparaître par addition de une à deux gouttes SO⁴H² à 1/5. On dose dans le liquide l'ammoniaque comme il est dit au procédé Kjeldahl (voir Farines).

Quant au phosphate de chaux, on le dose dans les cendres comme il est dit page 463 : 1^{cc} de solution d'azotate d'urane correspondant à 0^{cc}005 P²O⁵ correspond aussi à 0^{cc}0109 phosphate tricalcique.

CRÈME.

C'est la partie la plus grasse du lait, qui se sépare lorsqu'on laisse reposer celui-ci un certain temps ou lorsqu'on le soumet à une force centrifuge.

Suivant la teneur en matière grasse et la consistance de la crème, on distingue :

La crème simple, contenant 10 à 12 % de beurre ;

La crème double ou crème à fouetter, renfermant 30 % de matière grasse.

Pour l'analyser on doit prélever au moins 200^{cc} de la crème bien mélangée.

En général, le dosage de la matière grasse et l'examen des caractères organoleptiques suffisent pour apprécier le produit.

Le dosage de la matière grasse se fera comme dans le lait.

L'examen organoleptique ne devra décèler rien d'anormal (couleur, consistance, odeur, saveur).

L'emploi des agents conservateurs est interdit.

On recherchera enfin la gélatine.

Recherche de la gélatine. — On ajoute quelquefois, en été surtout, de la gélatine à la crème pour lui donner de la fermeté et une apparence de richesse.

Le procédé Stokes permet de décèler des traces de cette substance.

Dissoudre un peu de mercure dans deux fois son poids d' AzO^3H ($D = 1.42$). Après dissolution, diluer le liquide à 25 fois le volume obtenu, avec de l'eau distillée.

A environ 10^{cc} de cette solution, ajouter un volume égal de la crème à essayer et 20^{cc} d'eau froide. Agiter vigoureusement le mélange et l'abandonner à lui-même pendant cinq minutes, puis filtrer.

S'il existe une quantité notable de gélatine, il est impossible d'obtenir un liquide clair.

A la totalité ou à une partie du liquide filtré, ajouter un égal volume d'une solution aqueuse saturée d'acide picrique ; il se forme immédiatement un précipité jaunâtre plus ou moins abondant, suivant la quantité de gélatine.

CONSERVES DE LAIT.

On peut diviser les conserves de lait en trois classes :

1° Lait stérilisé ou pasteurisé : lait dont la conservation est rendue possible par l'emploi de la chaleur ;

2° Poudres et tablettes de lait, constituées par du lait évaporé et desséché et qui se dissolvent dans l'eau chaude en fournissant un liquide semblable au lait ;

3° Lait condensés, avec ou sans addition de sucre : ces lait sont généralement préparés par évaporation du lait dans le vide jusqu'à réduction au tiers de son volume primitif ; le plus souvent ces lait sont stérilisés.

1° *Lait stérilisé ou pasteurisé.* — L'analyse doit se faire sur un échantillon de 500^{cc} environ, elle s'effectuera comme celle du lait frais, mais l'expert doit porter son attention sur les substances conservatrices et anti-coagulantes, les sels métalliques (dans les cendres) et sur les examens microscopique et bactériologique. (Voir traités spéciaux.)

2° *Poudres et tablettes de lait.* — L'analyse exige un échantillon de 100 grammes ; on déterminera la matière grasse et l'eau en mélangeant ces substances avec de la poudre de verre ou du sable ; les cendres sont obtenues par calcination directe de la matière ; les autres déterminations se font sur la préparation dissoute dans dix fois son poids d'eau.

3° *Lait condensés.* — On divise les lait condensés en quatre groupes :

- 1) Lait condensés non sucrés ;
- 2) — — sucrés ;
- 3) — — en partie écrémés ;
- 4) — — écrémés et sucrés.

Voici la composition *moyenne* de ces différents lait :

	1	2	3	4
	—	—	—	—
Extrait.....	38.5	74.6	72.95	72.18
Matières grasses.....	10.	10.5	1.4	0.54
Lactose.....	14.66	14.90	12.5	16.4
Matières azotées.....	11.13	10.25	9.4	11.5
Cendres.....	2.5	1.97	2.3	1.9
Saccharose (par différence).	0	36.72	45.85	41.84

(PEARMAN et MOOR.)

Ces différents dosages s'effectuent de la façon suivante :

Extrait, eau, cendres. — Diluer le contenu de la boîte de lait de façon à obtenir (en volume) une solution à 1/10^e; en prélever 10^e, les placer dans une capsule en platine à fond plat tarée (soit A le poids de la capsule), évaporer au bain-marie jusqu'à pesées concordantes, porter sous l'exsiccateur, peser (soit A' ce poids).

Porter la capsule à l'entrée d'un moufle à incinérations, briser le charbon et faire blanchir les cendres au rouge sombre, après refroidissement sous l'exsiccateur, peser la capsule (soit A'' ce poids).

On a :

$$\begin{array}{lcl} \text{Extrait pour 100} & = & 100 (A' - A) \\ \text{Eau} & - & = [A' - (A + 1)] 100 \\ \text{Cendres} & - & = (A'' - A) 100. \end{array}$$

L'extrait ne doit fournir aucune coloration avec l'eau iodée (amidon); les cendres ne doivent pas faire effervescence avec les acides (CO³NaH).

Beurre. — Employer 10^e du lait dilué comme précédemment, doser la matière grasse par pesée. (Procédé Lecomte, voir page 412.)

Rapporter le poids de la matière grasse trouvée, à 100 grammes de conserve.

Dosage des sucres. — 1^{er} Procédé : Dissoudre 30 grammes du produit dans l'eau distillée chaude, laisser refroidir, étendre à 97^e et ajouter 33^e d'une solution de nitrate de mercure à 1/5 (voir procédé Patein, page 416). Lorsque la séparation de la caséine est complète, filtrer, prélever 10^e du liquide filtré, étendre à 100^e avec de l'eau distillée, y doser le lactose avec la liqueur cuivrique (voir pages 264 et 277).

D'autre part une portion du même liquide dilué est examiné au polarimètre. La déviation observée sera la somme des déviations produites à la fois par le lactose et le saccharose.

Comme on sait par l'opération précédente ce que le liquide renferme du premier de ces deux sucres, on trouve facilement par différence ce qu'il contient du second. (Voir saccharimétrie.)

2^e Procédé : Peser 10 grammes du produit, mélanger avec 4 grammes de SO⁴Ca hydraté, évaporer à sec en agitant pour éviter les grumeaux, pulvériser la masse desséché et l'épuiser par l'éther (on a ainsi la matière grasse).

Placer le produit épuisé dans un vase de bohême, l'additionner successivement de 200^{cc} d'eau chaude (non bouillante), et de 30^{cc} d'alcool à 60°, agiter, laisser refroidir, filtrer, laver le résidu à l'alcool fort jusqu'à ce qu'on obtienne 120 grammes de filtrat, partager le liquide en deux portions.

Déssécher l'une à 100° dans une capsule tarée, la différence de poids donne la totalité des matières sucrées et des matières minérales, incinérer et peser de nouveau. Le poids des cendres ainsi trouvé, retranché du poids trouvé préalablement = poids des matières sucrées.

Dans la deuxième portion, on dose le sucre de lait avec la liqueur cuivrique. Par différence on calcule les deux sucres. (Muter.)

LAIT DE FEMME.

Il faut environ 20° de lait pour faire une analyse complète et exacte.

10° pour l'extrait et les cendres ;

10° pour le beurre et le sucre.

Les dosages de l'extrait et des cendres se font comme il a été dit pour le lait de vache.

Pour doser le lactose, on doit toujours employer la liqueur cupro-alcaline, à cause de la faible quantité de lait dont on dispose et aussi de la difficulté qu'on éprouve à clarifier ce lait, enfin parce que ce lait renferme une substance non réductrice lévogyre dont on ne peut se débarrasser. On arrive à obtenir une clarification suffisante en ajoutant au lait du sulfate de soude cristallisé, puis du sous-acétate de plomb, on étend ensuite à 50°. (Voir aussi dosage du Lactose dans le lait, page 416, note 1.)

Le lait de femme ne diffère pas seulement de celui de vache par la proportion des éléments, mais aussi par sa réaction et la nature de sa caséine.

Contrairement au lait de vache, le lait de femme possède une réaction *très alcaline*.

La caséine du lait de vache est facilement coagulée par l'acide acétique, alors que celle du lait de femme ne l'est que difficilement. Il en est de même de la présure.

La composition moyenne est la suivante (Kœnig) :

Beurre.....	37.80	
Lactose (anhydre).....	62.10	Densité :
Matières albuminoïdes (caséine)...	22.90	1,030 à 1,034.
Sels.....	3.10	

Extrait à + 100°..... 125.90

M. Michel (*Union pharmaceutique*, 1898) a analysé de nombreux laits de femmes récemment et anciennement accouchées ; il donne les moyennes suivantes par litre :

	Lait âgé de 5 à 15 jours.	Lait âgé de 2 à 12 mois.
Densité.....	1032	1032.5
Eau.....	907.80	908.70
Extrait sec.....	124.11	123.80
Cendres.....	2.71	1.90
Beurre.....	30.20	34.68
Lactose hydraté.....	67.47	73.52
Azote total.....	2.65	1.83
Matières proteïques (1) [caséine]...	17.88	12.35
Matières extractives indéterminées..	5.85	1.35

Dans le cas où on ne possède que quelques centimètres cubes de lait, on emploiera la méthode suivante, due à M. le pharmacien-major Guillot :

DESCRIPTION DE LA MÉTHODE. — On prend deux filtres de Duren de 9 centimètres de diamètre, qu'on applique l'un dans l'autre, sur un petit entonnoir dont la douille est garnie d'un tampon de coton ; on les traite par la ligroïne et, après évaporation, par l'eau distillée bouillante, puis on fait sécher à l'étuve ; l'entonnoir est recouvert d'un verre de montre et, après refroidissement sous le dessiccateur, on pèse l'appareil à la balance de précision.

Densité — On mesure ensuite 2 centimètres cubes de lait à + 15 degrés, avec une pipette et on les verse avec précaution sur les filtres, de manière à ce qu'ils soient exactement imbibés. On recouvre rapidement du verre de montre et on pèse de nouveau : la différence donne le poids de 2 centimètres cubes de lait à + 15 degrés. Si on divise la moitié du poids ainsi obtenu par 0.99916, on a la densité du lait à + 15 degrés.

(1) Les matières proteïques ont été obtenues en multipliant le poids d'azote total dosé au kjeldahl par 6.75.

Extrait sec. — On porte l'appareil à l'étuve à 95 degrés, après avoir ajouté sur les parois des filtres quelques gouttes d'acide acétique dilué (six gouttes environ). La dessiccation est très rapide. On pèse l'appareil après refroidissement sous le dessiccateur et on constate que la dessiccation est complète lorsque deux pesées successives à la balance de précision sont identiques. La différence de poids de l'appareil vide et de l'appareil avec l'extrait donne le poids d'extrait de 2 centimètres cubes de lait.

Beurre. — L'extrait est lessivé sur les filtres mêmes par des affusions successives de ligroïne. Le tampon de coton situé dans la douille de l'entonnoir permet au dissolvant de ne s'écouler que lentement et d'arriver à un épuisement complet avec très peu de ligroïne.

L'épuisement est terminé quand le dissolvant qui s'écoule, reçu dans une capsule de verre, n'abandonne plus de résidu. On sèche à l'étuve et on pèse l'appareil après refroidissement : la différence de poids avec la pesée précédente représente le poids du beurre.

Lactose et sels solubles. — Les filtres, débarrassés du beurre, sont lessivés méthodiquement par de l'eau bouillante et les eaux de lavage reçues dans une éprouvette graduée en centimètres cubes, de 50 centimètres cubes de capacité, jusqu'à ce que l'on ait obtenu 23 centimètres cubes. L'appareil est porté à l'étuve et pesé après dessiccation et refroidissement : la différence de poids avec la pesée précédente donne le poids de la lactose et des sels solubles.

Les 23 centimètres cubes de liqueur sont ramenés au même volume, à + 15 degrés et on y ajoute 2 centimètres cubes de liqueur de sous-acétate de plomb, (sous-acétate de plomb liquide = 1 centimètre cube et eau distillée Q. S. p. 10 centimètres cubes), de manière à obtenir 25 centimètres cubes ; on agite, on laisse reposer et on filtre. Dans cette liqueur, on dose la lactose au polarimètre ou à la liqueur de Fehling. Ayant le poids du lactose, on a celui des sels solubles par différence.

Cendres. — Pour obtenir le poids des cendres totales, on détache les deux filtres de l'entonnoir et on les calcine dans une capsule de platine tarée. La capsule est pesée de nouveau ; la différence de poids, diminuée du poids connu des cendres

des deux filtres, donne le poids des sels insolubles. La somme des poids trouvés des sels solubles et des sels insolubles donne le poids des cendres.

Matières albuminoïdes totales. — On a le poids des matières albuminoïdes totales : caséine, albumine et lactoprotéine, en retranchant du poids de l'extrait la somme des poids de beurre, de lactose et des cendres.

La rapidité des opérations dans cette méthode est due :

- 1° A la faible quantité de lait sur laquelle on opère ;
- 2° Aux deux filtres de papier, qui multiplient les surfaces d'évaporation pour l'obtention de l'extrait, ou de contact pour l'épuisement par les dissolvants.

La précision des résultats provient de ce que tous les chiffres sont déterminés au dixième de milligramme près, ce qui donne une approximation très suffisante quand on rapporte au litre les résultats obtenus avec 2 centimètres cubes de lait.

Voici un exemple de cette méthode :

Densité du lait. — Masse 50 grammes.

Appareil vide et sec.

Equilibre entonnoir + tampon de ouate + 2 filtres de 9 cm. + verre de montre	16 ⁸⁸ 807
Equilibre entonnoir + tampon de ouate + 2 ^{de} de lait.....	14 8214
	2 0593
Poids de 2 ^{de} de lait.....	2 0593
— de 1 ^{er} — =	1 ^{er} 02965

$$\text{d'où : Densité} = \frac{1.02965}{0.99916} = 1.0305.$$

Extrait sec. — Masse 50 grammes.

Equilibre appareil vide et sec.....	16 ⁸⁸ 807
— — + extrait à 95°.....	15 6158
	0 ^{er} 2649

d'où : Extrait sec, par litre de lait = 132^{er}45.

Beurre. — Masse 50 grammes.

Equilibre appareil après lessivage par ligroïne.....	16 ⁸⁸ 6902
— — + extrait sec à 95°.....	16 6158
	0 ^{er} 0744

d'où : Beurre, par litre de lait = 37^{er}2.

Lactose et sels solubles. — Masse 50 grammes.

Equilibre appareil après lessivage par eau.....	16 ⁸⁸ 8020
— — après lessivage par ligroïne.....	16 6902
	0 ^{er} 1118

Lactose + sels solubles de 2^{de} de lait. = 0^{er}1118

Dosage du lactose au polarimètre. — Les 25 centimètres cubes de liqueur sont examinés au polarimètre au tube de 20 centimètres. On trouve, comme déviation, 1,9 saccharimétrique ; donc la liqueur contient, par litre :

$$2^{\circ}074 \times 1,9 = 3,9406 \text{ de lactose}$$

ou 0^o098515 pour les 25^o correspondant à 2^o de lait :

$$\text{Lactose + sels solubles de 2}^{\circ} \text{ de lait} \dots\dots\dots = 0^{\circ}1118$$

$$\text{Lactose de 2}^{\circ} \text{ de lait} \dots\dots\dots = 0 \text{ } 0985$$

$$\text{Sels solubles de 2}^{\circ} \text{ de lait} \dots\dots\dots = 0^{\circ}0133$$

d'où : Lactose = 49^o257 par litre de lait ;

et Sels solubles = 6^o65 —

Cendres. — Masse 20 grammes.

$$\text{Equilibre capsule de platine vide} \dots\dots\dots 9^{\circ}7462$$

$$\text{— — + cendres des filtres enlevés de l'entonnoir. } 9 \text{ } 7432$$

$$\text{Cendres} = 0 \text{ } 0030$$

$$\text{Cendres de 2 filtres de Duren de 9 cm.} \dots\dots 0 \text{ } 00030$$

$$\text{Poids des sels insolubles pour 2}^{\circ} \text{ de lait} = 0^{\circ}00270$$

d'où : Sels insolubles = 1^o35 par litre de lait.

$$\text{Sels solubles} \dots\dots\dots = 6^{\circ}65$$

$$\text{— insolubles} \dots\dots\dots = 1 \text{ } 35$$

$$\text{Cendres totales} \dots\dots\dots = 8^{\circ}00 \text{ par litre de lait.}$$

Matières albuminoïdes totales :

	Par litre de lait.
Beurre.....	= 37 ^o 20
Lactose.....	= 49 257
Cendres.....	= 8 00
	94 457
Extrait sec.....	132 45
	94 457
Matières albuminoïdes totales.....	= 37 ^o 993

V. FROMAGES.

Les fromages se divisent en deux groupes :

1^o Les fromages mous, dont la maturation est commencée, à la surface, par les moisissures.

Ils sont caractérisés :

- a) Par l'acidité de la pâte ;
- b) Par les moisissures de la croûte ;
- c) Par la fluidité de la caséine (le fromage coule).

Dans ces fromages, la maturation se produit de la périphérie au centre.

Les fromages mous comprennent :

Les fromages frais (fromages russes, bondons, demi-sel, etc...);

Les fromages affinés (Brie, Camembert, Coulommier, Pont-l'Evêque, Munster, Livarot, etc...).

Les premiers sont fabriqués avec du lait écrémé, ils renferment donc peu de beurre et beaucoup de caséine, il faut en excepter cependant le fromage suisse, qui est fabriqué avec de la crème pure.

Les fromages affinés sont préparés avec du lait entier. Leur nom provient de ce qu'on leur fait subir l'affinage qui a pour but de transformer la caséine solide et insoluble en un produit onctueux, mou et soluble.

2° Fromages durs sur lesquels il ne se développe aucune végétation cryptogamique et qui sont envahis par des bactéries anaérobies.

Ils sont caractérisés :

- a) Par l'alcalinité de la pâte ;
- b) Par leur croûte dure et sèche sans moisissures ;
- c) Par leur caséine solide.

Dans ces fromages la maturation se fait en même temps dans toute la masse.

Les fromages durs comprennent :

Les fromages pressés, salés (Roquefort, Gex, etc.) ou non (Hollande, Cantal) ;

Les fromages cuits et pressés (Gruyère, Port-Salut, etc...).

L'analyse d'un fromage comprend :

- 1° L'analyse chimique ;
- 2° L'examen microscopique.

L'analyse chimique comporte les dosages suivants :

Humidité. — Peser 5 grammes de fromage dans une capsule tarée et le désagréger avec de l'alcool absolu de façon à l'émietter, porter à l'étuve à 110° pendant 4 heures au moins.

Multiplier la perte du poids par 20.

Les fromages affinés renferment environ 50 % d'eau ; les fromages cuits et pressés en renferment de 30 à 40 %.

Cendres. — Incinérer le fromage desséché provenant de l'opération précédente en ayant soin de ne pas dépasser le rouge sombre. Dans les cendres doser le chlore. (Voir lait.)

Matière grasse. — Procédé Lezé : peser 10 grammes de fromage, diviser cette prise aussi bien que possible et la faire macérer avec 200^o HCL porter au bain-marie, refroidir et filtrer sur un papier mouillé sans plis, laver à l'eau froide puis à l'eau chaude jusqu'à ce que l'eau du lavage s'écoule à peine acide, laisser sécher le filtre, l'imprégner d'alcool absolu et dissoudre la matière grasse dans l'éther, recueillir le dissolvant dans une capsule tarée, évaporer, sécher à 100^o et peser, multiplier le poids trouvé par 10.

On peut encore prendre 5 à 10 grammes de fromage, les broyer dans un mortier avec 2 fois leur poids de CaSO⁴ anhydre, jusqu'à ce que le fromage soit finement pulvérisé et bien mélangé ; puis épuiser la masse par l'éther pendant 15 heures.

La graisse ainsi obtenue sera soumise à la saponification comme un échantillon de beurre, pour rechercher si cette matière grasse présente bien les caractères du beurre. 5 grammes de beurre de fromage donnent généralement à la distillation un liquide qui exige de 25 à 26^o de potasse normale décime (acides volatils) pour sa saturation.

Caséine. — On la dose généralement par différence. Le poids d'azote total (déterminé sur 0^r50 de fromage), multiplié par 6,33 donne la caséine totale.

COMPOSITION DES PRINCIPAUX FROMAGES (Balland).

Ce tableau a été dressé de la façon suivante :

L'azote total a été dosé par la méthode Kjeldahl ; le poids trouvé multiplié par 6,25 a fourni le poids des matières azotées. (La caséine contenant 15,80 % d'azote, ce coefficient devrait être 6,33, pour calculer la caséine.)

Les matières extractives obtenues par différence ne représentent donc pas seulement le sucre de lait et l'acide lactique, mais aussi une petite quantité de caséine.

(BALLAND, *Revue du Service de l'Intendance*, Nov. 1898.)

	Eau.	Matières azotées.	Matières grasses.	Mat. extrac.	Cen- dres.
Fromage de Bourgogne.....	29.50	28.84	38.55	1.65	1.46
— Brie.....	48.80	19.94	22.45	4.85	9.48
— Camembert.....	49.00	18.72	21.65	5.95	4.68
— Cantal.....	28.50	28.38	34.20	4.46	4.56
— Chester.....	22.60	27.16	39.50	6.80	3.94
— Coulommiers...	50.40	17.41	20.45	4.80	6.94
— Crème, dit Suisse	49.00	7.20	40.47	3.08	0.25
— Gruyère.....	27.50	33.89	33.32	1.50	3.79
— —.....	31.70	36.06	26.95	1.79	3.50
— Hollande.....	37.90	27.32	25.90	4.08	4.80
— Livarot.....	33.80	31.76	21.95	8.05	4.44
— Munster.....	45.40	16.86	25.90	6.88	4.96
— Rocquefort.....	28.90	25.16	38.30	3.00	4.64
— Pont-l'Evêque...	46.40	20.32	25.00	6.68	1.60

VI

Matières Féculentes et leurs Dérivés

*Farines, Farine lactée, Pain et Pain d'Epices,
Semoule et Pâtes alimentaires, Pâtisseries,
Fécules.*

F A R I N E S

La farine est une poudre plus ou moins fine, obtenue par la mouture, selon différents procédés, de diverses graines, mais surtout des graines de céréales.

Les matières premières employées pour fabriquer la farine sont surtout le froment et le seigle ; puis viennent, parmi les céréales, l'orge, l'avoine, le maïs et le riz ; parmi les légumineuses les pois, les haricots, les lentilles ; enfin le blé noir ou sarrazin.

La farine des céréales est constituée par le tissu nutritif de la graine (albumen, endosperme) ; celle des légumineuses provient surtout de l'embryon ou de ses cotylédons.

FARINE DE FROMENT.

L'analyse de la farine comprend :

- 1° *La Détermination des caractères organoleptiques ;*
- 2° *L'analyse chimique proprement dite ;*
- 3° *La recherche des falsifications, des avaries et des altérations.*

1° Détermination des caractères organoleptiques.

La mouture à cylindres, presque exclusivement en usage aujourd'hui, fabrique, à l'aide d'un mélange de plusieurs espèces de blé, cinq types de farines diverses, blutées, débarrassées du son, ce sont :

La farine supérieure, qui sert à la fabrication des gâteaux et de la pâtisserie.

La farine première
— *seconde*
— *troisième* } qui servent à la panification.

La farine basse (mélange de farines grise et bise), utilisée pour l'alimentation des animaux.

Ces diverses sortes de farines se reconnaissent à la blancheur. L'appareil Pekar permet de constater le degré de blancheur et de pureté, et de comparer entre elles les différentes farines. (Voir plus loin.)

Une farine de bonne qualité est douce et liante au toucher (farines premières de blé tendre) ou sèche (farines bises) ; elle fait pelote lorsqu'on la serre entre les mains lorsqu'elle n'a que quatre mois au plus de mouture, une vieille farine ne fait pas pelote (elle fuit entre les doigts) ; une farine altérée renferme dans sa masse des grumeaux durs — marrons ou pelotes — au centre desquels on aperçoit des moisissures. Son odeur est franche, rappelant celle de la noisette (une odeur désagréable, rance ou moisie, indique une farine ancienne) ; sa saveur est agréable, *sui generis* (une saveur acide, rance, amère, le goût de vieux, indique une farine altérée ou ancienne ; une saveur de *pierre à fusil* indique une mouture brûlée, due au rapprochement des meules lors de la mouture).

2° Analyse chimique.

L'analyse *sommaire* d'une farine de froment comprend :

- 1° Le dosage de l'eau ;
- 2° — de l'acidité ;
- 3° — du gluten humide (et examen de son élasticité) ;
- 4° Le dosage du gluten sec ;
- 5° — de l'eau d'hydratation du gluten.

L'analyse *complète* comprend en outre :

- 1° Le dosage des cendres ;
- 2° — de la matière grasse ;
- 3° — de l'amidon et de la dextrine ;
- 4° — de l'azote et des matières azotées ;
- 5° — de la cellulose ;
- 6° La détermination de la valeur boulangère de la farine.

A) ANALYSE SOMMAIRE.

Eau. — Peser 10 grammes de farine dans un flacon à fond plat taré et pouvant être bouché à l'émeri ; porter à l'étuve à glycérine, en le couchant dans le sens de la longueur, chauffer progressivement jusqu'à 105° ; laisser à cette température pendant sept heures, peser, multiplier la perte de poids par 10. La bonne farine renferme en moyenne 13 à 14 % : (Maximum 15,5 %). Si la proportion d'eau atteint 16 %, il y a lieu de supposer que la farine a été préparée avec des blés mouillés et qu'elle ne pourra se conserver.

Acidité. — Peser 5 grammes de farine, l'introduire dans un petit flacon à large ouverture, bouché à l'émeri. Ajouter 25^{cc} d'alcool à 90° parfaitement neutre, agiter de temps à autre, laisser reposer 12 heures ; prélever 10^{cc} du liquide surnageant, les placer dans un verre avec une goutte de teinture de curcuma (obtenue en faisant macérer quelques jours un gramme de racine de curcuma pulvérisé dans 10 grammes d'alcool à 60°) et doser l'acidité à l'aide d'une solution alcoolique de soude normale 1/20 jusqu'à *teinte brune* (1).

Tenir compte, s'il y a lieu, de l'acidité de 10^{cc} d'alcool employé et retrancher son acidité de l'acidité totale trouvée.

Multiplier l'acidité trouvée dans 10^{cc} du liquide par 2,5 pour rapporter à 5 grammes de farine. Multiplier enfin ce résultat par 20, pour rapporter l'acidité à 100 grammes de farine. L'acidité varie avec le taux de blutage, l'âge de la farine ; les farines premières de boulangerie renferment de 0,015 à 0,040 % d'acidité (en SO⁴H²).

Gluten humide et gluten sec. — A) *Gluten humide* : Faire une pâte avec 33^{cc}33 de farine et 15 à 18^{cc} d'eau ; la laisser au repos pendant une demi-heure ; puis procéder au lavage du pàton à la main en se plaçant sous un mince filet d'eau et au-dessus d'un tamis à mailles serrées, pour éviter

(1) Cette solution s'obtient en dissolvant 1 gr. 55 de soude caustique pure dans 1000 cc. d'alcool à 60° ; on la titre avec une solution $\frac{1}{20}$ normale d'acide sulfurique, obtenue en ajoutant à 50 cc. de solution normale d'acide sulfurique quantité suffisante d'eau distillée pour avoir à + 15° le volume de 1000 cc. (Voir documents physico-chimiques.)

$$1 \text{ cc. solution de soude } \frac{N}{20} = 0 \text{ gr. } 00245 \text{ SO}^4\text{H}^2.$$

toute perte de gluten. Laver en comprimant la masse, jusqu'à ce que l'eau de lavage s'écoule très claire et ne colore plus l'eau iodée; rassembler les débris de gluten tombés sur le tamis, exprimer pour se débarrasser de l'eau retenue mécaniquement, peser et multiplier par 3 le nombre trouvé, pour avoir la teneur de gluten humide pour 100.

Lorsque la quantité de gluten est inférieure au taux normal, on recommence le dosage d'après les indications suivantes :

Faire un pâton avec 50 grammes de farine et 20 à 25 grammes d'eau; laisser ce pâton au repos pendant 25 minutes, puis le partager en deux parties égales; retirer le gluten de l'une immédiatement, et celui de l'autre une heure après. Dans les deux cas, peser le gluten après l'avoir fortement serré dans la main dès que l'eau de lavage s'écoule claire; continuer le lavage pendant 5 minutes et peser de nouveau. On a ainsi trois données dont le total représente la moyenne du gluten pour 100 grammes de farine. (Balland, *Revue du service de l'intendance*, 1893.)

La quantité de gluten humide contenue dans une farine est assez variable, elle peut descendre jusqu'à 20 % et monter jusqu'à 50 %; la moyenne dans les bonnes farines premières est de 22 à 28 %. Les farines dures renferment plus de gluten que les mitadines et celles-ci plus que les tendres.

Examen de l'élasticité du gluten. — M. Boland a imaginé un appareil nommé *aleuromètre* (fig. 44), qui permet de reconnaître la qualité du gluten contenu dans une farine. Il se compose d'un cylindre creux,

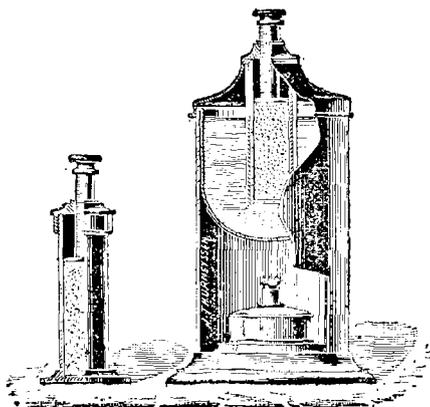


Figure 44.

fermé à sa partie inférieure par une sorte de capsule en cuivre, vissée, pouvant contenir 15 grammes de gluten frais. Une tige en cuivre graduée en vingt-cinq parties, terminée par une petite plaque circulaire, descend au tiers du cylindre et peut en sortir par la partie supérieure, opposée à la capsule, de sorte que celle-ci étant chargée, il se trouve entre et la base de la tige mobile un espace vide, dont la hauteur représente 25° de la tige. Cet appareil est porté à une température de 150°, à l'aide d'un bain d'huile de pied de bœuf. A cette température, le gluten se gonfle, il s'élève dans le cylindre, atteint bientôt la tige graduée, qu'il soulève. La hauteur à laquelle s'élève la tige graduée indique le développement du gluten par la cuisson, c'est-à-dire mesure son pouvoir panifiable.

Pour pratiquer un essai on allume la lampe à alcool et on introduit un thermomètre dans le tube de cuivre ; on laisse la température s'élever à 150°, on retire le thermomètre, et on le remplace par le tube creux dans la capsule duquel on a introduit 7 grammes de gluten humide obtenu par le procédé décrit précédemment, et roulé dans de l'amidon ou dans de la fécule pour qu'il n'adhère pas à la capsule qu'on a soin du reste de graisser dans toutes ses parties. L'aleuromètre introduit dans le bain d'huile, on laisse encore brûler la lampe pendant dix minutes, puis après dix autres minutes, on retire le gluten après avoir lu sur la tige du piston le nombre de degrés qui sont sortis du tube. Pendant l'opération, le gluten, sous l'influence de l'eau qui s'est réduite en vapeur, s'est dilaté et s'est moulé dans le cylindre de l'aleuromètre : dans son développement il a parcouru d'abord l'espace vide de 25 degrés qui le séparait du piston, puis a soulevé celui-ci d'une quantité d'autant plus grande que son pouvoir de dilatation est plus considérable ; on retire donc de l'instrument un cylindre de gluten qui représente exactement le squelette du pain qu'il pourrait former. Si le gluten n'atteint pas le piston et par conséquent ne se dilate pas de 25 degrés, la farine doit être considérée comme impropre à la panification.

B) *Gluten sec.* — Prélever un des pâtons de gluten humide précédemment obtenus, le placer à l'étuve à 100-105° pendant deux heures et demie sur un verre de montre légèrement vaseliné. Au bout de ce temps couper le gluten en tranches minces au moyen d'un canif, puis le replacer à l'étuve pendant 10-11 heures à 100-105° dans un vase taré.

On pèse le vase après refroidissement : on rapporte le poids de gluten sec à 100 grammes de farine.

Le poids du gluten sec est approximativement le 1/3 de celui du gluten humide.

La différence entre les poids de gluten humide et de gluten sec représente le poids de l'eau d'hydratation du gluten, on la rapporte à 100 grammes de gluten. La proportion de cette eau est de 68 à 72 % de gluten dans les farines premières de boulangerie, elle est de 60 à 65 % dans les farines secondes.

B) ANALYSE COMPLÈTE.

- Eau. (Voir page 460);
- Acidité. (Voir page 460);
- Gluten humide. (Voir page 461);
- Gluten sec. (Voir page 462);
- Eau d'hydratation du gluten. (Voir page 462).

Cendres. — Peser 5 grammes de farine dans une capsule en porcelaine tarée (éviter l'emploi du platine), chauffer graduellement au moufle pendant deux heures au rouge sombre (ne pas atteindre le rouge vif), peser après refroidissement sous l'exsiccateur; multiplier le résultat par 20 pour rapporter les cendres à 100 grammes de farine.

Les farines premières de boulangerie laissent de 0.40 à 0.60 % de cendres.

Si le poids des cendres est supérieur à 2 %, il y a lieu d'y rechercher les substances étrangères. (Voir Recherche des Falsifications.)

Dans les cendres on peut doser les phosphates.

On attaque les cendres dans un creuset en porcelaine par HCL étendu, on évapore la liqueur à sec au bain de sable, on reprend le résidu par l'eau aiguillée d'HCL, on filtre et on lave.

La liqueur filtrée réunie aux eaux de lavage est traitée par la solution citro-magnésienne suivante (Joulié):

Acide citrique.....	40 grammes	
Carbonate de magnésie....	4 —	(de magnésie 2 grammes).
Eau distillée.....	50 —	

Dissoudre et ajouter :

Ammoniaque.....	60 centimètres cubes.
Eau distillée.....	q. s. pour 150 ^{cc} .

Laisser déposer 48 heures, filtrer.

On agite et on laisse déposer; on filtre après 12 heures. L'acide phosphorique du précipité formé peut être déterminé de deux façons :

1° *En poids.* — En transformant le précipité précédent en pyrophosphate de magnésie (Voir Sel marin). Le poids de pyrophosphate de magnésie $\times 0,63964 = P^2O^5$ (r).

2° *En volumes.* — Le filtre et son précipité sont introduits dans une capsule de porcelaine, on y ajoute de l'eau acidulée renfermant un dixième de son poids d' AzO^3H , on agite, le précipité se dissout; on sature l'acidité de la solution avec de l'ammoniaque très étendu, puis on ajoute une ou deux gouttes AzO^3H pour rendre de nouveau la liqueur acide; on verse alors 10^{cc} de la solution acéto-acétique, on titre alors à la liqueur d'urane. (Voir Documents Physico-chimiques.)

Méthode de M. Fleurent (*Annales de chimie analytique*, janvier 1905).
— Si la matière contient une proportion exagérée d'humidité, elle est

(1) 1 gr. Pyrophosphate de magnésie correspond à 1 gr. 396 de Phosphate tricalcique.

préalablement desséchée et réduite en poudre; sinon, elle est employée telle qu'elle, dans un état de division favorable à l'attaque. On en pèse alors 10 ou 20 grammes, qu'on introduit dans une fiole conique de 300^{cc} de capacité, et on les recouvre avec 50 ou 100^{cc} d'acide azotique fumant ($D = 1,48$). On chauffe tout d'abord avec précaution, en agitant doucement la fiole d'un mouvement circulaire, de façon à abattre la mousse qui se forme par suite d'un abondant dégagement gazeux et à empêcher la masse de déborder; on continue l'évaporation jusqu'à ce qu'il reste sur le fond de la fiole quelques millimètres d'épaisseur de liquide; on achève ensuite l'évaporation à siccité à l'étuve à 110-120°; on verse sur le résidu 15 à 20^{cc} de SO^4H^2 (mélange de 2/3 acide à 66° et 1/3 acide fumant); on ajoute 1 gramme de mercure et l'on termine l'attaque en suivant la méthode de Kjeldahl.

L'attaque terminée, on étend avec précaution au moyen de l'eau distillée, et l'on sature, en refroidissant, SO^4H^2 par l'ammoniaque; on transvase la liqueur dans un vase à précipiter, on lave le vase et le filtre en employant, comme eau de lavage, le mélange suivant :

Ammoniaque.....	500 ^{cc}
Chlorhydrate d'ammoniaque.....	200 ^{cc}
Eau distilléeq. s. pour faire	1 litre.

On précipite par la liqueur citro-magnésien et l'on termine le dosage à la manière ordinaire.

Matières grasses. — Dans un tube ordinaire en verre de 25 centimètres de long étiré en pointe à son extrémité inférieure, et placé sur un support au-dessus d'une capsule en verre tarée, introduire un petit tampon de coton desséché et par-dessus en tassant convenablement 5 grammes de farine *non desséchée*, verser rapidement 15 à 20^{cc} d'éther à 65° ou de ligroïne, boucher de suite l'ouverture supérieure avec un bouchon de liège, laisser en contact trois heures; enlever le bouchon pour laisser l'éther s'écouler dans la capsule, laver de nouveau le contenu du tube avec 8 à 10^{cc} d'éther, évaporer l'éther à l'air libre, constater l'odeur de la matière grasse; porter la capsule à l'étuve pendant une heure, peser, multiplier le poids trouvé par 20 pour rapporter à 100 grammes de farine.

La qualité d'une farine est en raison inverse de sa teneur en matière grasse, plus une farine est vieille plus elle est pauvre en matière grasse; la moyenne pour les farines premières de boulangerie est de 0.74 à 1 %.

Amidon et dextrines. — On opère sur la farine débarrassée de sa matière grasse au moyen de l'éther.

Trois grammes de farine mêlée à 50^{cc} d'eau, sont chauffés pendant cinq heures à 120°-125° dans un flacon à pression

de Lintner (1); on filtre à la trompe, on lave avec 150^{cc} d'eau, on introduit alors les liquides filtrés dans un ballon de 500^{cc} et on y ajoute 20^{cc} HCL (D = 1.125); on fait bouillir pendant trois heures, après avoir adapté au flacon un réfrigérant à reflux. On laisse refroidir, on ajoute q. s. d'une solution à 5 % de Co³Na³ pour neutraliser, on étend à 300^{cc} avec de l'eau distillée et on titre sur 20^{cc} de cette solution le glucose formé, soit par la méthode volumétrique, soit par la méthode pondérale. (Voir saccharimétrie.)

$$220 \text{ CuO} = 100 \text{ glucose} = 90 \text{ d'amidon}$$

Le résultat en amidon est multiplié par 500 pour obtenir le poids d'amidon pour cent de farine.

La Table LVII permet de calculer le poids d'amidon ou de dextrine d'après le poids de cuivre réduit (2).

Azote total et matières azotées (Méthode de Kjeldahl). — Dans un ballon de 200^{cc} environ de capacité, à long col, dont on a supprimé la bague, introduire 0^{gr}20 de farine, 0^{gr}50 de mercure et 20^{cc} d'acide sulfurique pur concentré exempt de composés nitreux.

Chauffer sur une petite flamme de gaz sans atteindre l'ébullition, jusqu'à dissolution de la matière (ce qui demande une demi-heure environ) puis provoquer une légère ébullition, après avoir légèrement incliné et recouvert le flacon d'une boule de verre ou d'un entonnoir; maintenir l'ébullition jusqu'à ce que la liqueur soit devenue *jaune paille et limpide*; à ce moment on laisse refroidir, puis on ajoute avec *une extrême précaution*, de petites quantités d'eau distillée, jusqu'à ce qu'on ait obtenu le volume de 100^{cc} environ; transvaser le liquide dans un ballon de un litre, laver à trois ou quatre reprises le petit ballon avec de l'eau distillée, ajouter cette eau au liquide déjà contenu dans le flacon de 1 litre.

Ajouter au liquide du grand ballon quelques gouttes d'une solution de phthaléine du phénol et une lessive de soude à 36° B jusqu'à colora-

(1) Si on ne dispose pas de flacon à pression, on opère plus rapidement de la façon suivante :

On prend 2 grammes de farine, on les introduit dans une fiole en verre épais avec 50cc. So⁴H² dilué à 1 0/10; on bouche hermétiquement, et on chauffe pendant 1 heure 1/2 à 120° dans un bain d'huile. Après refroidissement, on ouvre la fiole, on filtre son contenu, on lave le résidu resté sur le filtre; on neutralise par la soude le liquide filtré, on complète son volume à 200cc., on dose le glucose dans cette solution.

(2) Pour un dosage approximatif, le liquide trouble provenant de la lixiviation du gluten est abandonné au repos, pendant 24 heures, dans une capsule ou dans un grand verre à expériences. On décante la partie claire, et on verse ensuite l'amidon dans une capsule tarée; on le dessèche, on le pèse, on calcule la proportion p. 100. Ce procédé est rapide, mais très approximatif.

Table LVII, fournissant le poids d'amidon

(Extrait de l'ouvrage de Kœnig : Die

CUIVRE mg.	AMIDON OU DEXTRINE mg.								
10	5.5	56	25.9	402	46.7	148	67.9	194	89.5
11	5.9	57	26.4	103	47.2	149	68.4	195	90.0
12	6.4	58	26.8	104	47.6	150	68.9	196	90.3
13	6.8	59	27.3	105	48.1	151	69.3	197	91.0
14	7.3	60	27.7	106	48.6	152	69.8	198	91.4
15	7.7	61	28.2	107	49.1	153	70.3	199	91.8
16	8.1	62	28.6	108	49.5	154	70.7	200	92.3
17	8.6	63	29.1	109	50.0	155	71.2	201	92.8
18	9.0	64	29.5	110	50.4	156	71.6	202	93.3
19	9.5	65	30.0	111	50.9	157	72.1	203	93.8
20	9.9	66	30.4	112	51.3	158	72.6	204	94.3
21	10.4	67	30.9	113	51.8	159	73.1	205	94.8
22	10.8	68	31.3	114	52.2	160	73.5	206	95.2
23	11.3	69	31.8	115	52.7	161	74.0	207	95.7
24	11.7	70	32.2	116	53.2	162	74.5	208	96.2
25	12.2	71	32.7	117	53.6	163	75.0	209	96.7
26	12.6	72	33.1	118	54.1	164	75.4	210	97.1
27	13.1	73	33.6	119	54.5	165	75.9	211	97.6
28	13.5	74	34.0	120	55.0	166	76.3	212	98.1
29	14.0	75	34.5	121	55.4	167	76.8	213	98.6
30	14.4	76	34.9	122	55.9	168	77.3	214	99.0
31	14.9	77	35.4	123	56.3	169	77.8	215	99.5
32	15.3	78	35.8	124	56.8	170	78.2	216	100.0
33	15.8	79	36.3	125	57.3	171	78.7	217	100.4
34	16.2	80	36.7	126	57.8	172	79.1	218	100.9
35	16.7	81	37.2	127	58.2	173	79.6	219	101.4
36	17.0	82	37.6	128	58.7	174	80.1	220	101.9
37	17.5	83	38.1	129	59.1	175	80.6	221	102.4
38	17.9	84	38.6	130	59.6	176	81.0	222	102.9
39	18.4	85	39.1	131	60.0	177	81.5	223	103.3
40	18.8	86	39.5	132	60.5	178	82.0	224	103.8
41	19.3	87	40.0	133	60.9	179	82.4	225	104.3
42	19.7	88	40.4	134	61.4	180	82.9	226	104.8
43	20.2	89	40.9	135	61.9	181	83.4	227	105.2
44	20.6	90	41.3	136	62.4	182	83.8	228	105.7
45	21.1	91	41.8	137	62.8	183	84.3	229	106.2
46	21.5	92	42.2	138	63.3	184	84.8	230	106.7
47	22.0	93	42.7	139	63.7	185	85.2	231	107.1
48	22.4	94	43.1	140	64.2	186	85.7	232	107.6
49	22.9	95	43.6	141	64.6	187	86.2	233	108.1
50	23.3	96	44.0	142	65.1	188	86.7	234	108.6
51	23.8	97	44.5	143	65.6	189	87.1	235	109.1
52	24.2	98	44.9	144	66.1	190	87.6	236	109.6
53	24.7	99	45.4	145	66.5	191	88.1	237	110.1
54	25.1	100	45.8	146	67.0	192	88.6	238	110.6
55	25.5	101	46.3	147	67.4	193	89.1	239	111.1

d'après le poids de cuivre réduit, d'après Wein.

Menschlichen Nahrungs-und Genussmittel).

CUIVRE mg.	AMIDON OU DEXTRINE mg.								
240	111.5	286	134.0	332	156.8	378	180.2	424	204.2
241	112.0	287	134.5	333	157.3	379	180.7	425	204.7
242	112.5	288	135.0	334	157.8	380	181.3	426	205.2
243	113.0	289	135.5	335	158.3	381	181.8	427	205.7
244	113.4	290	135.9	336	158.8	382	182.3	428	206.3
245	113.9	291	136.4	337	159.3	383	182.8	429	206.8
246	114.4	292	136.9	338	159.8	384	183.3	430	207.4
247	114.8	293	137.4	339	160.3	385	183.8	431	207.9
248	115.3	294	137.9	340	160.8	386	184.3	432	208.5
249	115.8	295	138.4	341	161.3	387	184.9	433	209.0
250	116.3	296	138.9	342	161.8	388	185.4	434	209.5
251	116.8	297	139.4	343	162.3	389	185.9	435	210.0
252	117.3	298	139.9	344	162.8	390	186.4	436	210.5
253	117.7	299	140.4	345	163.4	391	186.9	437	211.0
254	118.2	300	140.9	346	163.9	392	187.5	438	211.6
255	118.7	301	141.4	347	164.4	393	188.0	439	212.1
256	119.2	302	141.9	348	164.9	394	188.5	440	212.7
257	119.7	303	142.4	349	165.4	395	189.0	441	213.1
258	120.2	304	142.9	350	165.9	396	189.5	442	213.7
259	120.7	305	143.4	351	166.4	397	190.0	443	214.3
260	121.2	306	143.9	352	166.9	398	190.5	444	214.8
261	121.6	307	144.4	353	167.4	399	191.1	445	215.3
262	122.1	308	144.9	354	167.9	400	191.6	446	215.9
263	122.6	309	145.4	355	168.4	401	192.2	447	216.4
264	123.1	310	145.8	356	168.9	402	192.7	448	216.9
265	123.6	311	146.3	357	169.5	403	193.2	449	217.5
266	124.0	312	146.8	358	170.0	404	193.7	450	218.0
267	124.5	313	147.3	359	170.5	405	194.2	451	218.5
268	124.9	314	147.8	360	171.0	406	194.8	452	219.1
269	125.5	315	148.3	361	171.5	407	195.3	453	219.6
270	126.0	316	148.8	362	172.0	408	195.8	454	220.1
271	126.5	317	149.3	363	172.5	409	196.3	455	220.6
272	127.0	318	149.8	364	173.1	410	196.8	456	221.1
273	127.5	319	150.3	365	173.6	411	197.4	457	221.7
274	128.0	320	150.8	366	174.1	412	197.9	458	222.2
275	128.5	321	151.3	367	174.6	413	198.4	459	222.7
276	129.0	322	151.8	368	175.1	414	198.9	460	223.3
277	129.5	323	152.3	369	175.7	415	199.4	461	223.8
278	130.0	324	152.8	370	176.1	416	200.0	462	224.4
279	130.5	325	153.3	371	176.6	417	200.5	463	224.9
280	131.0	326	153.8	372	177.1	418	201.0		
281	131.5	327	154.3	373	177.7	419	201.5		
282	132.0	328	154.8	374	178.2	420	202.1		
283	132.5	329	155.3	375	178.7	421	202.6		
284	133.0	330	155.8	376	179.2	422	203.1		
285	133.5	331	156.3	377	179.7	423	203.7		

tion rose faible; jeter rapidement dans le ballon 5^{cc} d'une solution saturée d'hypophosphite de soude ou de sulfure de sodium, puis quelques fragments de grenaille de zinc et l'adapter au serpentin d'étain de l'appareil Aubin (1) (fig. 45).

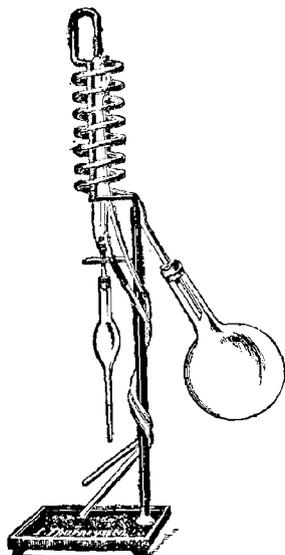


Figure 45.

Chauffer le ballon, recueillir les produits de la distillation dans un verre contenant 10^{cc} acide sulfurique déci-normal. Arrêter l'ébullition lorsque les dernières gouttes du liquide distillé n'ont plus d'action sur le papier rouge de tournesol; doser dans le liquide distillé l'excès d'acide au moyen de la soude déci-normale et de la phtaléine du phénol comme indicateur.

Soit 6^{cc} de soude déci-normale nécessaires pour produire dans l'acide sulfurique la teinte rose de la phtaléine du phénol.

Comme les solutions d'acide et d'alcali sont équivalentes volume à volume, ces 6^{cc} représentent l'excès d'acide non neutralisé par les pro-

(1) Il a été créé pour ce dosage, par M. Delattre, chimiste, un tube de forme spéciale remplaçant avantageusement le serpentin et donnant d'excellents résultats. Tous ceux qui, au cours des analyses, se sont livrés à la distillation de l'azote ammoniacal, savent combien l'expérience présente d'aléas. La distillation est longue ou se fait mal, et un des inconvénients les plus fréquents est l'absorption de la liqueur acide servant au titrage.

Avec le tube de Delattre, interposé entre le ballon et le réfrigérant, ces désagréments sont la plupart du temps évités.

Ce tube est suivi d'un réfrigérant long et à courant d'eau continu, permettant la condensation rapide des vapeurs, et une distillation demande une demi-heure au maximum. L'expérience a prouvé que, malgré le court délai, les résultats sont toujours identiques.

duits ammoniacaux de la distillation. Donc $10 - 6 = 4$, représente le volume de solution déci-normale d'acide neutralisé.

Or, 1^{re} d'acide déci-normal correspond à 0^{re}0014 d'azote, donc $4 \times 0,0014 =$ poids d'azote fourni par 0^{re}20 de farine, et $(4 \times 0^{re}0070)$ poids d'azote fourni par 1 gramme. Le poids d'azote pour 100 de farine sera donc $100 (4 \times 0,0070)$.

Si on multiplie le poids d'azote ainsi trouvé par 6,25, on aura le poids correspondant de matières azotées totales de 100 grammes de farine (1).

Cellulose. — Peser 25 grammes de farine dans une capsule de porcelaine, ajouter peu à peu, en agitant avec une baguette de verre pour éviter les grumeaux, 150^{cc} d'eau acidulée avec 7^{gr}50 d'acide chlorhydrique fumant. Chauffer à l'ébullition pendant environ vingt minutes, en agitant jusqu'à ce que la liqueur ne se colore plus en bleu au contact de l'eau iodée; jeter en une fois la liqueur bouillante sur un filtre sans plis, préalablement humecté d'eau chaude, après filtration détacher le résidu du filtre, le placer dans la capsule et le traiter à l'ébullition, pendant environ vingt minutes, par 100^{cc} d'une lessive renfermant 100 grammes de potasse caustique pour 1000 grammes d'eau; agiter comme précédemment, pour éviter la carbonisation sur les bords; jeter sur un filtre sans plis préalablement humecté d'eau chaude; rincer la capsule avec la lessive alcaline chaude, qu'on reporte sur le filtre; laver le résidu sur le filtre à l'eau chaude, à l'aide d'une pissette, pour rassembler la cellulose au fond du filtre et jusqu'à ce qu'il n'y ait plus trace de saveur lixivielle; laisser égoutter, laver à l'alcool fort et enfin avec un peu d'éther; détacher la cellulose, l'étendre sur une lame de verre, sécher et peser; multiplier le poids trouvé par 4. (Balland, l. c.).

Détermination de la valeur boulangère de la farine. — Examiner la forme du gluten après un séjour d'une heure dans un four à 150-160°.

Si le gluten est bien développé, la farine se travaillera aisément et fournira un pain irréprochable.

Si le gluten est bien développé, mais présente une dépression centrale, le pain s'aplatira à la cuisson, restera compact et la panification demandera moins d'eau.

(1) La différence entre les matières azotées totales ainsi dosées et le poids de matières azotées insolubles gluten sec [renfermant 99 p. 100 de matières azotées] représente la proportion des matières azotées solubles.

Si le gluten est très développé, la pâte ne se développera ni à la fermentation ni au four, le pain sera indigeste.

On complètera ces indications par celles de l'aleuromètre Boland (page 461), ainsi que par la détermination des propriétés physiques spéciales suivantes :

Essai Pekar. — On place sur une planchette en bois un petit tas de farine d'environ 30 grammes, on écrase ce petit tas au moyen d'une glace en verre, puis, à l'aide d'une spatule en bois, on donne au tas écrasé la forme d'un rectangle deux fois plus long que large.

Dans ces conditions, la farine supérieure offre une surface unie de teinte blanc jaunâtre, uniforme et dépourvue de ponctuations grises. Les autres farines montrent une surface plus ou moins irrégulière et des ponctuations grises plus ou moins abondantes.

S'il s'agit de comparer une farine avec une farine type connue, on place à droite et à gauche du rectangle précédent, un rectangle de la farine type; on écrase le tout avec la glace de verre, puis on plonge doucement et à moitié la planchette dans l'eau, de façon à humecter un côté de chaque tas de farine. On a ainsi les farines sous deux aspects, sec et mouillé. Il suffit alors de couper légèrement les bords mouillés avec la spatule en bois légèrement humectée d'eau, pour séparer la partie mouillée de la partie sèche et pouvoir comparer les échantillons.

Plus une farine est blanche, plus elle est pauvre en gluten; le gluten communique, en effet, à la farine une teinte jaunâtre; les poussières étrangères localisées dans le sillon du grain communiquent à la farine une teinte ardoisée caractéristique; les farines étrangères et les farines vieilles mélangées à la farine de bonne qualité, lui communiquent une teinte marbrée.

Certains chimistes pratiquent l'essai Pekar sur la farine tamisée au tamis de soie n° 180.

M. Leneuf fait une pâte avec 40 grammes de farine et 20 grammes d'eau, il la façonne en boule avec les mains et place la pâte dans une capsule en argent à fond plat, il aplatit le pàton avec les doigts et l'abandonne trois ou quatre jours au repos, selon la température; pendant ce temps le pàton se développe et prend une nuance caractéristique qui permet de le comparer avec une farine type traitée dans les mêmes conditions.

Pouvoir de fixation d'eau. — Dans une capsule en porcelaine, on place une certaine quantité de farine, que l'on étale en couche mince, à laquelle on donne une surface concave et au centre de laquelle on place 10° d'eau. On mélange ensuite la farine et l'eau au moyen d'un agitateur en verre, jusqu'à ce qu'on obtienne une masse compacte adhérente à l'agitateur. On place alors cette pâte dans la paume de la main, saupoudrée préalablement de farine, et on triture la masse avec quantité suffisante de farine pour obtenir une pâte ferme, ne collant pas aux doigts mais pouvant encore se pétrir facilement. On pèse la pâte ainsi préparée.

Le pouvoir de fixation d'eau est indiqué par le nombre de parties d'eau qui sont nécessaires pour former une pâte avec 100 parties de farine.

Soit A le poids de la pâte et x le pouvoir de fixation d'eau.

A — 10 = les poids de farine ajoutée.

On aura donc :

$$\frac{A - 10}{10} = \frac{100}{x}$$

La farine de froment peut fixer 60 % de son poids d'eau.

Influence de l'air sur la pâte. — La manière dont se comporte la pâte exposée à l'air constitue une base sérieuse d'appréciation du pouvoir panificateur d'une farine. En effet, la surface de la pâte faite avec une bonne farine, sèche et durcit rapidement, tandis que celle de la pâte provenant d'une farine de mauvaise qualité, avariée ou souillée de moisissures, se recouvre d'une couche visqueuse et présente une tendance à se liquéfier. (Rupp, *Untersuchung von Nahrungsmitteln, Genussmitteln*, etc., p. 181).

Détermination de la quantité de pain que peut fournir la farine. — Cette détermination ne peut se faire exactement que par des *essais de panification*.

On recourt parfois, dans ce but, à l'*appréciateur des farines de M. Robine*, qui est un aréomètre gradué de 78 à 120 (le chiffre 78 étant en haut de la tige) et basé sur la propriété que possède l'acide acétique dilué de dissoudre la matière albuminoïde contenue dans la farine, sans modifier la substance amylacée. La densité de la solution ainsi obtenue est déterminée à l'aide d'un aréomètre, dont les divisions donnent le nombre de pains de 2 kilogrammes que peut fournir un sac de farine pesant 159 kilogrammes. L'acide acétique dont on se sert, est un mélange d'acide acétique cristallisable et d'eau distillée, marquant 93° à l'appréciateur, à la température de 15° C.

Pour l'opération, on prend 24 grammes de farine si elle est de première qualité, 32 grammes si elle est de qualité inférieure ; d'autre part, on mesure 183° d'acide acétique dilué, dans le cas de la farine de première qualité et 244°, si la farine est de qualité inférieure.

On triture la farine dans un mortier en ajoutant le liquide par petites portions, pour empêcher la formation de grumeaux ; le mélange placé dans un vase de Berlin est abandonné au repos pendant une heure. On décante alors le liquide mucilagineux, on l'amène à 15° C. et on y plonge l'aréomètre. Une farine de bonne qualité doit marquer 101 à 104°, ce qui indique qu'un sac de 159 kilogrammes peut fournir 101 à 104 pains de 2 kilogrammes.

Les indications que l'on obtient ainsi ne sont pas toujours exactes ; elles sont basées, en effet, sur un dosage approximatif du gluten. Or ce ne sont pas toujours les farines les plus riches en gluten qui fournissent la plus grande quantité de pains. (D'après M. Bruylants.)

Détermination du taux de blutage (Méthode A. Girard). — Faire un pâton avec 10 grammes de farine et de l'eau tiède ; en extraire le gluten (Voir page 460) et recueillir les eaux de lavage sur un tamis de soie n° 220 ; les piqûres y resteront.

Recueillir les piqûres et les placer dans un filtre de soie n° 220, les essorer dans le filtre entre deux feuilles de papier buvard; placer le résidu dans un verre à expériences gradué et ajouter 1^{re} d'un mélange à PE de glycérine et de sirop de glucose; agiter pour mettre les débris en suspension, prélever, à l'aide d'une baguette de verre, une goutte de ce liquide, et la déposer dans une cellule sur verre de 0^{mm}1 de profondeur, divisée en millimètres carrés (1), refermer la cellule avec une lamelle couvre-objet et examiner cette préparation au microscope, à un grossissement de 60 à 80 diamètres; compter les piqûres de 10 petits carrés.

La somme des débris de 10 carrés = piqûres contenues dans 1 millimètre cube, soit 0^{re}010 de farine) rapporter les résultats à 1 gramme de farine.

M. A. Girard trouve :

3.400 débris dans 1 gramme de farine de cylindres blutée à 45 %.				
10.700	—	—	—	60 —
32.300	—	—	—	70 —
44.100	—	—	—	80 —
18.700	—	—	de meules	— 65-70 %

3° Recherche des falsifications, avaries et altérations.

FALSIFICATIONS.

Les falsifications que l'on fait subir aux farines sont :

1° Substitution à la farine de bonne qualité d'une farine plus ou moins vieille ou plus ou moins avariée;

2° Addition d'une farine étrangère;

3° Addition de substances minérales (craie, plâtre, etc.), et quelquefois de sciure de bois.

Substitution ou addition d'une farine vieille, avariée ou étrangère. — L'examen microscopique joint aux réactions et à l'examen du gluten permet de reconnaître ces fraudes.

Examen microscopique. — Pour procéder à l'examen microscopique on prépare avec la farine suspecte et la moitié de son poids d'eau, un pâton qu'on malaxe sous un filet d'eau pour en extraire le gluten; on réunit les eaux de lavage, on les agite et on les répartit dans plusieurs verres à expérience, coniques.

Après 12 heures de repos, on constate que le dépôt formé dans les verres comprend trois couches superposées :

La couche supérieure, blanche, formée des grains tenus;

La couche inférieure, blanche, compacte, formée de gros grains;

La couche intermédiaire, jaune ou grise, est peu épaisse.

La couche inférieure peut contenir les grains de légumineuses.

La couche moyenne contient les téguments du grain de blé, ainsi que le riz, le maïs et le sarrasin.

La couche supérieure peut contenir le seigle et l'orge.

(1) La cellule A. Girard se trouve chez M. Nachet, constructeur à Paris.

Il suffira de siphonner avec précaution le liquide surnageant, pour examiner chaque couche en particulier et y décèler les farines étrangères ou la farine avariée, par l'examen microscopique.

L'examen microscopique comprendra deux séries d'opérations :

1° *L'examen en lumière directe* avec un grossissement de 200 à 500 diamètres, ce qui nécessite l'emploi de la combinaison suivante avec les microscopes Nacet (fig. 46) :

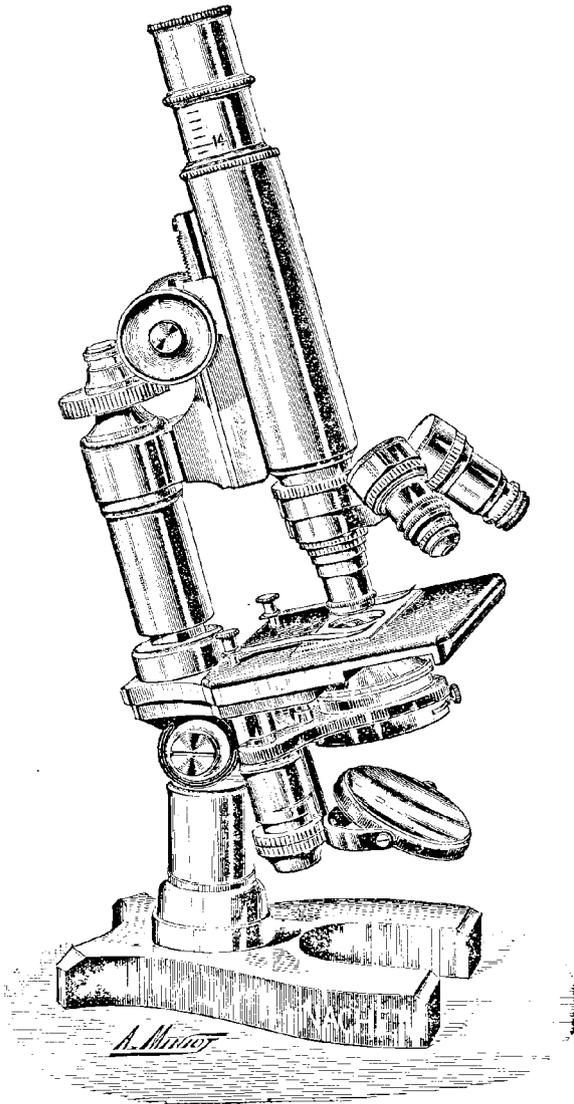


Figure 46.

Objectif achromatique sec n° 6, avec oculaire 1 (300 D); avec oculaire 2 (400 D); avec oculaire 3 (550 D). Voir page 475.

2° *L'examen en lumière polarisée.* — Pour observer les phénomènes de polarisation produits par les grains d'amidon, on se sert d'un microscope polarisant qui n'est autre chose qu'un microscope ordinaire, auquel on adjoint un polariseur et un analyseur : un premier nicol (polariseur) se place au-dessous de la platine du microscope dans le tube à diaphragmes; un second nicol (analyseur) contenu dans une monture en cuivre, se place sur l'oculaire. Cette dernière monture peut se mouvoir autour de l'axe du microscope, entraînant l'analyseur dans son mouvement. Elle porte un index qui permet de connaître l'orientation de la section principale pendant l'examen.

L'appareil de polarisation de M. Nachet, peut s'appliquer à tous ses microscopes possédant un porte-condensateur et un porte-diaphragme.

C'est en employant cet appareil de polarisation avec l'oculaire n° 1, et le tube oculaire tiré qu'on obtient le meilleur effet.

Pour examiner l'amidon d'une farine au microscope polarisant, on commence par mettre la préparation au point avec le microscope tel quel, puis on place le polariseur sous la platine de l'instrument, et l'analyseur sur l'oculaire, en faisant alors tourner lentement l'analyseur autour de l'axe du microscope, tout en maintenant l'œil sur l'ocillon de l'analyseur, on aperçoit les phénomènes suivants :

a) *Lorsque le polariseur et l'analyseur sont à l'extinction (nicols croisés), l'amidon de blé présente une croix noire avec intervalles brillants. L'amidon de pomme de terre présente aussi une croix noire très nette avec des intervalles vivement éclairés, beaucoup plus clairs que ceux de l'amidon de blé; l'amidon de maïs présente très nettement ce phénomène de la croix noire; les amidons de légumineuses (haricots, lentilles, fèves, fêverolles), donnent une croix noire avec intervalles très brillants, l'amidon de pois une croix noire avec contours brillants.*

Les amidons d'avoine, de riz, de sarrasin sont sans action.

b) *Lorsque le polariseur et l'analyseur sont parallèles, l'amidon de blé ne présente plus le phénomène de la croix noire; l'amidon de pomme de terre présente une croix blanche avec des intervalles obscurs; l'amidon des légumineuses ainsi que celui de maïs présentent le phénomène de la croix noire, même au maximum d'éclairement.*

Caractères microscopiques des différents amidons. — Amidon de blé. — Grains arrondis, circulaires, affectant lorsqu'on les voit de côté, la forme lenticulaire; de dimensions très variables, allant de quelques μ jusqu'à 40μ (1); les petits et les gros mélangés. Hile à peine visible, lorsqu'il est visible il paraît punctiforme ou linéaire. (Voir planche à la fin de l'ouvrage.)

(1) Mesure de la grosseur d'un objet au microscope: L'unité de grandeur en microscopie est le millième de millimètre, que l'on est convenu de représenter par la lettre grecque μ .

La mensuration des objets microscopiques se fait au moyen des micromètres. Placer la préparation sur la platine du microscope, et faire coïncider l'image de

Grossissement des objectifs achromatiques (Nacht).

NUMÉROS DES OBJECTIFS	DISTANCE FOCALE		Ouverture nu- mérique.	GROSSISSEMENTS DES OBJECTIFS EMPLOYÉS AVEC LES OCULAIRES				OCULAIRE MICROMÈTRE 1 div. —
	en millimè- tres.	en pouces		1	2	3	4	
1				6	12	20		
1 ^a								
2	50	2	0.09	30	40	60		0.036
3	25	1	0.22	70	90	125		0.018
4	12	1/2	0.30	100	150	190	220	0.0142
5	6	1/4	0.60	180	260	350	425	0.0060
6	3.5	1/7	0.90	300	400	550	625	0.0035
7	3	1/9	0.90	360	550	780	900	0.0025
8	2.3	1/11	0.90	500	700	900	1060	0.0022

Valeurs, en fractions de m/m de chaque division
de l'oculaire-micromètre, pour chacun des objectifs
et avec une longueur de tube de 160 m/m.

Grossissement des objectifs apochromatiques (Nacht).

OBJECTIFS.	Ouverture numérique.	OCULAIRES.				
		4	6	8	12	18
16 m/m	0.30	60	90	120	180	280
8 m/m	0.65	125	185	250	370	560
4 m/m	0.95	250	370	500	750	2.250
Immersion homogène 2 m/m.	1.30	500	750	1.000	1.500	2.250

A la lumière polarisée, ces grains d'amidon présentent le phénomène de la croix noire, mais à l'extinction seulement.

Dans les farines vieilles ou avariées, les grains d'amidon sont plus ou moins exfoliés ou déchiquetés et facilement attaquables par une solution de potasse à 1.75 %.

Fécule de pomme de terre. — Étendre la farine suspecte en couche très mince sur le porte objet du microscope, délayer avec une solution de potasse caustique à 1^{re} 75 %. Les grains d'amidon de blé n'éprouvent que peu ou pas de changement sous l'action de ce réactif, tandis que les grains de fécule s'étendent en grandes plaques minces et transparentes. Si on dessèche la préparation, on peut la colorer avec de l'eau iodé et reconnaître plus facilement les gros grains de fécule, ovoïdes, marqués à l'extrémité ovoïde d'un hile punctiforme entouré de couches concentriques très visibles : croix obscures en lumière polarisée, à l'éclairement maximum et à l'extinction.

Légumineuses (pois, haricots, fèves, lentilles, etc.). — Grains reniformes ou ovoïdes, rarement ronds, d'une dimension

l'objet à mesurer avec l'image du micromètre oculaire ; compter le nombre de divisions du micromètre occupé par l'objet à mesurer. Soit n ce nombre.

Enlever la préparation et la remplacer par le micromètre objectif (dont chaque division est *un centième de millimètre*), chercher alors à combien de divisions du micromètre objectif correspondent n , divisions du micromètre oculaire, soit n' ce nombre.

Comme une division du micromètre objectif = μ , la grosseur de l'objet examiné est $n' \times 10 \mu$. Si par exemple l'objet recouvre 6 divisions de l'oculaire, et si en substituant à l'objet le micromètre objectif (en centièmes de millimètres) on voit que 6 divisions de l'oculaire correspondent à 4 divisions du micromètre objectif, l'objet mesure $4 \times 10 = 40 \mu$ ou 4 centièmes de millimètres.

On évite une grande perte de temps, en déterminant une fois pour toutes le pouvoir amplifiant des objectifs que l'on possède ; on calcule à cet effet la valeur d'une division du micromètre oculaire exprimée en μ , pour chaque objectif, le tube du microscope étant toujours tiré d'une même quantité ; le tableau de la page 475 donne ces valeurs pour les objectifs Nachet.

De ces diverses valeurs on arrive facilement aux mensurations, sans avoir besoin chaque fois de recourir à l'emploi du micromètre objectif.

Si par exemple la valeur d'une division du micromètre oculaire est de 0^{mm}006 pour un objectif et une longueur de tube donnés, et que l'objet examiné en recouvre sept divisions, la dimension de l'objet sera de 0^{mm}006 \times 7 = 42 μ .

Si on ne dispose pas du tableau spécial ou si on possède un microscope autre que celui de Nachet :

Voici comment on détermine la valeur d'une division du micromètre oculaire, pour une longueur de tube et un objectif donnés : Placer le micromètre objectif sur la platine et regarder combien de ses divisions sont recouvertes par celles du micromètre oculaire.

Si le micromètre oculaire divisé en 100 parties recouvre 60 divisions du micromètre objectif (au centième de millimètre), une division du micromètre oculaire vaudra :

$$\frac{0.60^{\text{mm}}}{100} = 0^{\text{mm}}006.$$

moyenne de 30 μ , à hile en forme de fente, linéaire, déchirée sur les bords, entouré de stries d'hydratation : à la lumière polarisée ces grains s'irradient vivement, montrant une croix noire très accentuée.

Riz. — Grains d'amidon très petits, pelliculaires à reflets d'argent, polyédriques, de 6 à 8 μ souvent réunis ; hile punctiforme : à la lumière polarisée croix noire peu marquée sur les petits grains, plus nette sur les gros.

Maïs. — Amidon en grains polyédriques à faces convexes (grains de la périphérie) ou arrondis, petits (grains du centre), jamais réunis en masse, hile apparent, souvent étoilé (deux à trois branches) : croix noire très distincte à la lumière polarisée.

Sarrasin. — Grains d'amidon de forme et de dimension très variables, généralement polyédrique, *sans action sur la lumière polarisée.*

Les grains d'amidon *du seigle* sont caractéristique : irrégulièrement sphériques, bossués, à zones concentriques, à *hile étoilé* : croix noire au microscope polarisant.

Ceux de *l'orge* ressemblent à ceux du froment et du seigle, ils sont irréguliers, bosselés ; leur hile est ponctué, quelquefois linéaire : croix noire à la lumière polarisée.

Examen du gluten. — L'addition de farines étrangères à la farine de blé ne peut être reconnue que par les caractères physiques de la farine, une épreuve de panification et les propriétés du gluten. Ainsi le seigle rend le gluten visqueux et noirâtre, sans homogénéité ; le gluten se désagrège, adhère en partie aux doigts et s'étale sur une assiette beaucoup plus facilement que le gluten de blé.

L'orge donne un gluten désagrégé, sec et non visqueux, paraissant formé de filaments vermiculés, entremêlés et tordus sur eux-mêmes, sa teinte est d'un brun rougeâtre.

L'avoine donne un gluten jaune noirâtre, marqué à sa surface de petits points blancs.

Lorsque la farine de blé contient des farines *de légumineuses* (haricots, féverolles, lentilles, pois), les caractères physiques du gluten sont modifiés.

La farine de pois communiqué au gluten une couleur verdâtre lorsqu'il est humide, vert foncé lorsqu'il est sec. Le gluten s'obtient facilement.

Avec la farine de haricots, le gluten s'extrait difficilement ; il se désagrège au point qu'il est difficile d'en obtenir une faible quantité. Sa couleur est blond jaunâtre lorsqu'il est sec. Avec la farine de vesce, le gluten est noir verdâtre. Avec celle de féverolle il est rosé.

Addition de matières minérales. — Les matières minérales que l'on rencontre dans les farines, sont soit accidentelles, soit ajoutées intentionnellement.

Dans le premier cas, elles proviennent des appareils (cylindres, tamis, etc.) employés à la fabrication de la farine ; dans le second cas on les ajoute à la farine, soit pour modifier la fermentation panair (sulfates de cuivre et de zinc, alun), elles font en effet monter la pâte, qui fournit à la cuisson un pain qui présente d'excellentes qualités physiques, le sulfate de cuivre grisonnant légèrement la mie de pain, l'alun au contraire lui communiquant une très grande blancheur ; soit pour augmenter le poids de la farine (carbonates de chaux, sable, sulfate de chaux, etc.).

Les matières minérales peuvent être reconnues par l'essai au chloroforme (Cailletet).

Dans un tube à essais, introduire 20^{cc} de chloroforme, 2 grammes de farine environ et quelques gouttes d'eau. Agiter en ayant soin de fermer le tube avec le pouce, laisser reposer le mélange. La farine reste en suspension dans le liquide, tandis que les matières minérales ajoutées tombent au fond du tube. On peut alors séparer le dépôt par décantation du chloroforme et de la farine en suspension, et y rechercher les carbonates, les silicates et le sulfate de baryte.

On confirme l'essai par la recherche des carbonates par les acides, la recherche de l'alun, des sulfates de zinc et de cuivre.

Si en délayant de la farine dans l'eau, le liquide fait effervescence au contact des acides, on peut affirmer la présence d'un carbonate. La solution acide obtenue, filtrée, fournit : α) un précipité blanc, soluble dans Azo^8H , par l'oxalate d'ammoniaque (chaux) ; β) un précipité jaune serin avec le chlorure de platine (potasse) ; γ) un précipité grenu avec le phosphate de soude ammoniacal (magnésie).

Quelquefois on ajoute de la chaux libre à la farine ; on la reconnaît à la forte réaction alcaline de la pâte ou de ses eaux de lavage. En outre, si on concentre les eaux de lavage par évaporation et qu'on filtre, le liquide filtré fournit avec un carbonate alcalin un précipité blanc décomposable ou rouge en chaux vive qui rougit le papier de curcuma.

L'alun sera recherché par la réaction de l'alizarine.

Placer dans une éprouvette 0^{cc}50 de farine et l'humecter avec quelques gouttes d'une solution alcoolique d'alizarine à 1 % ; ajouter quelques gouttes d'eau, chauffer au bain-marie. Si la farine contient de l'alun, elle prend une coloration rouge.

On confirme cet essai par un dosage d'alumine. Pour cela, incinérer 100 grammes de farine, traiter les cendres par l'acide nitrique ; filtrer, dans le filtrat ajouter un excès d'ammoniaque, recueillir le précipité, le laver, le traiter par un excès de KOH à 1/10^e ; filtrer, neutraliser le filtrat et lui ajouter de l'ammoniaque, du chlorhydrate d'ammoniaque en solution, porter à l'ébullition, recueillir le précipité, le sécher, le peser.

La farine de froment contient normalement de 0^{cc}010 à 0^{cc}015 p. 100 d'alumine (à l'état de phosphate).

La recherche du sulfate de cuivre s'effectuera en mélangeant une certaine quantité de farine avec de l'eau distillée acidulée à l'acide acétique

à 1/10° et en trempant dans ce mélange une aiguille de fer décapée (lavée à l'éther et à l'acide).

Au bout de douze heures de contact on retire l'aiguille, on la lave et on promène doucement sur elle et à plusieurs reprises, une goutte d'ammoniaque. En recueillant ces gouttes sur un verre de montre, les évaporant lentement, acidulant le résidu par l'acide acétique puis le traitant par le ferrocyanure de potassium, on obtiendra, dans le cas de la présence du cuivre, une coloration brune ou rouge foncé.

Normalement, la farine contient du cuivre à l'état de traces.

Le dosage du cuivre confirmera l'essai précédent : il suffira d'incinérer au moufle 300 grammes de farine, de traiter les cendres par AzO^3H , de filtrer, d'ajouter au filtrat un peu d'ammoniaque, de filtrer encore et de doser le cuivre volumétriquement. (Voir Charcuteries.)

Le sulfate de zinc sera recherché par l'action de H^2S sur la solution chlorhydrique des cendres de 300 grammes de farine (précipité blanc).

La sciure de bois sera reconnue par le procédé Leroy.

Dans le fond d'une capsule placer 1 à 2^{cc} du réactif suivant :

Alcool à 92°.....	15 ^{cc}
Eau distillée.....	15 ^{cc}
Acide phosphorique sirupeux.....	10 ^{cc}
Phloroglucine.....	1 ^{cc}

y projeter une forte pincée de farine suspecte, chauffer légèrement ; au bout d'une minute, les particules de sciure commencent à se colorer en rose, puis en rouge carmin ; on observe cette coloration à la loupe, ou au besoin au microscope.

AVARIES ET ALTÉRATIONS.

On rencontre des *farines avariées* et des *farines altérées*.

A) Une farine est avariée lorsqu'elle a supporté un échauffement lors de la mouture, lorsqu'elle a été conservée dans de mauvaises conditions (endroits humides) ou pendant un temps trop long, enfin lorsqu'elle a été fabriquée avec des grains avariés eux-mêmes (grains germés, moisis, etc.).

L'avarie d'une farine peut être plus ou moins profonde depuis une légère modification de ses qualités faisant baisser sa valeur marchande, jusqu'à l'avarie grave lui faisant perdre sa valeur boulangère et la rendant impropre à l'alimentation.

L'avarie d'une farine se manifeste par une couleur et une saveur anormales, la farine prend un goût de moisi, une odeur acide, quelquefois putride ou même ammoniacale. On y trouve des masses agglomérées plus ou moins dures (marrons) au centre desquels (si on traite l'échantillon par une solution de potasse à 2%), le microscope montre des moisissures (*mucor mucedo* ; *Penicillium glaucum*, *Aspergillus niger*). [Voir Planches à la fin du volume] En même temps, l'échantillon primitif se montre formé de grains d'amidon altérés, fendus, troués ou creusés de lacunes en forme de canaux courant le long des diverses

couches du grain. Enfin le gluten perd ses caractères normaux, sa proportion diminue, la matière grasse diminue et perd son odeur propre, en même temps l'acidité augmente.

L'avarie se reconnaîtra donc aux caractères suivants :

Caractères organoleptiques. — Toucher grumculeux; odeur, saveur désagréables, parfois acides ou ammoniacales. Ce dernier caractère est exalté en traitant la farine délayée dans l'eau tiède, par une solution de potasse à 1 %.

Caractères microscopiques. — Les grains d'amidon altérés, n'ont plus d'action sur la lumière polarisée. Moisissures au milieu de marrons. Quelquefois on trouve des insectes :

L'Ephestia : Petit papillon grisâtre à grandes ailes; sa chenille est blanc rosé; elle tresse une toile constituée par un réseau reticulé, que l'on trouve dans les sacs de farine.

En comprimant la farine entre deux lames de verre, on aperçoit quelquefois la surface unie, se creuser de petits trous ou se couvrir de petits monticules, il semble que cette surface se meuve. Ces mouvements sont dus à de petits acariens que l'on peut reconnaître à la loupe.

Augmentation de l'acidité. — Une farine de froment n'a normalement qu'une très faible acidité; une farine avariée possède une acidité comprise entre 0,15 et 0,60 % (en SO^4H^2).

Caractères et dosage du gluten. — Gluten non élastique, diminution du taux normal.

Un essai de panification est fort utile pour l'appréciation d'une farine, mais il est difficilement réalisable.

B) Une farine est altérée lorsqu'elle renferme des éléments étrangers provenant d'un nettoyage défectueux ou d'un triage incomplet des grains employés à la mouture.

On peut rencontrer ainsi dans la farine le melampyre, l'ivraie, la nielle, l'ergot de seigle.

L'examen microscopique, joint à certaines réactions chimiques spéciales, permet de reconnaître ces altérations.

Melampyre. — Faire agir sur la farine de l'alcool acidulé par HCL; il se produit une coloration bleu-verdâtre, si la farine renferme du Melampyre.

Pétrir 15 grammes de farine avec une quantité suffisante d'acide acétique étendu d'eau; chauffer dans une cuiller d'argent la pâte molle obtenue, jusqu'à évaporation de l'eau et de l'acide. Si on coupe alors cette pâte on remarquera, en présence du melampyre, que la section est rouge-violacé.

Ivraie. — Amidon en grains polyédriques de 1 à 6 μ . de diamètre (en moyenne 5 μ), souvent agglomérés en masses ovoïdes.

Agiter dans un tube à essais 2 grammes de farine avec 10^{cc} d'alcool à 35°; chauffer légèrement, laisser déposer et examiner le liquide surnageant; il est verdâtre si la farine contient de l'ivraie (Vogel); en outre sa saveur est astringente, désagréable et nauséabonde.

Nielle. — Grains d'amidon très petits de 1 à 2 μ , libres ou réunis en masses réniformes: anguillules contournées en spirale.

Agiter dans un tube 2 grammes de farine avec 10^{cc} d'alcool à 70° renfermant 5 p. 100 HCL concentré (D = 1,19); opérer comme il est dit à l'ivraie : liquide surnageant jaune orangé.

Vesce. — Même réaction : le liquide surnageant à une coloration rosée.

Carie (Tilletia Caries). — Champignon à spores en masses sphériques de 16 à 18 μ de diamètre, à membrane externe brune et à mailles polygonales.

Rouille. — Spores ellipsoïdales libres ou munies de pédicelles, d'une coloration brun-rouge, à membrane lisse ou garnie de petites saillies.

Charbon (Ustilago carbo). — Spores lisses, noires, 8 μ environ.

Ergot de seigle. — Fragments composés de cellules polyédriques à parois épaisses et colorées en violet, renfermant des gouttelettes huileuses (1), *pas d'amidon*. Le chloro-iodure de zinc (2) colore le tissu de l'ergot en rose (et non en bleu comme cela se produit avec la cellulose des tissus végétaux existant dans la farine). Coloration rose à l'essai Pekar. (Voir page 470).

La farine traitée par l'alcool à 35° donne une solution qui vire au rouge au contact de SO³H². La farine contenant de l'ergot, chauffée avec KOH dégage une odeur de triméthylamine. La farine épuisée par l'éther donne une solution qui, chauffée avec de l'acide oxalique, prend une teinte rougeâtre.

Faire macérer pendant cinq à six heures 10 grammes de farine dans un mélange de 20 grammes d'éther et de 10 gouttes acide sulfurique dilué au quart; filtrer, laver le résidu à l'éther jusqu'à ce qu'on ait recueilli 20^{cc} de filtrat. Additionner ce filtrat de 10 à 15 gouttes d'une solution saturée à froid de Co³NaH; agiter vigoureusement le mélange. Une coloration violette indique la présence du seigle ergoté (3) (Hoffmann).

CONCLUSIONS A TIRER DE L'ANALYSE CHIMIQUE DES FARINES

(Balland, *Revue intend.* 1892).

Eau. — La quantité est indépendante du taux de blutage et du genre de mouture, elle est comprise généralement entre 11 et 16 %; mais dans les farines ressuées cette quantité atteint rarement 15 %. Au delà, craindre pour la conservation ultérieure, même pendant quelques mois.

Cendres. — Varient suivant provenance du blé, le genre de mouture et le taux de blutage, car comme les sels sont contenus dans l'enveloppe du blé et l'embryon, plus on élève le taux de

(1) Pour examiner la farine et reconnaître l'ergot de seigle, il sera bon de faire macérer la farine pendant 12 heures dans une solution d'hydrate de chloral à 8 gr. pour 5 gr. d'eau.

(2) Chlorure de zinc 5 grammes.

Eau distillée 100 grammes.

Filtrer et ajouter iode à saturation.

(3) Le pain fabriqué avec de la farine ergotée cause l'ivresse, des étourdissements, des convulsions et une gangrène sèche.

blutage, plus le poids des cendres diminue. Les meules pulvérisant l'enveloppe du grain et l'embryon, les cylindres l'aplatissant, les premières farines contiennent plus de cendres.

Le poids des cendres permet, en se reportant au tableau des moyennes (page 485), de reconnaître dans une certaine mesure s'il y a un excès de bas produits dans une farine, et met sûrement en évidence les fraudes au moyen des matières minérales.

Farine dure blutée à 20 %. Cendres % 0^{sr}60 à 0^{sr}90

— 12 — — 1^{sr}10 à 1^{sr}30

Les farines de meules premières marques du commerce, donnent 0^{sr}50 à 0^{sr}76 de cendres, alors que les farines de cylindres premières marques n'en donnent que 0^{sr}30 à 0^{sr}50. Donc les farines de meules renferment plus de cendres.

Enfin une farine provenant de blés mal nettoyés ou de meules mal entretenues, se reconnaît également à la teneur élevée des cendres en silice (1).

Voici la composition moyenne des cendres :

Acide phosphorique.....	43.7
Potasse.....	31.8
Chaux.....	6.00
Magnésie.....	9.80
Oxydes de fer et d'alumine....	1.3
Silice.....	7.4

Acidité. — Les farines sont toujours acides. Cette acidité dans les bonnes farines provenant de blés sains de trois mois de mouture, varie entre 0^{sr}015 et 0^{sr}050 p. 100.

L'acidité augmente avec le temps, sa marche est plus active dans les farines de blés tendres que dans celles des blés durs, elle est plus lente dans les farines bien blutées.

(1) Dosage du sable et de la silice : On prend 3 ou 5 grammes de cendres qu'on place dans une capsule de porcelaine contenant au moins 250 cc. On humecte avec de l'eau distillée ; on ajoute de l'acide chlorhydrique pur, après avoir eu soin de placer un entonnoir pour empêcher la perte de matière par l'effervescence produite par le dégagement de l'acide carbonique.

On chauffe, on lave l'entonnoir et on évapore à sec avec les précautions d'usage, en ayant soin de chauffer, sans crainte, assez fortement pour insolubiliser complètement la silice.

On reprend par de l'eau et de l'acide chlorhydrique pur ; on chauffe. On recueille l'insoluble sur un filtre placé au-dessus d'un ballon de 300 ou de 300 cc. ; on lave à l'eau chaude. Après refroidissement on complète le volume exact à 300 ou à 500 cc. Le filtre est calciné et on a le sable et la silice.

On reprend le résidu par une solution bouillante de soude caustique qui laisse le sable insoluble. On dilue le liquide très alcalin et on filtre. On lave ; on calcine. On a le sable, par différence, on calcule la silice.

Cellulose (Ligneux). — Les farines les plus riches en son, celles dont le taux de blutage est le moins élevé, sont nécessairement plus riches en cellulose.

Amidon et dextrine. — 68 à 76 % dans les farines premières, 65 à 68 % dans les farines basses (Bruylant).

Gluten. — Les proportions de gluten humide sont très variables. Elles varient de 25 à 35 % et plus (en moyenne 22 %) ; si l'on est au-dessous, il y a lieu de supposer la présence de vieilles farines. Si l'on est fort au-dessus, il faut se défier des farines inférieures, toujours plus riches en gluten.

Matières grasses. — Le dosage de ces matières est très important pour déceler la présence des vieilles farines, car plus une farine est ancienne, moins elle renferme de matières grasses ; elle peut arriver même, après plusieurs années, à n'en plus contenir que des traces.

Ne pas négliger l'odeur qui se manifeste lorsque l'éther vient d'être évaporé. Dans le cas de bonnes farines, l'odeur est agréable et aromatique ; si la farine est ancienne, l'odeur est plus ou moins forte et désagréable.

Les farines de mauvaise qualité contiennent toujours une proportion élevée de matières grasses.

Une bonne farine des subsistances militaires françaises présente la composition suivante :

Eau.....		11 à 15 %
Cendres... }	de farines tendres blutées à 20 %	0,60 à 0,90
	— dures — 12 %	1,10 à 1,30
Acidité en SO ³ H ³		0,015 à 0,050
Cellulose.....		0,50 à 0,90
Gluten humide (<i>minimum</i>)... }	farines tendres	26
	— mitadines.	29
	— dures.....	35
Matières grasses.....		1 ^{er} à 1,40
Amidon (par différence) et sucre.....		66 à 72

(Balland, *Revue du Service de l'Intendance*).

FARINE LACTÉE.

C'est un mélange desséché de lait et de farines de céréales ou de légumineuses et dont on a cherché, par un procédé quelconque, à rendre l'amidon soluble. Ces préparations doivent avoir un goût agréable, un peu douceâtre.

Composition des principales farines.

	FROMENT Taux extrêmes.		SÉIGLE moyennes.	RIZ moyennes.	AVOINES taux extrêmes.	MAÏS taux extrêmes.	ORGE taux extrêmes.	SARRASIN moyennes.	LÉGUMINEUSES.	
	Farines 1 ^{re} .	Farines basses.							POIS moyennes.	HARICOTS moyennes.
Eau.....	13.50-16	14-16	14.40	14.43	11.13	12.50-15.17	9.20-15.60	10.00	12.01	10.54
Cendres.....	0.26-0.60	1.60-2.40	1.40	1.45-1.72	»	0.93-2.02	1.66-2.82	1.25	3.60	2.60
Gluten sec.....	9.50-15	7-12	»	»	»	»	»	»	»	»
Matière grasse...	0.60-1.50	1-2	2.06	2.70-3.70	3.22-5.59	1.28-2.20	2.80	2.24	3.25	
Amidon et Dextrine.....	68-76	65-68	67.20	68.03-71.22	65.40-72.36	66.60-72.58	68.85	53.68	54.10	
Cellulose.....	0.20-0.90	1.60-2.60	2.04	2.30-2.95	1.38-2.60	2.96-6.15	2.10	2.10	3.05	
Azote.....	1.90-2.46	1.25-2.35	»	»	»	»	»	»	»	»
Matières azotées.			11.88	11-12.01	7.38-10.75	7.98-13.27	9.00	26.00	28.26	

(D'après M. Bruylants : Documents sur la composition normale des denrées alimentaires).

(1) En Légumine Az X 6.25.

L'analyse comprend :

L'examen microscopique, qui permettra de reconnaître la nature de la farine employée, les moisissures, etc.

L'analyse chimique, qui comprend les dosages suivants :

Eau. — Au maximum, 7 p. 100.

Matière grasse. — Au minimum, 4 p. 100. (Cette matière grasse doit provenir exclusivement du lait, n'être ni rance ni acide, et présenter les constantes du beurre.)

Matières azotées.

Matières sucrées. — En moyenne, 40 p. 100. Pour apprécier la proportion des matières sucrées, on met dans des flacons bouchés à l'émeri 10 grammes de farine avec 100^{cc} d'eau ; on agite fréquemment et, après 6 heures de contact à une température voisine de 15°, on filtre et on dose par la liqueur cupro-potassique le sucre contenu dans la liqueur sucrée. On rapporte par le calcul le chiffre trouvé à 100^{cc}, ce qui correspond à 10 grammes de farine, on ramène à 100 grammes.

Cellulose.

Cendres. (Réaction des cendres et au besoin dosage de l'acide phosphorique.) [Voir Lait, p. 408.]

PAIN.

L'analyse du pain comprend :

- 1° *L'Examen des caractères organoleptiques* ;
- 2° *L'analyse chimique* ;
- 3° *La recherche des altérations et des falsifications*.

1° Examen des caractères organoleptiques.

Un bon pain présente deux croûtes : l'une inférieure, de couleur jaune, pâle et mince ; l'autre supérieure, plus épaisse, bombée, sonore à la percussion, d'un jaune doré ou marron. L'une et l'autre doivent adhérer partout à la mie ; et, à elles deux, faire près du quart de l'épaisseur de la mie (1). Lorsque sur une tranche de pain on cherche à rapprocher les deux croûtes, le pain doit céder sous la pression et revenir ensuite assez rapidement à sa forme première dès qu'on cesse la pression.

La mie doit être homogène sans grumeaux farineux, d'un blanc jaunâtre, sans points noirs, gris ou rouges, élastique,

(1) D'après Rivot, les rapports entre la mie et la croûte sont en moyenne :

0.70 à 0.60	pour les pains de fantaisie
0.50 à 0.60	— ronds.
0.50	— miches de 2 kilogrammes.

n'adhérant pas au doigts quand on la comprime dans la main, parsemée de trous inégaux, mais n'atteignant jamais la taille de vacuoles. Une pâte mal travaillée laisse voir des vacuoles sous la croûte. Le pain doit avoir une bonne odeur, un goût franc et agréable.

2° Analyse chimique.

Elle comporte :

Le dosage de l'eau : on opère comme pour la farine ; on doit employer au moins deux échantillons représentant la composition moyenne (croûte et mie) du pain : au maximum 40 %.

Le dosage des cendres, au maximum 2.5 % (déduction faite du NaCl) ;

Le dosage des matières grasses ;

- des matières azotées ;
- de l'amidon et de la dextrine ;
- de la cellulose.

Toutes ces opérations se font comme il a été dit aux farines.

3° Altérations et falsifications.

Les altérations du pain sont dues à l'emploi, pour sa préparation, de farines mélangées de farines étrangères ou avariées, moisies ou altérées ; en outre s'il contient trop d'eau et a été mal cuit il se couvre de moisissures.

Les caractères organoleptiques permettent de reconnaître certaines de ces altérations.

La farine de Melampyre communique au pain une couleur violacée ; celle d'ergot de seigle se manifeste par des taches violettes à la surface du pain, une saveur désagréable de pourri ou acre.

On recherchera les farines altérées ou avariées dans le pain par les réactions chimiques indiquées au sujet des farines (1).

Les falsifications principales sont :

- 1° Le mouillage.
- 2° L'addition de farines étrangères.
- 3° — de matières minérales (sulfates de cuivre et de zinc, alun, sels de chaux).

Une des principales fraudes du pain consiste dans l'incorporation à la pâte d'une certaine quantité d'eau, ce mouillage est ensuite masqué par l'addition de farines de riz ou de pommes de terre.

(1) Pour caractériser les moisissures on prendra, à l'aide d'une aiguille plate, une trace de la moisissure qu'on placera sur une lame porte-objet, on y versera une goutte d'alcool à 95°, contenant 1 % d'ammoniaque et on laissera sécher. On recouvre alors d'une goutte de glycérine et on examine.

Le pain trop humide se conserve mal, il se recouvre de moisissures noire (rhizopus nigricans), blanches (mucor mucedo), orangé (oidium aurantiacum), vertes ou bleues (penicillium glaucum) [voir planches à la fin du volume].

On falsifie quelquefois le pain avec de la farine de riz concassé soumis à la cuisson et transformé en empois. Le pain ainsi préparé contiendra 7 à 8 % d'eau en excès.

Le microscope permettra de rechercher les farines étrangères. Il suffira pour cela de délayer un peu de mie de pain dans une très petite quantité de solution de potasse à 10 % et d'examiner une goutte du liquide ainsi obtenu, mais il vaut mieux faire l'examen sur la farine qui sert à préparer le pain.

Les matières minérales (sulfates de cuivre et de zinc, alun, sels de chaux) seront recherchées comme suit :

La recherche de l'alun pourra être faite par le procédé suivant : Traiter les cendres du pain par Azo^3H étendu, filtrer; additionner la liqueur filtrée d'ammoniaque, traiter le précipité formé, sur une lame de platine, par une ou deux gouttes de chlorure de cobalt, sécher le mélange et le porter à une très haute température; si les cendres contiennent de l'alun, il se produit une coloration bleue.

Pour rechercher le sulfate de cuivre, on reprendra les cendres par l'acide chlorhydrique étendu, on filtrera, et, dans la solution limpide, on ajoutera de l'ammoniaque qui communiquera une coloration bleue à la solution s'il y a du cuivre; l'addition d'acide acétique et de ferrocyanure de potassium donnera dans la solution un précipité ou une coloration rouge.

Les autres métaux pourront être recherchés comme il est dit aux viandes et aux conserves.

COMPOSITIONS DE PAINS.

Pain blanc (Stutzer).		Pain de froment (Balland).		Pain de seigle (Balland).	
Eau	30.38	Eau	32.00	Eau	40.00
Matières azotées	7.65	Matières azotées	7.11	Matières azotées	4.05
Matières grasses	0.28	Matières grasses	0.19	Matières grasses	0.29
Amidon, sucre et dextrine...	50.21	Amidon, sucre et dextrine...	59.98	Amidon, sucre et dextrine...	54.50
Cendres	1.48	Cendres	0.53	Cendres	0.72
		Cellulose	0.75	Cellulose	0.44

COMPOSITION DU PAIN DE GUERRE (BALLAND).

Pain de munition.		Biscuit.	
Eau	39.00	Eau	12.00
Acidité	0.15	Acidité	0.06
Matières azotées	9.00	Sucre	2.60
Matières grasses	0.65	Matières grasses	0.16
Matières sucrées	1.80	Ligneux	0.86
Ligneux	0.55	Cendres	0.74
Cendres	0.90		
Amidon (par différence) ..	47.95		

Pain de guerre. — Le pain de guerre, qui a remplacé dans l'armée le biscuit de troupe, est fabriqué avec de la farine de blé tendre, de l'eau, du sel et de la levure fraîche, il diffère de l'ancien biscuit dans lequel n'entraient ni sel, ni levain.

Les galettes sont plus petites mais plus bombées, elle ne pèsent en moyenne que 50 grammes, elles mesurent 0^m070 de long, et 0^m065 de large, et 0^m025 d'épaisseur. La farine qui était blutée à 20 % pour le biscuit comme pour le pain de munition, doit être blutée pour le pain de guerre à 30 %.

SEMOULES ET PÂTES ALIMENTAIRES.

Les semoules s'obtiennent en traitant les blés suivant un mode de mouture spécial. Elles sont constituées principalement par la partie gruauteuse du grain, comprise entre les couches centrales moins azotées et les enveloppes extérieures riches en matières salines grasses et cellulosiques. Aussi leur composition diffère notablement de celle des farines ordinaires. Il y a plus d'azote, mais moins d'amidon, de graisse, de cellulose et de cendres.

Les pâtes sont des semoules de froment riches en gluten, pétries avec de l'eau bouillante, moulées, puis desséchées, on ajoute quelquefois des œufs à la pâte. Elles ont la composition des semoules employées à leur fabrication. Elles reprennent de l'eau à froid et à chaud en conservant leur forme; toutefois si on en fait des pâtons après les avoir broyées ou pulvérisées, on constate que le gluten a perdu son élasticité qu'il avait au début dans les semoules, ce qui fait qu'il ne se rassemble que très difficilement.

Les éléments à doser dans les semoules et pâtes sont les mêmes que dans la farine, on recherchera les falsifications par les farines étrangères par les mêmes procédés.

La couleur des pâtes alimentaires préparées avec de la semoule pure, de blé est d'un blanc grisâtre; les pâtes contenant des œufs sont d'un jaune plus ou moins foncé suivant les époques de l'année, et aussi suivant la nature des manipulations qu'elles ont subies (une longue trituration décolore ces pâtes), leur saveur ne doit être ni acide ni moisie.

Les produits de bonne qualité doivent être exclusivement préparés avec de la semoule de froment (renfermant 10 à 14 % de matières azotées), après une cuisson de 15 à 20 minutes la pâte doit se transformer en une masse ferme et élastique occupant un volume 2-3 fois plus grand que son volume primitif; l'eau de cuisson doit être claire et à peine acide; une cuisson prolongée désagrège les pâtes additionnées de farine de riz, de maïs, de pommes de terre, et en outre l'eau de cuisson est trouble.

La recherche de la matière colorante sera faite en traitant les pâtes par l'alcool chaud et dilué et en recherchant, comme il est dit aux vins, les dérivés de la houille; les colorants végétaux sont recherchés, comme il est dit aux sirops de fruits.

La preuve que les pâtes aux œufs contiennent bien des œufs, est faite par les dosages de l'azote, de la matière grasse, de l'acide phosphorique, et l'examen de la matière grasse.

Voici la composition o/o de ces sortes d'aliments.

	Eau.	Mat. azotées	Graisse	Amid.	Collul.	Cendr.
Nouilles	11.90	11.58	0.60	75.21	0.26	0.43
Vermicelle 1896	10.90	11.74	0.50	73.74	0.38	0.74
Vermicelle 1897	10.00	12.51	0.80	75.75	0.28	0.90
Pâte d'Italie 1896	12.20	12.12	0.35	74.61	0.18	0.54
Pâte d'Italie 1897	10.40	12.51	0.80	75.23	0.30	0.76
Semoule 1895	9.20	13.50	0.85	75.45	0.50	0.50
— 1896	9.20	10.42	0.55	78.63	0.45	0.75
— 1896	10.50	12.74	1.00	74.61	0.50	0.65
— 1897	10.50	11.96	0.60	73.79	0.50	0.65
— de riz	10.80	7.34	0.30	80.96	0.40	0.20
Tapioca exotique	12.80	0.00	0.20	86.88	0.08	0.04
Tapioca indigène	16.00	0.45	0.15	82.95	0.00	0.45

(BALLAND, *Revue du Service de l'Intendance*, Janvier-Février 1898.)

PAIN D'ÉPICES.

Le commerce indique que le pain d'épices est composé de farine de seigle et de miel, mais sa composition n'est pas déterminée.

On peut donc employer à la fabrication de ce pain n'importe qu'elle matière première, pourvu qu'elle ne contienne aucune substance nuisible à la santé.

On peut se borner à rechercher ces dernières substances et parmi eux le chlorure stanneux et le savon, employés pour faciliter la panification.

On recherchera, dans l'infusion aqueuse de pain d'épices, la présence des acides gras et des sels de potasse, dont la présence indiquera l'addition de savon.

L'étain sera déterminé et dosé de la manière suivante :

On incinère 150 à 200^{gr} de pain d'épices en présence de carbonate de soude. Dans les cendres, on recherche et on dose l'étain par les procédés indiqués au chapitre des viandes.

Les autres métaux toxiques et les matières minérales se recherchent comme dans le cas des farines.



VII

Epices, Condiments et Aromates.

Les condiments et épices sont des substances que l'on ajoute aux aliments pour en relever le goût, les rendre plus agréables au palais et augmenter leur digestibilité.

Sous le nom d'épices, on comprend plus particulièrement des plantes ou parties de plantes renfermant des principes qui donnent aux aliments un goût particulier, qualité qu'elles doivent aux huiles essentielles, aux résines qu'elles contiennent (sel, piment, moutarde).

Les condiments sont plus spécialement destinés à assaisonner les aliments (sel, poivre).

Les aromates sont destinés à les aromatiser (vanille, girofle, muscade, etc.).

On peut classer ces matières diverses en :

Matière d'origine minérale : Sel.

Matières d'origine végétale	{	Fruits et semences	{	Poivre.
		Fleurs et parties de fleurs : Girofle.		Piment.
				Muscade et Macis.
				Moutarde.
				Vanille.
				Cornichons, Pickles.

SEL.

(Sel marin, Sel de cuisine, Chlorure de sodium).

Dans le commerce on trouve deux sortes de sel :

Le sel gemme qui est extrait du sol;

Le sel marin (sel proprement dit), retiré de l'eau de mer ou de sources salées naturelles.

A côté de ces deux produits on peut en placer un troisième, produit secondaire de diverses industries (raffineries de salpêtre, traitement des varechs, etc.).

Le sel gemme est le produit le plus pur.

Le sel marin se rencontre dans l'économie domestique en gros cristaux (gros sel, sel de cuisine) ou en petit cristaux (sel fin, sel de table).

Mais tous ces produits ne sont pas chimiquement purs, ils fournissent une solution légèrement trouble à réaction faiblement alcaline, enfin ils renferment plus ou moins d'eau, et sont plus ou moins hygroscopiques par suite de la présence de sels magnésiens et calcaires.

Ils renferment en moyenne :

Matières insolubles dans l'eau.....	0 ^{rs} 18 à 0 ^{rs} 20 %
Eau volatile à 100°.....	1 ^{rs} 60 à 4 ^{rs} 00
Chlorure de sodium (NaCl).....	95.40 à 97.00
Substances volatiles par calcination..	0 ^{rs} 55
Chaux (CaO).....	0 ^{rs} 15
Magnésie (MgO).....	0 ^{rs} 03
Acide sulfurique (SO ³).....	0 ^{rs} 20

100 grammes de sel dissous dans l'eau donnent une solution dont l'alcalinité est représenté par 0^{rs}01 d'acide normal.

Le sel du commerce et surtout le sel gemme renferment souvent de notables proportions d'impuretés, ces impuretés sont, outre l'eau, des substances solubles (chlorure de calcium, chlorure ou sulfate de magnésium, sulfate de soude) ou insolubles (carbonate de chaux, peroxyde de fer, silice, argile).

Indépendamment de ces impuretés naturelles qui ne doivent pas exister en trop fortes proportions dans le sel, on trouve quelquefois de ces mêmes substances, solubles ou insolubles qui constituent des falsifications.

Voici une marche systématique d'analyse chimique qui permet de faire l'analyse complète du sel et de se prononcer en même temps sur ses falsifications.

a) *Dosage de l'eau.* — On pèse 3 grammes de sel dans un creuset de platine et on maintient quelque temps à l'étuve à 100-110°. La perte de poids donne l'eau.

b) *Détermination des matières insolubles.* — On pèse 10 grammes du sel préalablement pulvérisé, mais non desséché, et on les fait digérer avec 250^{cc} d'eau, on filtre et on recueille le liquide filtré dans une fiole jaugée de 500^{cc}. On lave le dépôt en ayant soin de le broyer avec de l'eau dans un petit mortier, et finalement on le porte sur le filtre et on achève de le laver. On dessèche ensuite le filtre, on l'incinère, on calcine le résidu insoluble et on le pèse.

On complète ensuite à 500^{cc} la dissolution filtrée.

c) *Détermination du chlore total.* — Prélever 50^{cc} de liquide préparé comme il est dit ci-dessus (représentant 1 gramme de sel) et y doser le chlore par l'une des méthodes suivantes :

α) *Par l'azotate d'argent* $\frac{N}{10}$. Etendre les 50^{cc} précédents jusqu'à 100^{cc} environ avec de l'eau distillée, y ajouter quelques gouttes d'une solution saturée de chromate neutre de potassium, puis goutte à goutte la solution déci-normale d'azotate d'argent, en remuant continuellement jusqu'à ce qu'une dernière goutte donne un précipité rouge persistant. Le nombre de centimètres cubes employés $\times 0,00585$ donne le poids de NaCl pur de 1 gramme de sel (1).

β) *Par le sulfocyanure d'ammonium.* La solution $\frac{N}{10}$ de sulfocyanure d'ammonium étant préparée comme il est dit aux documents physico-chimiques, prélever 50^{cc} de la solution de sel (soit 1 gr. de sel), y ajouter un volume connu de solution $\frac{N}{10}$ d'AgAzO³, de façon que ce réactif soit en excès (ce que l'on reconnaît à ce qu'une goutte du mélange, prélevée avec une baguette de verre et mise en contact d'une goutte de solution de chlorure de sodium, donne un précipité blanc). Soit N le nombre de centimètres cubes d'azotate d'argent employé.

On ajoute au mélange 1 centimètre cube de solution d'azotate ferrique, puis goutte à goutte, la solution de sulfocyanure d'ammonium $\frac{N}{10}$ contenue dans une burette graduée jusqu'à coloration rouge sang.

Soit N' le nombre de centimètres cubes de solution de sulfocyanure nécessaire pour produire la coloration rouge.

N — N' représente le volume de solution de nitrate d'argent utilisé à la précipitation du chlore de 1 gramme de sel ; si on multiplie cette différence N — N' par 0,00585, on obtient le poids de NaCl pur contenu dans 1 gramme de sel.

d) *Détermination de l'acide sulfurique.* — Prélever 50^{cc} du liquide préparé comme il est dit ci-dessus (représentant 1 gramme de sel) et y doser l'acide sulfurique par pesée.

Pour cela, on acidule la solution avec un peu d'HCL, on chauffe presque à l'ébullition et on ajoute un léger excès d'une solution de chlorure de baryum ; on agite le tout, on laisse déposer en chauffant doucement, mais sans faire bouillir. Lorsque le liquide est éclairci, on s'assure que l'addition de quelques gouttes de BaCl² n'y détermine plus de précipité ; on décante alors le liquide clair sur un petit filtre ; on verse sur le précipité de l'eau bouillante, on agite ; on laisse de nouveau déposer et on décante encore le liquide clair sur le filtre. On lave ainsi par décantation, en filtrant le liquide décanté, jusqu'à ce que les

(1) Si on dispose d'une solution d'AgAzO³ à 14 gr. 520 par litre et qu'on fasse le tirage sur 0 gr. 25 de sel marin à essayer ; le nombre de divisions d'azotate d'argent employé donnera la richesse en centièmes de sel marin en NaCl pur.

eaux de lavage ne précipitent plus que très faiblement par l'azotate d'argent. On verse alors le précipité sur le filtre, où on achève de le laver à l'eau bouillante.

On dessèche à l'étuve le filtre et le précipité, puis on déplie le filtre, on fait tomber le sulfate de baryte sur un morceau de papier noir glacé ; on incinère le filtre dans un creuset taré, en remuant le résidu avec un fil de platine, jusqu'à incinération complète ; on laisse refroidir, on humecte le résidu avec quelques gouttes d'acide azotique, on calcine de nouveau ; on ajoute alors le précipité aux cendres du filtre, on couvre le creuset et on chauffe fortement.

Après refroidissement on pèse ; l'augmentation du poids du creuset $\times 0,3433 =$ anhydride sulfurique (SO^3) contenu dans 1 gramme de sel essayé.

e) *Détermination de la chaux.* — Prélever 150^{cc} de solution de sel (soit 3 grammes de sel), y ajouter du chlorhydrate d'ammoniaque, de l'ammoniaque et de l'oxalate d'ammoniaque en grand excès ; on abandonne le tout au repos pendant 12 heures, dans un endroit chaud ; on jette alors sur un filtre, avec les précautions indiquées pour la précipitation du sulfate de baryte (s'il reste un peu de précipité adhérent aux parois du vase, on le dissout dans un peu d'HCL étendu, on verse la solution dans un petit vase et on précipite par l'ammoniaque et l'oxalate d'ammoniaque, on ajoute le précipité à celui qui se trouve sur le filtre) ; on lave le précipité à l'eau chaude ; on calcine au rouge vif, on laisse refroidir et on pèse ; calciner de nouveau au rouge vif ; peser. Les deux pesées doivent être concordantes, si non, calciner encore jusqu'à ce qu'on ait deux pesées concordantes.

Le poids du résidu de la capsule représente la chaux (CaO) de 3 gr. de sel.

f) *Détermination de la magnésie.* — Dans le liquide filtré provenant de l'opération précédente, ajouter une solution de phosphate de soude ; agiter sans toucher les parois du vase avec l'agitateur, couvrir le vase et laisser au repos 24 heures.

On recueille le phosphate ammoniaco-magnésien sur un filtre, on le lave avec une solution ammoniacale (1 volume d'ammoniaque pour 3 volumes d'eau distillée).

On dessèche le filtre et son précipité à 100-110°, on détache le précipité, on incinère le filtre dans un creuset de porcelaine, puis on humecte ses cendres avec de l'azotate d'ammoniaque en solution, on incinère de nouveau, et lorsque les cendres sont blanches, on y ajoute le précipité, on couvre le creuset et on porte au rouge. Le poids de pyrophosphate de magnésie trouvé $\times 0,3602$, donne le poids de magnésie (MgO) de 3 grammes de sel.

g) *Détermination de la soude.* — Prélever dans une capsule de platine 50^{cc} de solution de sel (soit 1 gramme de sel), y ajouter 1^{cc} SO^4H^2 pur ; on chauffe au bain-marie, puis on évapore à sec pour chasser l'acide sulfurique ; on ajoute dans la capsule, à plusieurs reprises, du carbonate d'ammoniaque, on calcine fortement, on laisse refroidir et on pèse.

Ce poids représente le poids de sulfate de soude, de sulfate de magnésie et de sulfate de chaux ; on transforme, par le calcul, la chaux et la

magnésie dont les poids sont connus en sulfates. (Voir Documents physico-chimiques.) Par différence, on a le poids de sulfate de soude.

Calcul : On combine l'acide sulfurique d'abord à la chaux, puis à la magnésie, et enfin, s'il en reste, avec la soude. S'il reste de la magnésie on compte cet excédent en chlorure de magnésium. (Voir page 30.)

POIVRE.

On le trouve dans le commerce sous forme de :

Poivre blanc..... } fruits du Piper nigrum.
Poivre noir..... }
Poivre d'Espagne : fruit du capsicum annuum.

Le poivre noir est le fruit incomplètement mûri et séché du Piper nigrum ; le poivre blanc est le fruit mûr, séché et débarrassé de sa coque.

Ces produits se rencontrent entiers ou moulus.

Poivre noir entier.

Le poivre noir entier a d'autant plus de valeur que ses grains sont plus lourds, plus noirs et plus durs. Jetés dans l'eau, les grains de bonne qualité tombent au fond du liquide ; les grains de qualité inférieure sont légers, ridés à la surface et mélangés de grabeaux (déchets provenant de la préparation du poivre blanc), de pédoncules et de sable.

L'analyse du poivre comprend les déterminations suivantes :

Examen microscopique.

Analyse chimique proprement dite.

Recherche des falsifications.

EXAMEN MICROSCOPIQUE (1).

Une coupe du poivre noir présente au microscope trois espèces de tissus : les tissus externes du péricarpe, l'endocarpe et la graine.

A) Les tissus externes du péricarpe, constitués par un épiderme, une assise de cellules scléreuses et du parenchyme.

L'épiderme est formé de petites cellules polygonales (vues à plat) ou carrées (vues transversalement), à cuticule épaisse jaune et renfermant une matière brunâtre.

L'assise scléreuse est irrégulière, présentant à certaines places une seule cellule, en d'autres trois ou quatre cellules superposées. Ce sont de *petites cellules à parois épaisses et remplies d'une substance brune* (contrairement à presque toutes les cellules scléreuses).

Le parenchyme du péricarpe ne présente rien de particulier.

B) L'endocarpe est constitué à l'extérieur par des cellules parenchymateuses remplies de gouttes d'huile essentielle et de petits grains de fécule ; au milieu de ce parenchyme, on aperçoit des faisceaux vasculo-

(1) Pour l'examen microscopique, on fait une coupe au microtome et on l'examine avec un grossissement de 300 à 400 diamètres.

lares formés d'étroits vaisseaux aériens à parois spiralées ; au-dessous de cette assise, on trouve une assise unique de *cellules jaunâtres, tabulaires (vues à plat elles sont penta ou hexagonales) à parois minces du côté externe, légèrement épaissies latéralement et fortement du côté interne ; cette assise est percée d'un grand nombre de punctuations, ce qui la fait paraître dentelée.*

C) Au-dessous de l'endocarpe est la graine.

Les tissus de la graine se composent de deux plans superposés de cellules :

Le plan supérieur (spermoderme) est formé de deux couches de cellules tabulaires jaune-brunâtre.

Le plan inférieur (parenchyme) est formé de *cellules régulières, anguleuses et allongées à parois minces, renfermant les unes une huile jaunâtre, les autres de très petits grains d'amidon agglutinés en grains composés, sphériques.*

ANALYSE CHIMIQUE.

Elle comprend les déterminations suivantes :

Dosage de l'humidité.

- des cendres totales et des cendres insolubles dans HCl.
- de l'extract alcoolique.
- de la cellulose.

Humidité. — Moudre le poivre et doser l'humidité, sur 5 grammes par dessiccation à 110°.

La perte de poids est constituée par l'humidité et un peu d'huile volatile :

Teneur normale : 6 à 12 %.

Cendres totales. — Peser trois grammes de poivre moulu et non séché ; incinérer au moufle au rouge sombre dans une capsule de platine tarée, jusqu'à disparition de toute trace de matière charbonneuse (1) :

Teneur normale : 3^{re} à 6^{re} % (6^{re}50 au maximum).

Cendres insolubles dans HCL. Traiter les cendres précédentes par HCL concentré et chaud ; recueillir l'insoluble sur un filtre, le laver à l'eau, sécher et peser :

Teneur maxima : 2 grammes p. 100.

Extract alcoolique. — Dans un ballon jaugé de 100^{cc}, placer 2 grammes de poivre moulu et non séché, et ajouter 100^{cc} d'alcool à 95°, boucher, laisser en contact huit heures en agitant toutes les heures ; abandonner au repos encore seize heures, filtrer, prélever 50^{cc} du liquide filtré ; l'évaporer à sec dans une capsule tarée, porter à l'étuve à 110° jusqu'à poids constant.

On peut encore épuiser 2 grammes de poivre en poudre par l'alcool à 95° dans un appareil extracteur de Soxhlet. (figure 47) :

Teneur normale : 10 à 13 %.

Cellulose. — Mélanger 3 grammes de poudre de poivre desséchée ou non avec 200 grammes d'une solution aqueuse d'HCL à 1.30 % ; faire

(1) D'après Pinchon, l'alcalinité des cendres, dosée en CO²Na est de 16.67 %.

bouillir 30 minutes, laisser reposer, décantier le liquide clair ; ajouter au résidu 200^{cc} du même acide étendu, faire bouillir une 1/2 heure ; laisser déposer, décantier le liquide clair.

Mélanger le résidu insoluble avec 200^{cc} KOH à 1^{er} 30 %, faire bouillir une demi-heure, décantier, répéter une deuxième fois la même opération.

Recueillir finalement le résidu insoluble sur un filtre taré, la laver à l'eau, à l'alcool, puis à l'éther ; séparer et peser : Soit P le poids trouvé ; on a ainsi le poids de cellulose de la prise d'essai.

Teneur normale :

9 à 15 % de substance telle quelle (Kœnig)

10 à 17.4 % de substance sèche.

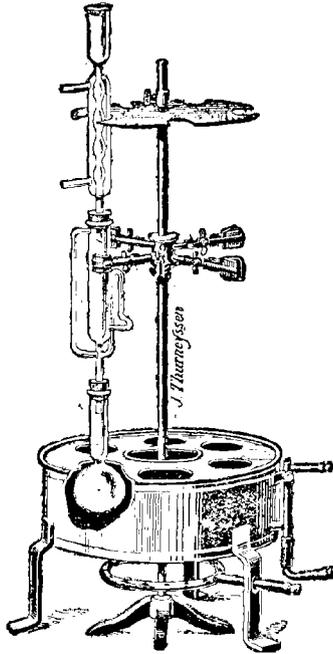


Figure 47.

RECHERCHE DES FALSIFICATIONS.

Le poivre en grains est peu falsifié, on ne fait que l'enrober et le mélanger de grains artificiels.

L'enrobage, destiné à augmenter le poids du grain et aussi à faire passer le poivre noir pour du poivre blanc, est pratiqué généralement avec des matières minérales, aussi suffira-t-il d'agiter les grains avec de l'eau ou de l'alcool, pour en dessécher la poudre adhérente et la caractériser.

L'addition de grains factices se reconnaîtra à l'analyse chimique et à l'examen microscopique.

Poivre noir en poudre.

Son analyse est identique à celle du poivre entier, il doit répondre aux mêmes conditions.

Examen microscopique : Le poivre moulu montrera au microscope les différents éléments décrits plus haut, les plus caractéristiques sont :

1° Les cellules des tissus de la graine remplies d'amidon (par la mouture, il arrive que ces cellules sont brisées et laissent échapper l'amidon, toujours rond, ce qui les distingue de l'amidon du riz polygonal);

2° Les cellules scléreuses de l'épiderme, formant par leur réunion des plaques brunes;

3° Les cellules jaunâtres épaisses et dentelées de la zone interne de l'endocarpe.

RECHERCHE DES FALSIFICATIONS. — Les falsifications sont nombreuses, ce sont principalement :

1° Addition des matières minérales ;

2° Addition d'amidons;

3° Addition de succédanés du poivre et de matières végétales diverses (grignons d'olives, noyaux de dattes, sciure de bois);

4° Addition de grabeaux.

Le dosage des cendres totales et des cendres insolubles dans HCL, ainsi que l'analyse de ces cendres permettront de découvrir l'addition de substances minérales.

L'examen microscopique permet seul de découvrir toutes les autres fraudes; cependant l'addition de grignons d'olives (poivrette) ou de grabeaux de poivre, pourra être reconnue par le dosage de la cellulose : la poivrette fournit en moyenne 5 % de cellulose rapportée à la substance sèche, les grabeaux en fournissent 45 %, alors que le poivre noir n'en contient que 10 à 17 %, une diminution dans le taux de la cellulose indiquerait donc la poivrette, et une augmentation des grabeaux de poivre.

Pour procéder à l'examen microscopique, on examine d'abord la poudre tel qu'elle, après l'avoir humectée d'un peu d'eau (grossissement 300 diamètres au moins), puis humectée d'eau iodée qui colore l'amidon en bleu et permet de différencier les espèces. (Voir farines, page 475).

Si les tissus ne sont pas assez transparents on observe la poudre après l'avoir fait séjourner dans une solution concentrée d'hydrate de chloral (deux parties de chloral pour une partie d'eau) et en employant un grossissement faible (150 diamètres au moins).

Si malgré ce réactif la préparation n'est pas encore assez transparente, ou lorsque la mouture du poivre est trop grossière, on fait bouillir la poudre contenue dans un petit nouet de mousseline, avec une solution diluée de soude caustique, on lave le résidu à l'eau en le maintenant dans le nouet et on le fait bouillir dans une solution de deux volumes de glycérine pour un volume d'acide acétique à 60 %; on peut alors examiner le résidu.

La poudre de dattes est reconnaissable à des cellules à parois épaisses à grands pores arrondis, non colorables par l'iode. Les grignons d'olive

sont caractérisés par des cellules pierreuses, grandes et incolores, formant des amas mamelonnés.

La méthode de M. Pabst permet de reconnaître facilement cette dernière falsification. Dans une capsule de porcelaine, mélanger 1 gramme de diméthylaniline du commerce et 2 grammes HCL pur et concentré; ajouter 10 grammes de glace pilée, puis peu à peu, et en agitant, 0^{rr}7 de nitrite de soude pur dissous dans 10^{rr} d'eau; laisser au repos une demi-heure; ajouter alors 4 grammes HCL et 2 grammes d'étain en feuilles; laisser au repos une heure; ajouter du zinc en grenailles; laisser reposer une demi-heure: filtrer, ajouter au filtrat q. s. de CO³Na², jusqu'à trouble persistant, qu'on dissout à l'aide de quelques gouttes de C²H⁴O³, ajouter enfin 1 gramme de bisulfite de soude en solution concentrée et l'on étend à 200^{rr} avec de l'eau distillée.

On verse 2^{rr} de cette liqueur dans une soucoupe et on y délaie une pincée de poivre: on attend quelques minutes et on aperçoit les grignons d'olive colorés en rouge vif. Si alors on ajoute de l'eau dans la soucoupe, les grignons colorés tombent au fond.

La sciure de bois, les coquilles de noix, de noisettes, se coloreraient de même.

Poivre blanc entier.

Les caractères microscopiques de ce poivre sont les mêmes que ceux du poivre noir, seule la couche des tissus externes du péricarpe manque, il ne possède donc que l'endocarpe et la graine.

Ses constantes chimiques sont:

Humidité	9 à 15 %.	(maximum 15 %)
Cendres totales.....	0 ^{rr} 7 à 3 %.	(maximum 3.4 %)
Cendres insolubles.....	0 ^{rr} 10 à 0 ^{rr} 40 %.	(maximum 0 ^{rr} 95 %)
Extrait alcoolique.....	8 ^{rr} à 12 ^{rr} %.	
Cellulose.....	5 ^{rr} 9 à 8 ^{rr} 6 %.	de substance sèche.

Les falsifications que l'on fait subir à ce poivre sont les mêmes que celles du poivre noir.

Poivre blanc en poudre.

L'analyse est identique à celle du poivre blanc entier; il doit répondre aux mêmes conditions.

Son examen microscopique se fait comme celui du poivre noir en poudre, il possède les mêmes caractères anatomiques, à part les cellules scléreuses de l'épiderme qui manquent ici; il est constitué presque uniquement par des cellules à amidon plus ou moins écrasées par la mouture et ayant par conséquent laissé échapper leur contenu; on y voit également quelques plaques brunes formées par les couches de l'endocarpe et de la graine.

On recherchera les falsifications de la même manière.

Poivre d'Espagne.

Le poivre d'Espagne présente au microscope des caractères très nets:

Son péricarpe rouge est constitué par un épiderme à cellules à parois latérales minces abondamment ponctuées.

Son endocarpe est formé de cellules jaunes ou rouges remplies d'huile et de petits grains d'amidon ; au milieu on observe des faisceaux vasculaires avec vaisseaux aériens spiralés.

Sa graine est recouverte d'une couche de cellules à paroi interne fortement épaissie.

La composition de ce poivre est donnée par Kœnig :

Humidité.....	12.42 %
Cendres.....	5.67
Cellulose.....	15.59
Huile grasse.....	14.40 (extraite par l'éther).
Essence.....	1 ^{re} 58 (voir Muscade)

Les falsifications de ce poivre sont les mêmes que celles des poivres du piper.

PIMENTS.

A) *Le Piment* (poivre de la Jamaïque) est le fruit séché et incomplètement mur du *Pimenta acris*. (Myrtacées.)

Il contient :

Cendres totales, 6 % au maximum.

Cendres insolubles dans HCL à 10 %, 0^{re}50 au maximum.

Cellulose, 25 %.

Tanin 8 %, environ (en acide quercitanique).

Le dosage de tous ces éléments se fait comme il a été dit pour le poivre.

Pour doser le tanin, on traite deux grammes de substance en poudre pendant 20 heures par l'éther absolu, puis on fait bouillir le résidu pendant deux heures dans un ballon de 500^{cc} avec 300^{cc} d'eau : on laisse refroidir, on complète à 500^{cc} avec de l'eau distillée, on filtre.

Mesurer 250^{cc} du liquide, les introduire dans un ballon de 1200^{cc}, y ajouter 20^{cc} de solution d'indigo (1) et 750^{cc} d'eau distillée ; verser dans le liquide une solution titrée de permanganate de potasse (2) placée dans une burette graduée, jusqu'à coloration jaune d'or : soit 2^{cc}.

Déterminer de même le nombre de centimètres cubes de permanganate nécessaire pour 20^{cc} de solution d'indigo seule. Soit 1^{cc}.

2 — 1 = 1^{cc} ; ce centimètre cube représente le nombre de centimètres cubes de permanganate nécessaires pour 250^{cc} de solution, c'est-à-dire pour 1^{gr} de piment.

(1) Cette solution se prépare en dissolvant à chaud 6 gr. de sulfindigotate de soude dans 500 cc. d'eau ; ajoutant après refroidissement 50 cc. SO⁴H² et complétant à un litre avec de l'eau distillée.

(2) A 1 gr. 333 pour 1000 cc. d'eau : on titre cette solution au moyen de l'acide oxalique $\frac{N}{10}$ (voir documents physico-chimiques), 10 cc. solution acide oxalique

$\frac{N}{10} = 0 \text{ gr. } 062232$ tanin (en acide quercitanique). Si donc 1 cc. de solution de

MnO⁴K correspond à 10 cc. de solution $\frac{N}{10}$ acide oxalique, c'est que un centimètre cube correspond à 0 gr. 062232 acide quercitanique.

Sachant à combien de tanin correspond 1^{re} de permanganate il est facile d'en déduire la proportion de tanin : dans l'exemple précédent, 1^{re} de piment contiendrait 0^{re}063222 de tanin, puisqu'il faut 1^{re} de MnO⁴K pour oxyder le tanin de 1^{re} de piment, et 100^{re} contiennent 6^{re}223.

Les falsifications que l'on fait subir au piment en poudre sont les mêmes que celles du poivre moulu ; à ces dernières, il faut ajouter l'addition de pédoncules de girofle ; on les reconnaîtra par leurs caractères microscopiques (voir girofle).

B) *Piment rouge* (piment des jardins, d'Espagne, de Cayenne, poivre de Cayenne). Fruit mur et desséché de plusieurs espèces de plantes du genre Capsicum.

La poudre de piment rouge est préparée au moyen des fruits débarassés en partie de leurs graines.

Sa composition chimique est la suivante :

Cendres totales.....	5 % au maximum.
Cendres Insolubles dans HCL	
à 10 %.....	0 ^{re} 50 au maximum.
Extrait alcoolique.....	25 % au minimum.
Cellulose.....	28 % au maximum.

Ces dosages se font comme il a été dit au poivre.

Les principales substances ajoutées au poivre rouge dans un but de falsification sont le curcuma, la farine des céréales, des matières minérales, etc.

Le curcuma sera recherché comme dans la moutarde (v. page 500) sur une solution obtenue en traitant la substance pulvérisée par l'alcool.

L'examen microscopique de la poudre permettra, grâce à ses caractères anatomiques particuliers, de reconnaître les falsifications comme dans le poivre.

Le piment rouge ne renferme en effet que peu d'amidon et cet amidon est en grains très petits ; il ne contient pas de cellules pierreuses (sauf certaines cellules épidermiques particulières de l'enveloppe des graines). Tous les éléments de piment sont parsemés de gouttelettes d'huile.

MUSCADE ET MACIS.

Muscade. — La noix de muscade est l'amande desséchée, généralement roulée dans la chaux, de la graine du *Myristica fragrans*.

On trouve dans le commerce la noix entière et la poudre.

La composition de cette substance est la suivante :

Poids d'une noix ordinaire 5 grammes environ.

Humidité.....	10 %.
Cendres totales	3 à 5 %.
insolubles à chaud dans HCL à 10 %; 0 ^{re} 50 % au maximum.	
Matières grasses.....	30 à 40 %.
Essence.....	2 à 3.5 %.
Cellulose.....	10 %.

Tous ces dosages, sauf ceux de l'essence, de la cellulose et des matières grasses, se font comme il a été dit au poivre :

Matière grasse. — Epuiser par l'éther 10 grammes de poudre desséchée, dans l'appareil Soxhlet (voir poivre) ou Villiers (Voir lait); conserver la poudre épuisée pour le dosage de la cellulose.

Essence. — Peser 25 grammes de muscade mouluë, les placer dans un ballon de 500^{cc} avec 50 grammes d'eau; boucher le flacon avec un bouchon percé de deux trous. Dans l'un, faire passer un tube de verre recourbé à angle droit et plongeant jusqu'au fond du liquide; dans l'autre, faire passer un tube pénétrant d'un côté de quelques centimètres dans le ballon, de l'autre en communication avec un réfrigérant terminé par un tube effilé plongeant dans un ballon de 300^{cc}.

Relier le premier tube avec un ballon contenant de l'eau à l'ébullition.

Chauffer le ballon contenant la muscade, puis, lorsqu'il est sur le point d'entrer en ébullition, faire bouillir le ballon contenant l'eau. La distillation se produit, la continuer jusqu'à ce qu'on ait recueilli 200^{cc} de distillat.

Saturer le distillat de chlorure de sodium pur et placer le mélange dans une boule à décantation; l'épuiser à trois reprises différentes par agitation avec de l'éther absolu (exempt d'alcool). Les solutions éthérées sont réunies et mises en contact pendant quatre jours avec du chlorure de calcium anhydre, puis introduites dans un flacon taré contenant 4 gr. exactement, pesés d'huile d'olive préalablement chauffée à 150° pendant cinq minutes. Distiller ou évaporer l'éther, puis achever l'évaporation en faisant passer, à la température ordinaire, un courant d'air dans le flacon.

Lorsque tout l'éther est disparu, peser le flacon; l'augmentation de poids du flacon fournit le poids d'essence de 25 grammes de muscade (Ranwez).

Cellulose. — Les 10 grammes de poudre, provenant de l'extraction par l'éther de la matière grasse, sont desséchés et traités dans un vase de Berlin par 200^{cc} d'eau et 2^{cc}50 SO⁴H²; faire bouillir une demi-heure, laisser déposer, décanter le liquide clair, traiter le résidu par l'eau et porter à l'ébullition; laisser déposer, décanter le liquide clair; répéter un deuxième lavage à l'eau, décanter.

Le résidu est additionné de 200^{cc} d'eau et de 2^{cc}50 KOH caustique; porter à l'ébullition pendant une demi-heure, laisser déposer, décanter, continuer l'opération comme il est dit au poivre.

On pourra doser la chaux dans les cendres solubles dans HCL étendu après avoir précipité dans cette solution le fer et l'alumine (Voir Eaux potables).

RECHERCHE DES FALSIFICATIONS. — L'examen microscopique de la muscade n'est pas d'un grand secours pour cette recherche, car la poudre offre peu d'éléments caractéristiques. L'amidon est en grains arrondis, simples ou composés de 2, 6, 10 grains, en moyenne de 10 μ . On rencontre des grains d'aleurone.

(Voir pour les détails *Annales de Pharmacie*, 1900, p. 139).

Les falsifications qui sont les plus fréquentes sont :

Addition de muscades artificielles..... { pour les muscades en-
Enrobage par des substances minérales..... { tières.

Addition d'amidons étrangers..... }
— de poudre de coque de muscade... } pour les muscades en
Extraction de la matière grasse..... } poudre.

Les muscades artificielles sont fabriquées ordinairement avec un mélange de poudre de noix de muscade, de farine d'argile et de beurre de muscade ; on leur donne par compression, dans des moules spéciaux, la forme et l'aspect des muscades vraies. Il suffira de plonger des muscades dans l'eau ou dans l'alcool pour les désagréger et les voir tomber en bouillie. L'analyse chimique et l'examen microscopique compléteront la preuve de la falsification.

L'enrobage naturel de la muscade est dû à un lait de chaux, mais cet enrobage devient une falsification, lorsqu'il est pratiqué avec d'autres matières minérales destinées à donner au produit l'aspect habituel. La muscade agitée dans l'eau laissera déposer son enrobage (l'enrobage pourra aussi se dissoudre), il sera facile de le caractériser, soit en prélevant le résidu insoluble, soit en évaporant la solution. L'enrobage ne doit pas dépasser 1 % du poids de la muscade, sans quoi il y a falsification.

L'addition d'amidons étrangers se découvrira à l'examen microscopique (voir farines).

L'extraction de la matière grasse se reconnaîtra à l'analyse chimique.

L'addition de coque de muscade se reconnaîtra par la diminution du poids de la matière grasse et la teneur élevée de cellulose. (La coque de muscade renferme 30 % de cellulose.)

Macis. — Le macis est l'arille desséché qui enveloppe incomplètement la noix de muscade ; on ne le rencontre guère en poudre dans le commerce.

Le macis ne renferme pas d'amidon mais on y trouve, dans le parenchyme, des grains d'amyloextrine, qui se colorent en rouge-brun par l'iode.

Sa composition chimique est la suivante (Kœnig) :

Humidité.....	9.65 %
Matière grasse.....	24.63
Cendres totales.....	2.64
— insolubles à chaud dans HCL à 10 %...	0.50 (au maximum)
Cellulose.....	6.31
Huile essentielle.....	6.66

On dosera l'huile essentielle, la matière grasse et la cellulose, comme dans la muscade ; l'humidité et les cendres, comme dans le poivre.

Le macis est rarement falsifié, le dosage de l'huile essentielle et de la matière grasse permettra de reconnaître si la substance a été totalement ou partiellement débarrassée de ses principes aromatiques et gras.

MOUTARDE.

On emploie, sous le nom de moutarde, une sorte de pâte molle préparée en délayant dans du vinaigre la farine de la graine de moutarde noire (*sinapis nigra*) et aussi de la moutarde blanche (*sinapis alba*) et additionnée de certaines épices, aromates (estragon, cannelle, clous de girofle, etc.) et de sel.

La moutarde anglaise en poudre est constituée par de la farine très fine de moutardes noire et blanche décortiquées; au moment de l'emploi on délaye cette poudre dans l'eau.

Lorsqu'elle est vendue sans indications spéciales, la moutarde de table ne doit pas renfermer d'éléments étrangers, elle ne doit contenir ni amidon ni poivre de Cayenne, ni curcuma. La moutarde anglaise contient souvent de l'amidon, du curcuma, etc., mais alors l'étiquette doit faire mention de ces substances étrangères.

On peut admettre la composition suivante pour une moutarde ordinaire:

Humidité.....	4.25 à 9.75 %.
Cendres	4.00 à 6 %.
Matière grasse.....	26 à 35 %.
Essence	1 à 2 %.

Elle ne doit pas renfermer de métaux toxiques (plomb, cuivre, étain, zinc), d'amidon, de curcuma, ou de matières colorantes dérivées de l'aniline.

Cendres. — Faire les cendres par les procédés ordinaires sur 5 grammes de moutarde; peser les cendres ainsi obtenues, soit P leur poids.

Dissoudre ces cendres dans l'eau, filtrer, neutraliser la solution filtrée par Azo³H, ajouter un peu de CO³Ca exempt de chlorures et titrer le chlorure de sodium au moyen de la solution déci-normale d'azotate d'argent, en employant le chromate neutre de potassium comme indicateur (voir sel marin): Soit P' le poids de chlorure de sodium trouvé:

$$P - P' = \text{Cendres de 5 grammes de moutarde.}$$

Matière grasse (Huile). — Dessécher la moutarde à 100° et en extraire la matière grasse au moyen l'éther par le procédé indiqué à la muscade.

Essence. — La graine de moutarde noire doit ses propriétés irritantes à la décomposition d'un glucoside complexe de *myronate de potasse* (préexistant dans le tissu de l'embryon), par un ferment spéciale contenu dans des cellules spéciales de la graine, la *myrosine*. Cette décomposition qui se fait en présence de l'eau donne du sulfocyanure d'allyle, du glucose et du sulfate acide de potasse.

La graine de moutarde blanche contient un autre glucoside, la *sinalbine*, qui, sous l'influence de la myrosine, se dédouble en sulfocyanate d'acrinyne (corps très irritant, mais non volatil), glucose, et sulfate acide de sinapine.

La moutarde blanche contient beaucoup plus de myrosine que la moutarde noire, laquelle n'en renferme pas assez pour provoquer le dédoublement total du *myronate de potasse*, aussi l'addition de moutarde blanche à la moutarde noire a-t-elle pour conséquence une production plus considérable d'essence.

Pour doser l'essence, introduire 50 grammes de moutarde de table dans un ballon d'environ 800^{cc} de capacité (si la moutarde est en poudre, la délayer dans l'eau pour avoir une pâte bien liquide) et distiller à la vapeur d'eau comme il est dit à la noix muscade, recueillir le distillat dans un ballon contenant 50^{cc} d'ammoniaque. Traiter le liquide par un léger excès de solution de nitrate d'argent; laisser en contact pendant une journée dans un endroit obscur, en agitant souvent; il se forme du

sulfure d'argent (transformation du sulfocyanure d'allyle en thiosinamine et précipitation du soufre de celle-ci sous forme de sulfure d'argent).

Recueillir le précipité de sulfure sur un filtre séché et taré, le laver à l'eau ammoniacale puis à l'eau distillée, dessécher et peser.

Le poids obtenu multiplié par 0.43 fournit le poids d'essence contenu dans 50 grammes de moutarde.

La poudre de moutarde contient environ 0^m50 à 1 gramme d'essence.

Recherche et dosage des métaux toxiques (Voir charcuteries).

Amidon. — La moutarde ne contenant pas d'amidon, l'examen microscopique permettra de reconnaître facilement cette addition. (Voir farines.)

Curcuma. — Traiter la moutarde desséchée (ou la poudre de moutarde) par l'alcool, ajouter à la solution un peu d'acide borique et évaporer à sec; le résidu présente une coloration brune-rouge si la moutarde renferme du curcuma; l'addition de CO^3Na^2 fait passer cette coloration au bleu ou au vert foncé.

Dérivés de l'aniline. — Traiter la moutarde desséchée (ou la poudre de moutarde) par l'eau, puis par l'alcool, traiter ces solutions comme il est dit aux vins (page 161, note 1).

Coloration artificielle de la moutarde alimentaire. (D'après M. P. Süß, Pharm. Centralh., 1905, p. 291). — La moutarde alimentaire est quelquefois colorée avec du curcuma, et, en dehors de ce produit, les matières colorantes utilisées appartiennent d'ordinaire au groupe des tropéolines, susceptibles de virer au rouge sous l'influence des acides minéraux.

La recherche de ces divers colorants se fera facilement de la façon suivante : On prend environ 60 grammes de la moutarde suspecte, qu'on délaie avec 75^{cc} d'alcool à 70°, de façon à faire une bouillie claire, on filtre après dix minutes de contact. On plonge un flocon de laine non mordancée dans une petite partie du filtrat qu'on chauffe doucement quelques instants; on lave ensuite la laine à grande eau, et on la laisse sécher. On absorbe une autre partie du filtrat à l'aide de bandes d'épais papier à filtrer, qu'on y laisse plonger pendant 24 heures et qu'on soumet ensuite à la dessiccation, enfin, la troisième partie du filtrat est réservée pour être essayée par l'acide chlorhydrique et l'ammoniaque; en présence de matières colorantes, telles que le méthyl-orange, l'addition d'acide chlorhydrique fait virer le liquide au bleu-rouge; dans les cas d'une coloration artificielle due au curcuma, l'ammoniaque détermine la production d'une couleur rouge-brun; dans le cas de la moutarde naturelle, l'acide chlorhydrique ne donne rien ou tout au plus une très faible coloration brunâtre, et l'ammoniaque ne fait qu'accentuer vivement la

couleur jaune naturelle du liquide. Les mêmes réactions peuvent être appliquées au flocon de laine et aux bandes de papier; en outre, l'aspect que présentent ces substances peut donner des indications tout à fait précises; il existe, en effet, dans le commerce, en dehors du curcuma et des tropéolines, une matière colorante jaune artificielle, employée dans le but frauduleux de colorer la moutarde; cette matière, dont la composition chimique n'est pas encore déterminée avec sûreté, ne réagit ni avec l'ammoniaque, ni avec l'acide chlorhydrique, mais sa présence se révèle précisément par la teinte jaune intense qu'elle communique à la laine et aux bandes de papier qui servent aux essais.

VANILLE.

C'est le fruit (gousse) incomplètement mur et desséché du *Vanilla planifolia* (orchidées).

C'est une capsule siliquiforme un peu aplatie, plus ou moins longue, amincie à ses extrémités; l'intérieur est rempli d'un grand nombre de petites graines noires brillantes, dures et imprégnées d'un liquide visqueux. La surface de la gousse est sillonnée de petits plis et recouverte de cristaux blancs (givre) d'autant plus nombreux que la vanille est de meilleure qualité. Ces cristaux sont de la vanilline.

Sa composition moyenne est la suivante.

Humidité.....	20 à 28 %.
Cendres totales.....	5 % au maximum
Extrait alcoolique.....	25 à 46 %.
— étheré.....	8 à 13 %.
Vanilline.....	2 %, au minimum.

L'extrait alcoolique et étheré se font sur 5 grammes de vanille broyée avec du sable; on épuise le mélange à l'appareil Soxhlet (voir muscades).

Vanilline (Procédé Tiemann). — Broyer la vanille avec du sable et l'épuiser dans un appareil Soxhlet par 250^{cc} d'éther.

Agiter la solution avec 250^{cc} d'un mélange à parties égales d'eau et d'une solution saturée de bisulfite de soude dans une boule à décantation. La vanilline se dissout dans la solution aqueuse.

Décanter l'éther et le traiter une seconde fois par le mélange bisulfite, décanter.

Réunir les liquides bisulfite, traiter leur mélange par un volume et demi de SO²H² dilué à 3/5, puis par un courant d'hydrogène pour les débarrasser de SO², enfin par trois fois 300^{cc} d'éther; agiter à plusieurs reprises, décanter l'éther et le distiller à basse température. Lorsque son volume est réduit à 15 ou 20^{cc}, évaporer le résidu dans une capsule tarée à l'air libre et le dessécher sur l'acide sulfurique; peser.

Le poids de ce résidu représente le poids de la vanilline.

Falsifications. — La vanille est rarement employée en poudre.

Entière on la falsifie par épuisement, puis en la badigeonnant de baume du Pérou, pour la saupoudrer ensuite d'acide benzoïque en petits cristaux, ou de vanilline artificielle.

L'épuisement se reconnaîtra au dosage des extraits alcoolique et éthéré, et à celui de la vanilline.

L'addition de vanilline artificielle sera mise en évidence par ce fait que la teneur en vanilline étant élevée ou normale, les extraits alcoolique et éthéré seront faibles.

L'addition d'acide benzoïque (dont il existe une petite quantité dans la vanille) se reconnaîtra en raclant la gousse et en déterminant le point de fusion du givre obtenu. L'acide benzoïque fond à 120°, la vanilline à 84° (1); de plus, les cristaux de vanilline vraie sont des aiguilles implantées perpendiculairement à la surface de la gousse, tandis que les cristaux accolés artificiellement sont appliqués parallèlement à la gousse.

CORNICHONS.

Les cornichons employés comme condiments sont bouillis avec du vinaigre dans des *bassines en cuivre*, après avoir été salés.

La composition des cornichons frais est la suivante (Kœnig) :

Eau	95.20
Cendres	0.44
Cellulose	0.78
Matières grasses	0.09
Matières azotées	1.18 (le dosage se fait

comme dans les farines).

Les cendres sont riches en sulfate.

Les seuls essais que l'expert soit appelé à faire dans ces produits sont :

L'examen du vinaigre ;

La recherche du cuivre et des agents conservateurs.

On examinera le vinaigre par les procédés indiqués page 195 et suivantes ; mais il ne faut pas perdre de vue que le vinaigre des cornichons précipite abondamment par l'azotate d'argent additionné d'acide nitrique (chlorure de sodium) et par le chlorure de baryum en présence d'acide chlorhydrique (sulfates des cornichons).

Recherche et dosage du cuivre : Peser une certaine quantité de cornichons (de 15 à 30^g), puis écraser les fruits dans un mortier au moyen d'un pilon en bois. Introduire la pulpe obtenue dans un ballon, ajouter de l'eau de manière à former une pâte liquide, puis verser dans le ballon de l'acide chlorhydrique pur. Ajouter alors du chlorate potassique au mélange et procéder à la destruction des matières organiques par la méthode de Frésenius et Babo.

On remarque qu'une certaine quantité de matière (cellulose) résiste à l'action du chlore ; séparer le résidu par filtration (sur papier filtre

(1) Si la vanilline est mélangée d'acide benzoïque, on peut le lui enlever au moyen d'une solution diluée de Co^3Na^2 . On le précipite par HCL de cette solution et on le caractérise par son point de fusion.

bien exempt de cuivre), laver et incinérer dans un fourneau à moufle, après dessiccation. Rechercher et doser le cuivre dans les cendres. (Voir charcuteries).

GIROFLE.

La girofle (ou clou de girofle) est le bouton floral mur, desséché, du *caryophyllus aromaticus*.

Les clous de girofle de bonne qualité doivent être intacts, de couleur brune; composés du calice et de la corolle (cette dernière formé une petite calotte sur les étamines et le pistil); ils doivent, sous la pression du doigt, laisser suinter un peu d'huile.

Leur composition est la suivante :

Cendres totales, 7 % au maximum,

— insolubles dans HCl à 10 %, 1 % au maximum.

Huile essentielle 12 à 16 % (10 % au minimum).

Pour doser l'huile essentielle, mélanger, dans une cornue tubulée de 200" de capacité, 10 à 20 grammes de la substance, avec une solution faite à partie égale d'eau et de salicylate de soude; adapter au col de la cornue un tube de verre creux, recourbé en son milieu, presque à angle droit; distiller dans un courant de vapeur d'eau arrivant par un tube recourbé, pénétrant par la tubulure de la cornue jusqu'au fond du liquide. (Voir Muscade, page 503.) Continuer la distillation jusqu'à ce qu'il ne passe plus d'huile essentielle.

Saturer le liquide distillé avec du chlorure de sodium et l'agiter avec de l'éther dans une boule à décantation.

Décanter la couche éthérée et la mettre en contact pendant quatre jours avec du chlorure de calcium fondu, décantier la solution éthérée et séparer l'essence par distillation à + 30° (Lenz).

La girofle entière est surtout falsifiée *par épuisement* de son huile essentielle par distillation; le clou de girofle ainsi épuisé est noir, peu huileux, il moisit facilement, il a perdu son odeur aromatique et sa saveur brûlante, il est devenu plat et a perdu une partie de son volume, pressé entre les doigts il ne fournit plus d'huile essentielle; le dosage de l'huile essentielle mettra sur la voie de cette falsification.

Pour masquer l'épuisement, il arrive qu'on enrobe le clou de girofle d'une huile grasse contenant de l'essence de girofle. L'aspect extérieur du clou de girofle, le dosage de l'essence, suffiront pour déceler cette falsification.

VIII

Aliments stimulants.

Café (et succédanés), Thé, Chocolat, Cacao.

CAFÉ.

On trouve le café sous trois formes commerciales : *le café vert, le café torréfié en grains, le café torréfié et moulu.*

A) Café vert.

L'analyse d'un café vert comprend :

- 1° L'examen des caractères organoleptiques ;
- 2° L'analyse chimique proprement dite ;
- 3° La recherche des altérations et falsifications.

1° Examen des caractères organoleptiques.

Le grain de café est une graine plan-convexe plus ou moins allongée ou arrondie, dont la face plane est traversée en son milieu par un sillon longitudinal, contenant encore les restes du tégument de la graine. (Les grains artificiels se reconnaissent à l'œil nu par leur courbure irrégulière souvent un peu anguleuse). Les grains mal murs ou avariés présentent généralement une couleur noirâtre.

2° Analyse chimique.

L'analyse chimique, qui doit être précédée d'un triage mécanique fait à la main pour en séparer les impuretés naturelles (débris de coque, pierres, etc.), dont le poids ne doit pas dépasser 2 % du poids du café, comporte :

- 1° Le dosage de l'eau ;

2° Le dosage et l'analyse des cendres ;

3° — de la caféine.

L'analyse complète comporte en outre :

Le dosage de l'extrait aqueux ;

— du sucre réducteur ;

— de la cellulose ;

— de l'extrait éthéré (matières grasses) ;

— de l'azote total.

Eau. — Prendre 10 grammes de café finement pulvérisé, les placer dans une capsule tarée et sécher à l'étuve à 110° pendant 6 ou 8 heures, peser la capsule refroidie ; la perte du poids multipliée par 10 donne l'eau pour 100 de café.

La teneur normale est de 7 à 12 %.

Cendres. — Porter le résidu précédent à l'entrée d'un moufle (figure 48), en ayant soin de recouvrir la capsule pour éviter les projections ; la combustion terminée, enlever le couvercle, pousser la capsule plus avant dans le moufle, chauffer jusqu'à obtention de cendres blanches sans dépasser le *rouge sombre*.

Après refroidissement, peser la capsule, l'augmentation de poids de la capsule multiplié par 10 donne le poids des cendres de 100 grammes de café : Teneur normale 3 à 4 %.

Les cendres du café de bonne qualité sont blanches, riches en éléments solubles dans l'eau (7 % de leurs poids) ; solubles dans la proportion de 75 % de leur poids, dans HCL dilué ; elles contiennent 1 % de leur poids de chlore (au maximum).

Analyse des cendres. — Dans le cas où le poids des cendres serait supérieure à 1 %, on y doserait le chlore en les traitant par AzO^3H dilué, additionnant la solution de CO^3Ca exempt de chlorures, et titrant le chlore dans cette solution au moyen de la solution $\frac{N}{10}$ d'azotate d'argent en présence du chromate neutre de potassium comme indicateur, jusqu'à teinte rouge persistante. (Voir Sel marin.)

1^{re} de cette solution = 0^{re}00355 chlore.

Extrait aqueux et sucre. — Peser 10 grammes de café pulvérisé, et les épuiser complètement par l'eau distillée bouillante dans un appareil à épuisement, diviser le liquide obtenu en deux parties.

Évaporer la première dans une capsule tarée, dessécher le résidu, l'augmentation du poids de la capsule multiplié par 20 donne le poids d'extrait aqueux de 100 grammes de café.

Traiter la seconde partie par l'alcool (pour précipiter les matières albuminoïdes), filtrer, évaporer l'alcool du filtrat, ramener le filtrat à son volume primitif par addition d'eau, et dans cette liqueur doser le sucre

réducteur par la liqueur cuivrique. Le poids ainsi trouvé, multiplié par 20, donne le sucre réducteur de pour 100 de café.

Teneur normale : 5 à 12 %.

Cellulose. — Traiter le résidu provenant de l'épuisement par l'eau, par 100° d'une solution de soude à 2 %, faire macérer 24 heures, recommencer deux fois cette opération, épuiser le résidu de ces macérations par 100° d'une solution à 1 % d'HCL, laver à l'eau le dernier résidu provenant de ces épuisements, le sécher à 110° et le peser. En multipliant par 10 le poids ainsi obtenu, et en déduisant le poids des cendres pour 100, on a la quantité de cellulose brute pour 100 de café.

Caféine (Méthode Balland) (1). — Deux grammes de café vert ou torréfié, préalablement moulu, sont mêlés, dans une capsule de porcelaine, avec 2 grammes de magnésie calcinée. On ajoute 150° d'eau distillée ; on chauffe à l'ébullition, que l'on maintient jusqu'à ce que le volume soit réduit de moitié ; on retire du feu, on laisse reposer pendant quelques secondes et l'on verse, sur un filtre, le liquide chaud surnageant le dépôt qui reste dans la capsule. On ajoute 100° d'eau distillée après avoir chauffé jusqu'à réduction de moitié, on opère comme précédemment, sur le même filtre. On ajoute encore au dépôt 75° d'eau distillée, on fait bouillir pendant quelques minutes et l'on jette sur le filtre en une fois, tout le contenu de la capsule ; on lave à plusieurs reprises à l'eau distillée bouillante (environ 50°). Les liqueurs filtrées provenant de ces opérations successives et contenant toute la caféine du café sont évaporées à feu nu, en agitant, s'il est nécessaire, de façon à éviter la carbonisation sur les bords. Dès que le volume est réduit à 40 ou 50°, on ajoute des rognures de papier filtre (environ 2 gr.) et l'on achève la dessiccation à l'étuve en ayant le soin, de temps à autre, de rassembler avec le papier l'extrait adhérent aux parois.

Lorsque la dessiccation est complète, on introduit, sans le tasser, le contenu de la capsule dans un tube effilé (2) où on a préalablement enfoncé de la ouate à l'aide d'une baguette de verre, sur une épaisseur d'environ trois centimètres. On remplit le tube avec de l'éther sulfurique à 65° ayant servi à laver

(1) *Annales d'hygiène et de Médecine légale*. Décembre, 1904.

(2) Les tubes numérotés que l'auteur emploie de préférence et servent pour l'extraction des matières grasses dans les produits alimentaires, sont bouchés à l'émeri. Ils ont un diamètre intérieur de 0^m22, sans comprendre le petit tube ouvert de 2 à 3 centimètres et de 15 millimètres de diamètre qui est soudé à la partie supérieure. *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6^e série, t. XX (16 décembre 1904).

la capsule, on bouche et, après quelques heures de contact, on laisse écouler, dans un mince cristalliseur de verre de 100 à 120^{es} (diamètre : 0^m05) une première fois le tiers de l'éther, puis successivement les deux autres tiers à des intervalles de une à deux heures.

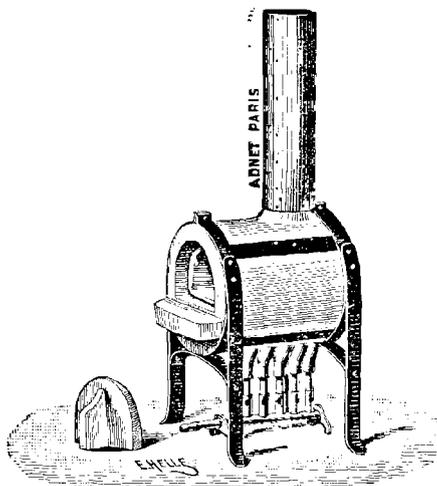


Figure 48.

On répète sept fois la même opération, ce qui n'exige en tout que 80 à 90 grammes d'éther. Les trois premiers traitements correspondant à neuf épuisements fractionnés donnent environ les deux tiers de la caféine ; les derniers n'en donnent plus que des traces. La caféine cristallisée ainsi obtenue est accompagnée d'un peu de graisse ; pour en avoir le poids exact, on porte le cristalliseur à l'étuve pendant quelques instants, on pèse ; on remplit peu à peu le cristalliseur d'eau distillée froide à l'aide d'une pipette, de façon à ne pas détacher la matière grasse qui adhère aux parois ; on laisse, pendant douze heures, on décante sans entraîner la graisse, puis on dessèche à l'étuve et pèse à nouveau. La différence donne la caféine contenue dans 2 grammes de café ; on ramène à 100 grammes par le calcul.

Procédé Grandval et Lajoux. — Sur 5 grammes de café assez finement pulvérisé, contenus dans une petite capsule de porcelaine, on verse 5 grammes d'éther additionnés de 1 gramme d'ammoniaque, en

ayant soin d'agiter vivement ce mélange dans un tube à essai et de le faire couler assez vite pour que les liqueurs n'aient pas le temps de se séparer. Pour que la poudre s'imprègne d'une manière uniforme, on la triture avec l'extrémité fermée du tube à essai, puis on l'introduit, après l'avoir additionnée de sable lavé et séché, dans un appareil à épuisement à chaud de Soxhlet (fig. 47). On emploie 50° de chloroforme pour l'épuisement qui est terminé en deux heures. On évapore ensuite le chloroforme au bain-marie, et l'on continue à chauffer jusqu'à ce que l'odeur de ce dernier ait complètement disparu. On ajoute ensuite un centimètre cube d'acide sulfurique au 1/10, que l'on promène sur les parois du ballon, et qu'on laisse en contact pendant quelques minutes. Cette addition a pour but de retenir les matières grasses et colorantes, ainsi que la chlorophylle, et d'obtenir de la caféine incolore.

Le résidu acidulé est épuisé par l'eau bouillante, par petites portions successives, en versant chaque fois le liquide sur un filtre de papier Berzélius, sans plis, humecté d'eau, qui retient les matières grasses résineuses, ainsi que la chlorophylle. Les dernières gouttes filtrées, ne précipitant plus par une solution concentrée de tanin, on sursature la liqueur filtrée avec de l'ammoniaque et on l'évapore au bain-marie. Le résidu est repris par le chloroforme, qu'on verse sur un petit filtre sans pli et qu'on ajoute par petites parties. En évaporant lentement et sans ébullition, la solution chloroformique dans une capsule tarée, on obtient la caféine pure, incolore et nettement cristallisée.

Extrait éthéré (Matières grasses). — On prend 10 grammes de café finement pulvérisé, et on les dessèche à 100-110°; on traite la poudre par 100° d'éther de pétrole froid, on laisse macérer 8 jours en agitant souvent. On évapore ensuite l'éther à basse température dans une capsule tarée, puis on dessèche le résidu à 100°, enfin on pèse.

Azote total. — On le dose comme dans la farine.

3° Recherche des altérations et des falsifications.

L'altération la plus commune est l'*avarie* par l'eau de mer.

Les falsifications principales sont : le *mouillage* au moyen de l'eau, la *coloration artificielle*, soit par torréfaction légère, soit au moyen de substances minérales plus ou moins toxiques ou de couleurs organiques.

Le café *avarié* en mer, repêché et *travaillé* (lavé, séché et recoloré) répand une odeur désagréable de moisi et fournit un poids de cendres supérieur à 4 %. Dans ce dernier cas, on dosera dans les cendres les chlorures (voir page 511); un bon café ne doit pas contenir plus de 0°03.5 % de chlore.

En outre, les cendres pourront contenir des traces notables de cuivre, que l'on pourra reconnaître en traitant les cendres par de l'eau aiguisée d'AzO³H. La solution donnera une coloration bleue par l'ammoniaque et brune par le ferrocyanure de potassium en solution acidulée par l'acide acétique.

Le *mouillage* sera indiqué par une proportion d'eau dépassant 12 %.

La coloration artificielle consiste à colorer en vert les grains jaunes des variétés inférieures; cette coloration s'obtient :

1° Par le sulfate de fer, que l'on reconnaîtra en lavant les grains de café avec de l'eau, la liqueur obtenue se colorera en bleu par le ferrocyanure de potassium.

2° Par l'indigo ou le bleu de Prusse, qui seront entraînés par l'eau; par incinération du résidu, le bleu de Prusse laissera du Peroxyde de fer que l'on caractérisera comme il est dit au chocolat (page 528); l'indigo au contraire ne laissera aucun résidu, et sa volatilisation sera accompagnée de la formation de vapeurs violettes (1).

3° Par le curcuma que l'on recherchera comme dans le thé.

.B) Café torréfié en grains.

L'examen de ce café se fera comme celui du café vert. Sa composition est notablement différente de celle du café vert, il contient beaucoup moins d'eau (il ne doit pas en contenir plus de 4 %); il en résulte une augmentation pour les autres éléments, sauf pour le sucre réducteur, qui n'y existe qu'à l'état de traces (au maximum 1 à 1^{rs}5 %).

Voici, d'après Kœning, la proportion pour 100 des principaux éléments des cafés vert et torréfié :

Nature du Café.	Eau.	Caféine.	Matières grasses.	Sucre réducteur	Cellulose.	Cendres.	Azote total.	
Café vert . .	minimum.	8.0	0.8	11.4	5.8	16.6	3.5	1.1
	maximum.	12.0	1.8	14.2	7.8	42.3	4.0	2.2
Café torréfié	minimum.	0.4	0.8	10.5	0.0	26.3	4.0	1.3
	maximum.	4.0	1.8	16.5	1.1	51.0	5.0	2.7

Altérations et falsifications. — Outre les altérations et falsifications décrites précédemment et que l'on recherchera de la même façon, le café torréfié en grains peut être additionné :

α) *De grains factices* fabriqués avec des mélanges de marc de café, d'amidon et d'argile; les grains factices se reconnaissent à leur forme,

(1) Pour se prononcer sûrement sur la présence de l'indigo et du bleu de Prusse, on fera les cendres de 20 gram. de café et on caractérisera ces substances comme suit :

L'indigo est soluble seulement dans SO^4H^2 qui ne détruit pas sa couleur, mais sa couleur disparaît au contact d'un sulfure alcalin, ou d'un sel ferreux ou du chlore; Azo^3H le décolore en le transformant en acide picrique jaune.

Le bleu de Prusse est insoluble dans l'alcool, il se dissout dans l'acide oxalique en donnant une liqueur bleue; il se décolore par SO^4H^2 concentré et le produit obtenu redevient bleu par les alcalis; le chlore ne le décolore pas; la potasse le détruit en produisant du ferrocyanure de potassium qui précipite les sels ferriques en régénérant le bleu de Prusse.

à leur densité plus considérable (ils ne surnagent pas lorsqu'on les projette sur l'eau), à leur son mat, enfin à la désagrégation qu'ils subissent au contact de l'eau ;

β) *De liquides* provenant de la condensation des produits qui s'échappent de la torréfaction (produits qui peuvent devenir toxiques à cause des bases pyridiques et quinoléiques qu'ils contiennent). Cette sorte de mouillage sera reconnue par la proportion d'eau contenue dans le café.

γ) *De sucres ou de mélasses* ou de matières grasses (enrobage) qui sont introduites pendant (sucre, mélasse) ou après (résines, borax) la torréfaction ; les premières en se caramélisant, donnent à l'infusion de café une couleur foncée et forment, à la surface du grain, un vernis qui conserve au café son arôme ; une proportion de sucre réducteur élevée, la présence de sulfate de chaux dans les cendres (Voir Sucres, page 300) mettrait sur la trace de ces falsifications. Enfin, la quantité de matière grasse susceptible d'être enlevée par lavage à l'éther, ne doit pas dépasser 1,5 %.

Dosage de la glaçure (enrobage aux sucres). — Introduire 20 grammes de grains de café torréfiés et sans cassures, dans un flacon de 1 litre, y ajouter 500^{cc} d'eau et agiter le tout pendant cinq minutes ; passer le liquide à travers un tamis, filtrer ; prélever 250^{cc} de liquide, les évaporer au bain-marie et dessécher le résidu pendant trois heures à 105° ; peser, calciner, peser de nouveau.

La différence entre les deux pesées donne le poids de matières caramélisées solubles provenant du glaçage (Forschungsberichte 1896, page 350).

Cette quantité ne doit pas être supérieure à 3 % du café.

L'enrobage se fait quelquefois avec des résines ou du borax.

L'enrobage par les résines sera décelé en faisant macérer le café pendant 24 heures dans l'alcool à 95° et caractérisant, dans la solution, la présence d'une résine (précipitation par l'eau).

L'enrobage au borax sera décelé par l'examen des cendres ; en traitant les cendres par SO⁴H³ concentré, puis par une petite quantité d'alcool méthylique, enfin en enflammant le mélange, l'alcool brûlera avec une flamme bordée de vert.

C) Café torréfié et moulu.

L'analyse de cette sorte de café doit se faire comme précédemment, mais ce produit étant fréquemment falsifié, certaines opérations spéciales deviennent nécessaires. Voici une marche systématique d'analyse :

A) On commencera par faire une infusion de café et on la dégustera, on notera son odeur, sa saveur.

B) Sur la poudre elle-même on dosera successivement l'eau (au maximum 4 %) (1), les cendres [au maximum 5 %] (2).

(1) Au-delà de 5 % conclure au mouillage.

(2) Un excès de cendres peut provenir d'impuretés naturelles résultant d'un triage insuffisant (pierrailles) de produits minéraux ajoutés pour colorer le café, de succédanés du café riches en cendres (chicorée), d'une falsification directe par des matières minérales.

C) Peser dans une capsule de platine tarée 10 grammes de café, dessécher à l'étuve (on peut, pour cette opération, prendre le résidu du dosage de l'eau), incinérer avec précaution à la flamme du gaz, porter au rouge jusqu'à cendres charbonneuses, laisser refroidir, écraser les fragments de charbon avec un agitateur en verre aplati à l'une de ses extrémités, incinérer de nouveau au rouge, traiter le résidu à quatre ou cinq reprises par de l'eau bouillante aiguisée d' AzO^3H , décanter sur un petit filtre.

a) Placer le filtre dans la capsule, l'humecter d'une solution de nitrate d'ammoniaque, sécher, puis calciner, pour avoir un résidu blanc; peser après refroidissement. L'augmentation de poids de la capsule, multiplié par 10, donnera les cendres insolubles de 100 grammes de café.

b) Evaporer la solution filtrée à la flamme de l'alcool et dans une capsule tarée jusqu'à absence de résidu charbonneux, après refroidissement peser; l'augmentation de poids de la capsule multiplié par 10 donnera les cendres solubles de 100 grammes de café.

Reprendre ce résidu par 50^{cc} d'eau aiguisée de AzO^3H , verser dans la solution ainsi obtenue 2^{cc} d'une solution à 2 % d'alun de fer et titrer les chlorures au moyen des solutions de sulfo-cyanure d'ammonium et d'azotate d'argent. (Voir Sel marin).

On obtient ainsi la quantité de chlore contenue dans 10 grammes de café (1).

d) Epuiser complètement 10 grammes de café par l'eau bouillante.

On commencera par prendre la densité de cette décoction; cette densité devra être comprise entre 1,008 et 1,009.

On divisera la décoction en deux parties :

L'une servira à doser l'extrait par évaporation (2) [25 % en moyenne].

L'autre servira à doser les sucres réducteurs (3) [maximum 1 à 2 %].

Sur le résidu de l'action de l'eau bouillante doser la cellulose. (Voir page 512.)

La caféine sera dosée par le procédé Balland. (Voir page 512.)

Altérations et falsifications. — Les falsifications les plus fréquentes sont :

- 1° L'addition de café épuisé;
- 2° — de farines étrangères;
- 3° — de chicorée.

La présence du café épuisé dans le café moulu sera reconnue :

Parce que la densité de la décoction de café sera inférieure à 1,009; par les poids de l'extrait (inférieur à 25 %), des cendres (inférieur à 4 %), de la caféine (inférieur à 0,80 %).

(1) Une proportion exagérée de chlore peut provenir d'une avarie par l'eau de mer ou d'une falsification par la chicorée.

(2) Une proportion exagérée d'extrait peut être l'indice d'une falsification par la chicorée (70 %), les figues torrifiées (82 %), les céréales (seigle, froment) torrifiées (48 %), le malt torrifié 65 %.

Une diminution dans la proportion d'extrait peut résulter de l'épuisement partiel du café, ou de la falsification par des matières minérales, ou encore de l'emploi de noyaux de dattes.

(3) Une proportion exagérée de sucre indiquera la chicorée.

L'addition de farines de céréales, de légumineuses, de fécule de pomme de terre, sera reconnue au microscope (1) [Voir Farines.] Voir aussi page 517, note 2.

La chicorée sera reconnue :

1° Parce que la densité de la décoction de café sera supérieure à 1,009, le poids de l'extrait supérieur à 25 %, celui du sucre supérieur à 2 %. Le poids des cendres et du chlore qu'elles contiendront seront deux éléments sérieux d'appréciation ; un poids de cendres supérieur à 4 % (si le café n'est pas additionné de matières minérales) indiquera une addition de chicorée ; le chlore contenu dans les cendres ne doit pas dépasser 0^{rs}3.5 %.

2° *Par la diminution dans le poids de la caféine.*

Par l'essai de l'acide chlorhydrique : 3° Une pincée de café moulu projetée sur l'eau aiguisée de HCL surnagera le liquide sans le colorer, si le café est pur ; ce café tombera au fond du verre en colorant l'eau en brun, s'il est additionné de chicorée. La poudre déposée au fond du verre, examinée au microscope, laissera voir de grosses taches et surtout des gros vaisseaux rayés qu'on ne rencontre jamais dans le café (1).

Si on fait infuser le café quelques minutes dans l'eau bouillante et qu'on écrase le marc sur un tamis, les grains de chicorée s'écraseront facilement (et le microscope montrera leurs éléments), les grains de café resteront durs et consistants.

Dosage approximatif de la chicorée. — M. Kartz (*Revue internationale des falsifications*) fait ce dosage par un titrage avec une solution d'azotate d'argent à 4 gr. 788 par litre, dont 1^{re} = 0 gr. 001 CL. Sa méthode est fondée sur la présence de chlore dans la chicorée, cette substance s'y trouve en quantité neuf fois plus grande (0^{rs}28 %) que dans le café moulu.

Pour titrer, on prend 25 grammes de café que l'on réduit en cendres, puis on traite le résidu par l'eau acidulée par Azo³H ; dans la solution additionnée de C³OCa pour la neutraliser, on verse la solution d'azotate d'argent en présence du chromate neutre de potassium. L'auteur emploie 7,5 centicubes de la solution de nitrate d'argent avec le café pur. Par contre, pour titrer la même quantité de chicorée (25 grammes) il faut 80^{cc} de la même solution d'argent.

Si donc on emploie 12^{cc} de solution d'argent, 25 grammes de café contiennent approximativement :

(1) Pour faire l'examen microscopique on fera d'abord quelques préparations avec le café délayé simplement dans la glycérine diluée, et on traitera la préparation par l'eau iodée, pour mettre en évidence les grains d'amidon, de céréales, légumineuses, etc.

Chauffer ensuite à l'ébullition une petite quantité de café avec une solution de potasse à 20 %, laver à grande eau le résidu insoluble, faire des préparations que l'on montera dans la glycérine diluée après avoir dissocié avec une aiguille les fragments volumineux.

Si l'on a affaire à du café pur on constatera :

La présence des cellules de l'albumen brunes, à parois épaisses, irrégulièrement sinuées, renfermant des gouttelettes huileuses.

L'absence de vaisseaux rayés, ponctués, et de grandes cellules à parois minces (chicorée, de vaisseaux lactifères et de cristaux d'oxalate de chaux en étoile (figues), de cristaux en aiguilles (raphides), de fruits de palmier.

$$12 - 7.5 (25 - x) = y = \frac{80x}{25}$$

$$x = \frac{y \times 25}{80} = \frac{6.75}{4.5} = 1.64 \text{ de chicorée.}$$

x = quantité de chicorée contenue dans 25 gr. de café.

y = nombre de cc. de solution correspondant à la chicorée contenue dans les 25 grammes de café.

Succédanés du café.

Il existe un certain nombre de produits végétaux dont on se sert pour remplacer le café ; ces produits n'ont, avec le café, que deux propriétés communes : ils sont torréfiés et peuvent donner, par infusion avec l'eau chaude, un liquide brun d'odeur empyreumatique.

Les produits les plus répandus de ce groupe sont :

La chicorée.

Les noyaux de figes et de dattes.

Les graines de céréales.

Les glands.

La composition de ces divers produits est résumée dans le tableau suivant :

Nom des Matières torréfiées.	Eau.	Matières azotées.	Matières grasses.	Sucre réducteur.	Autres matières non azotées.	Cellulose.	Cendres.	Matières solubles dans l'eau.
Chicorée.....	13.16	6.53	2.74	17.89	41.42	12.07	6.19	61.02
Id.	12.16	6.09	2.05	15.87	46.71	11.00	6.12	63.05
Id.	10.69	6.29	1.52	15.54	55.00	6.11	4.85	58.52
Glands épluchés.....	12.85	6.13	4.01	8.01	62.00	4.98	2.02	—
Figes.....	18.98	4.25	2.83	34.19	29.15	7.16	3.44	73.91
Caroubes.....	5.35	8.93	3.65	69.83		10.15	2.09	63.71
Dattes.....	9.27	5.46	8.50	52.86		23.97	1.05	—
Haricots.....	4.22	27.06	1.19	3.25	40.37	17.28	4.63	21.55
Céréales.....	15.22	11.84	3.46	3.92	49.37	11.35	4.84	45.11

La chicorée présente le plus d'intérêt, en raison de son emploi pour la falsification du café.

Composition de la chicorée (Petermann).

EN SEMOULE.		EN POUDRE.			
Eau (perte à 100°-105° C.) . .	16.28	Eau (perte à 100°-105° C.) . .	16.96		
57.96 % de matières solubles dans l'eau chaude.	Sucre (glucose).	26.12	56.90 % de matières solubles dans l'eau chaude.	Sucre (glucose).	23.79
	Dextrine, gomme inuline	9.63		Dextrine, gomme inuline	9.31
	Matières albumi- noïdes	3.23		Matières albumi- noïdes	3.66
	Matières miné- rales	2.58		Matières miné- rales	2.55
	Matières coloran- tes et amères	16.40		Matières coloran- tes et amères	17.59
25.76 % de matières insol- ubles.	Matières albumi- noïdes	3.15	26.14 % de matières insol- ubles.	Matières albumi- noïdes	2.98
	Matières miné- rales	4.58		Matières miné- rales	5.87
	Matières grasses.	5.71		Matières grasses.	3.92
	Cellulose	12.32		Cellulose	13.37
	100.00		100.00		

Les cendres contiennent toujours une forte quantité de matières minérales insolubles dans HCL (50 à 60 % de leur poids); une circulaire ministérielle du 9 mars 1855 fixe de 6 à 12 % le maximum des cendres que doivent donner les chicorées en semoule et en poudre.

La chicorée est sujette à de nombreuses falsifications. Voici comment M. Ruffin (Annales de Chimie analytique, 1898, page 114), procède pour se prononcer sur la pureté d'une chicorée.

α) *Doser les matières solubles dans l'eau distillée chaude*, en traitant 15 grammes de chicorée desséchée à 100°, par 150° d'eau distillée, dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux. Après une demi heure d'ébullition, on laisse refroidir et on filtre sur un filtre séché et taré; on lave à l'eau bouillante le produit resté sur le filtre, jusqu'à ce que les eaux de lavage passent incolores, on dessèche alors le filtre et son contenu à + 100°, on pèse.

Par différence on obtient le poids de matières solubles dans l'eau chaude : le poids est en moyenne de 62.25 %.

β) *Doser les principes volatils à 100°*, en maintenant 20 grammes de chicorée dans un courant d'air chauffé à 100°, jusqu'à poids constant; on doit obtenir ainsi en moyenne 11.40 %.

γ) *Doser les cendres totales* de la chicorée desséchée à + 100°; on doit obtenir en moyenne 7.22 %; puis *les cendres insolubles dans l'eau* (en moyenne 5.80 %), enfin *les cendres solubles dans HCL à 1/10°* (en moyenne 4.93 %).

Les falsifications que l'on fait subir à la chicorée sont surtout :

Le mouillage, qui sera caractérisé par l'augmentation du poids de l'eau.

L'épuisement, caractérisé par l'augmentation des cendres et la diminution du poids de l'extrait aqueux.

L'addition de matières minérales. On tolère 8 % de cendres au maximum pour la chicorée en grains, et 10 % pour la chicorée sèche en

poudre : au-dessus de ces limites on concluera à l'addition de matières minérales ou à un nettoyage imparfait.

L'addition de glands de chêne sera caractérisé par la présence de tanin dans le liquide aqueux, provenant du lavage de la chicorée pour la détermination de l'extrait aqueux.

THÉ.

Le thé est constitué par les bourgeons et les feuilles du *Thea Chinensis*, que l'on a soumis à la torréfaction après leur avoir fait subir diverses manipulations ; suivant le mode de préparation employée, on obtient le thé vert ou le thé noir.

L'examen du thé noir ou vert comprend :

- 1° Détermination des caractères morphologiques et microscopiques de la feuille ;
- 2° Analyse chimique proprement dite ;
- 3° Recherche des altérations et des falsifications.

1° Caractères morphologiques et microscopiques.

Les feuilles de thé sont généralement roulées sur elles-mêmes en bâtonnets ou en boules ; pour en déterminer les caractères morphologiques et microscopiques, on les laisse digérer dans l'eau, jusqu'à ce qu'on puisse facilement les dérouler et les étendre sur une lame de verre. On les sèche alors au papier buvard.

Puis on examine les feuilles à l'œil nu et à la loupe. La feuille présente un pétiole court, une nervure médiane très saillante sur la face inférieure ; les nervures secondaires se détachent à angle aigu de la nervure médiane et avant d'arriver au bord de la feuille, s'incurvent vers le haut, allant s'anastomoser chacune avec la nervure secondaire immédiatement supérieure.

Le feuille est dentée finement presque jusqu'à la base, et les dents se terminent par un petit *bourrelet brun ou noirâtre, recourbé de façon à constituer une sorte de petite griffe.*

On examine ensuite les caractères microscopiques sur une coupe transversale de la feuille.

Cette coupe est nettement caractérisée par la présence sur l'épiderme de poils *unicellulaires* allongés en pointe longue, à parois épaissies, recourbés en crosse ; à l'intérieur du tissu de la feuille, dans le parenchyme, on voit des cristaux d'oxalate de chaux en macles étoilées et de grosses *cellules scléreuses* autour de la nervure principale surtout, cellules à parois épaissies, à contours très irréguliers, hérissés de protubérances pointues ou de bourrelets (cellules pierreuses).

La détermination des caractères organoleptiques du thé comportera l'examen de l'aspect, de l'odeur, de la couleur, de la limpidité et de la saveur d'une infusion chaude de thé. Cette infusion doit être limpide,

d'une belle couleur jaune doré et présenter (excepté pour les thés parfumés artificiellement) l'odeur caractéristique du thé, un goût légèrement amer.

2° Analyse chimique.

Elle comprend les déterminations suivantes :

- 1° Dosage de l'humidité ;
- 2° — des cendres totales, solubles et insolubles ;
- 3° — de l'extrait aqueux ;
- 4° Dosage de la théine (caféine) ;
- 5° Dosage du tannin.

Tous ces dosages, sauf celui du tannin, se font comme il a été dit au café : la séparation des cendres solubles et insolubles se fait comme il a été dit pour la chicorée.

Pour doser le tannin, on emploie la méthode de Fleck ; on épuise à trois reprises différentes, pendant une demi-heure, deux grammes de thé par 100^{cc} d'eau bouillante ; on réunit les liqueurs et on les traite encore chaudes par 30^{cc} d'une solution aqueuse d'acétate de cuivre (à 1/25) ; on recueille le précipité sur un filtre (le filtrat doit être vert si la solution cuivrique a été employée en quantité suffisante), on lave le précipité à l'eau chaude, on le dessèche, le calcine dans un creuset en porcelaine ; on reprend les cendres refroidies par AzO^3H ; on calcine de nouveau et on pèse l'oxyde de cuivre formé.

1 gramme oxyde de cuivre = 1^{er}306 tannin.

3° Recherches des altérations et des falsifications.

Les altérations et falsifications les plus fréquentes sont :

- 1° L'avarie par l'eau de mer ; on la détermine comme dans le café ;
- 2° L'épuisement ou le mouillage ;
- 3° L'enrobage et le coloriage ;
- 4° L'addition de matières minérales ;
- 5° L'addition de feuilles étrangères.

Epuisement ou mouillage. — Un thé partiellement épuisé donnera à l'analyse des résultats inférieurs pour l'extrait aqueux, le tannin, la caféine et les cendres solubles dont la proportion pourra devenir inférieure à celle des cendres insolubles.

La quantité de matières extractives varie entre 25 et 50 %, dans les thés purs séchés à l'air.

Enrobage et coloriage. — On ajoute aux feuilles abimées et imparfaites, du bleu de Prusse mélangé d'indigo, de la plombagine ou du gypse.

Bleu de Prusse. — Le thé agité avec de l'eau donne un dépôt que l'on caractérise par voie chimique. (Voir café vert.)

Indigo. — Paraît vert bleuté au microscope. Il est caractérisé par la soude caustique et par sa coloration en liqueur sulfurique. (Voir café vert.)

Curcuma. — Le curcuma se reconnaît en traitant le thé par l'alcool ; on obtient une solution jaune qui devient brun-rougeâtre au contact d'un alcali et redevient jaune par les acides. Cette coloration jaune se fixe *directement* sur la soie sans mordantage préalable, ce que ne font pas les autres matières colorantes jaunes.

Addition de matières minérales. — Une addition de matières minérales sera décelée par l'augmentation du poids des cendres et souvent aussi par la composition de ces dernières, on y trouvera des proportions anormales d'oxyde de fer, de silice, de calcaire, etc.

Plombagine. — On observe sous le microscope les particules brillantes de cette substance, qui noircit le papier blanc, comme un crayon.

Gypse. — On agite le thé avec de l'eau et on analyse le dépôt ; on caractérise l'acide sulfurique et la chaux.

Chromate de plomb. — A) Mettre en contact pendant 3-4 heures des feuilles de thé avec de l'acide azotique : décantier le liquide et exprimer les feuilles ; réunir le filtrat et le liquide exprimé, évaporer à sec ; reprendre le résidu par l'eau. Dans la solution, la présence du plomb est caractérisé par :

KI : précipité jaune soluble dans un excès de réactif ; SO^4Na^2 : précipité blanc noircissant par H^2S .

B) Faire bouillir les feuilles suspectes avec une solution de potasse ; filtrer ; évaporer la solution à siccité dans une capsule de porcelaine après y avoir ajouté du chlorate de potasse ; dans le cas de la présence d'un chromate, le résidu est *jaune* ; ce résidu dissous dans l'eau donne une solution jaune qui, saturée par $\text{C}^2\text{H}^2\text{O}^2$, précipite en jaune par les sels de plomb.

Matières astringentes. — La méthode de Hager décèle facilement le cachou.

Mode opératoire. — L'extrait de 1 gramme de thé dans 100^{cc} d'eau est mis à bouillir avec de la litharge en excès, on filtre. Une portion du filtrat donne, dans le cas d'addition de cachou, des flocons jaunes, puis bruns, par l'azotate d'argent. Le thé pur donnerait un précipité légèrement gris d'argent métallique. Par le perchlore de fer, dans le reste du filtrat, on a un précipité vert caractéristique.

Addition de feuilles étrangères. — Pour découvrir cette fraude, on compare les feuilles sous le microscope (1) à la véritable feuille de thé qui se caractérise par ses dentelures et ses stomates. Les nervures se recourbant avant d'atteindre le bord de la feuille, et chacune, s'incurvant et formant une boucle avec sa voisine (voir page 521). Les cellules pierreuses manquent dans les feuilles de saule, hêtre, frêne, framboisier, aubépine, prunellier, maté.

On peut enfin caractériser la théine dans un mélange des fragments des feuilles suspectes, toutes les parties de la feuille contenant de la caféine.

Mode opératoire. — On fait bouillir le fragment dans un verre de montre, on ajoute un volume égal de magnésie calcinée ; le liquide étant porté à l'ébullition est concentré jusqu'au volume d'une forte goutte,

(1) Voir Colin, *Journal de Pharmacie et de Chimie*, janvier 1900.

qu'on sublime dans une capsule. Si on obtient un sublimé cristallin, on a affaire à du thé ou à une feuille de plante de la tribu des *Camellia*. Dans le cas contraire, c'est une feuille étrangère. Les cendres aussi sont un indice de cette falsification, elles doivent contenir du manganèse et du potassium et être solubles en grande proportion dans l'eau.

Un bon thé ne contient pas plus de 12 % d'eau (en moyenne 10 %), 7 % de cendres, dont la moitié au moins soluble dans l'eau (les cendres sont vertes); il contient en moyenne 28 % d'extrait (thé vert) ou 25 % (thé noir); le thé de bonne qualité en contient jusqu'à 30-40 %; au moins 10 % de tannin (thé vert) ou 7,5 % (thé noir).

On doit considérer comme de mauvaise qualité un thé qui ne contient pas au moins 2 % de caféine, qui laisse des cendres non colorées en vert, et qui donne, par l'action de l'eau bouillante, une infusion incolore et un résidu insoluble égal ou supérieur au poids des cendres solubles.

Voici, d'après Kœnig, la composition centésimale des théés vert et noir :

Nature du thé.	Eau.	Caféine.	Extrait aqueux.	Tannin.	Cendres.	Cendres solubles.	
Thé vert.....	minimum....	4.7	1.5	27.4	8.4	4.9	2.0
	maximum....	7.8	2.9	50.0	22.1	8.2	5.0
Thé noir.....	minimum ...	5.1	1.2	26.4	8.2	5.5	2.6
	maximum ...	9.2	3.5	44.3	14.1	7.3	3.7

On voit que le thé vert se distingue surtout du thé noir par la proportion plus grande de tannin.

CHOCOLAT.

L'analyse du chocolat comprend :

- 1° L'examen des caractères organoleptiques ;
- 2° L'analyse chimique ;
- 3° La recherche des falsifications et des altérations.

1° Examen des caractères organoleptiques.

Le bon chocolat est lisse, brillant, sans yeux ni cavités, sa cassure est nette, sa saveur agréable; une saveur amère ou marine indique la présence de cacao avarié.

Il se dissout dans l'eau sans laisser de résidu sensible (matières minérales), et s'épaissit très peu par une cuisson prolongée (amidon).

2° Analyse chimique.

Eau. — Doser l'eau sur une prise de chocolat finement rapé (1.5 % en moyenne).

Cendres. — Au moufle par petites parties jusqu'à cendres blanches; l'odeur que dégage le produit en brûlant peu indiquer l'addition d'aromates, une couleur plus ou moins foncée des cendres indiquerait l'oxyde de fer.

Le poids des cendres est de 2 à 2.5 %. Si le poids est supérieur, doser les chlorures (voir page 511) et y rechercher les matières minérales (voir page 528).

Matières grasses. — Prendre 10 grammes de chocolat finement rapé, les épuiser par l'éther et le chloroforme. (Voir farines).

Evaporer la solution dans une capsule tarée : on aura ainsi la matière grasse dont le poids doit être de 20 à 25 %.

Trois jours après l'extraction, déterminer les caractères physique de la matière grasse. (Voir Cacao.)

Sucre. — A) *Méthode polarimétrique : Méthode approchée* (Schmitz). — Peser 10 grammes de chocolat, les dissoudre dans un ballon de 100^{cc} avec un peu d'eau, y ajouter 5^{cc} de sous-acétate de plomb liquide, compléter le volume à 100^{cc}, filtrer et examiner au polarimètre au tube de deux décimètres.

Le nombre de degrés d'arc lus, multiplié par 0.7518, donne la teneur en saccharose des 10 grammes de chocolat.

Méthodes exactes. — Le sucre trouvé par la méthode précédente peut être appelé le *sucre apparent*, car on néglige le volume de la partie insoluble.

M. CARLES indique (*Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux*, août 1898) le mode opératoire suivant, donnant le *sucre vrai* :

Introduire dans un ballon jaugé de 100^{cc}, 16^{cc}20 de chocolat finement rapé, y ajouter 80^{cc} d'eau et chauffer au bain-marie pendant une demi-heure, laisser refroidir, ajouter ensuite 2 à 3^{cc} de sous-acétate de plomb liquide, agiter, laisser refroidir, compléter le volume de 100^{cc} avec de l'eau distillée; filtrer, examiner au polarimètre au tube de deux décimètres.

Si on appelle N le nombre de degrés saccharimétriques lus, on aura la quantité de saccharose *x vraie* de 100 grammes de chocolat par

$$x = N - \frac{N \times 8.10}{100}$$

M. LEYS (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1902) fait deux pesées de 5 et 10 grammes de chocolat, les dissout chacune dans 100^{cs} d'eau après défécation et examine chaque solution filtrée au polarimètre, soit α et α' les déviations lues en *degrés d'arc*.

La quantité de sucre vraie x de 10 grammes de chocolat sera donnée par la formule

$$x = 0.752 \left(\frac{\alpha \alpha'}{\alpha' - \alpha} \right)$$

Cette méthode est la plus exacte, car elle s'applique à toutes sortes de chocolats, celle de M. Carles ne s'appliquant qu'au chocolat théorique contenant 50 % de sucre, 50 % de matières insolubles et ayant une densité voisine de l'unité.

Le chocolat doit renfermer 50 % de saccharose.

B) *Méthode par réduction*. — Prendre 50^{cs} de l'une des solutions précédentes préparées d'après la Méthode Leys pour l'examen polarimétrique, y ajouter 5^{cs} HCL, porter au bain-marie à + 70° pour intervertir le sucre. Doser le sucre par la liqueur de Fehling.

Le poids de sucre réducteur trouvé $\times 0,95 =$ saccharose. Rapporter ce poids à 100 grammes de chocolat ; ce poids doit être égal à celui trouvé par la méthode polarimétrique de Schmitz ; s'il y avait une différence notable, il y a lieu de rechercher et de doser le glucose par réduction de la liqueur cupro-potassique avant interversion et la dextrine (voir falsifications).

Amidon. — On dose l'amidon par saccharification. On prend 10 grammes de chocolat finement pulvérisé et on l'épuise successivement par l'éther de pétrole, l'éther, l'alcool, l'eau, l'eau légèrement alcaline (contenant 1 à 2 p. 1000 d'hydrate de sodium). Le résidu de l'épuisement par l'eau alcaline est lavé à l'eau par décantation et mis en suspension dans 200^{cs} d'eau acidulée par 2 grammes d'acide chlorhydrique. On introduit le mélange dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux et on fait bouillir pendant 24 heures. On a eu soin de tarer avant l'opération le ballon dans lequel se trouve le mélange : on ajoute, après refroidissement, la quantité d'eau nécessaire pour rétablir le poids primitif. L'amidon est ainsi transformé en glucose que l'on dose au moyen de la liqueur cupro-potassique. En multipliant par 10 la quantité de glucose trouvée pour les 10 grammes de produit, on a le poids de glucose contenu dans 100 grammes : soit x ce poids ; le poids d'amidon p. 100 sera $x \times 0,916$.

Cellulose. — Le résidu du dosage précédent lavé, séché à 110° et pesé, constitue la cellulose brute ou ligneux. En multipliant le poids obtenu par 10, on en obtient la quantité pour 100 grammes de produit. Il faut déduire de cette quantité le poids des cendres du résidu.

Théobromine (Procédé Maupy). — Cinq grammes de chocolat finement rapé, sont privés de matière grasse par contact pendant 12 heures avec 60 grammes d'éther de pétrole. La poudre dégraissée, est délayée avec 2 grammes d'eau distillée, puis introduite dans un petit matras en verre avec 20 grammes du mélange suivant :

Phénol pur cristaux.	15 grammes.
Chloroforme	85 —

Adapter un réfrigérant à reflux au matras, et maintenir l'ébullition au bain-marie pendant une heure; après refroidissement filtrer à la trompe; la poudre restant sur le filtre est traitée par deux décoctions successives d'une demi-heure avec 15 grammes de chloroforme pour chaque fois.

Réunir les liqueurs chloroformiques, chasser le chloroforme par distillation, et maintenir (après distillation) le ballon plongé dans l'eau bouillante, jusqu'au col, pendant une demi-heure au moins.

Après refroidissement, traiter le résidu par 40 grammes d'éther à 65° B, agiter et abandonner au repos 6 heures. La théobromine se précipite, tandis que la caféine, la matière colorante et les dernières traces de matières grasses restent en dissolution; décanter l'éther et recueillir le précipité sur un double filtre équilibré.

Laver la théobromine avec quelques centimètres cubes d'éther (en ayant soin pendant l'opération de recouvrir l'entonnoir avec une lame de verre), sécher les filtres, les séparer et les peser.

Un bon chocolat doit donner à l'analyse :

25 % de matière grasse fondant de 29 à 32°5 ;
2 à 3 % de cendres ; 3 à 4 % d'amidon ; 0.50 % de théobromine ; 50 % de sucre (saccharose).

3° Recherches des falsifications et des altérations.

Les falsifications les plus communes sont :

- 1° L'addition des farines, de féculé de pomme de terre ou de dextrine ;
- 2° L'addition de sucre de glucose ;
- 3° — de matières grasses (huiles, suif, etc.) ;
- 4° — de matières minérales ;
- 5° — de gélatine.

L'addition de matières féculentes se reconnaît par une teneur anormale du chocolat en amidon, et pratiquement au goût pâteux du chocolat, à l'odeur et à la consistance de colle qu'il prend par la cuisson avec l'eau; un bon chocolat bouilli avec deux parties d'eau et filtré, doit donner un liquide clair, filtrant vite, et la poudre qui reste sur le filtre

ne doit pas se prendre en masse. Le chocolat contenant de la fécule ou de l'amidon filtre lentement et sur le filtre il reste un empois se prenant en masse par refroidissement.

Si on prend une pincée de chocolat pulvérisé et qu'on le traite par 2 ou 3 gouttes d'une solution de KOH caustique, et qu'on agite le tout, il se forme un empois s'il y a de la fécule.

Si on introduit dans un tube à essai 2 grammes de chocolat, finement pulvérisé, et 20° d'eau, et si après ébullition de 2 minutes on ajoute 20° d'eau, et après refroidissement 1/2 centimètre cube de solution iodo-iodurée : on obtient avec les chocolats purs des colorations variables, mais non persistantes, tandis qu'avec les chocolats additionnés de fécules, la coloration est bleue et persistante. (Possetto, *Gior. di Farm. di Torino*, 1898.)

L'examen microscopique du résidu provenant du traitement du chocolat par l'éther, pour en séparer la matière grasse, permettra de reconnaître la nature de l'amidon ajouté. (Voir Farines.)

L'addition de glucose sera décelée par le dosage du sucre réducteur (avant interversion), dans la liqueur qui a servi au dosage polarimétrique (voir page 526), enfin par la recherche et le dosage de la dextrine (Voir Sucres).

L'addition de matières grasses étrangères sera reconnue par la détermination des constantes du beurre de cacao, extrait du chocolat. (Voir Cacao.)

Les matières minérales seront recherchées sur les cendres (1) (sulfure rouge de mercure, CO^2Ca , minium).

La gélatine sera recherchée par le procédé suivant (A. Gonfroy) : Prendre 5 grammes de chocolat en poudre, les traiter par 50° d'eau bouillante, ajouter 5° d'acétate de plomb à 10 %, filtrer, et dans la liqueur ajouter quelques gouttes d'une solution saturée d'acide picrique. *Précipité jaune en présence de la gélatine.*

Le chocolat peut être altéré par la présence du fer, du cuivre. En délayant le chocolat dans l'eau, les parcelles d'oxyde de fer se déposent; on peut aussi reconnaître la présence de l'oxyde de fer dans les cendres. Les cendres seront brunes, reprises par HCL elles donneront une solution qui, après neutralisation de l'excès d'acide, donnera un précipité rouge avec l'ammoniaque et bleu avec le cyanure jaune de potassium.

Le cuivre sera reconnu dans les cendres, traitées par AzO^3H étendu, la solution deviendra bleue par AzH^3 , brune par le cyanure jaune. Mais il ne faut pas oublier que le cacao contient des traces de cuivre. (Duciaux et Galippe.)

(1) Pour rechercher ces substances, on peut encore délayer le chocolat rapé dans l'eau froide : recueillir le dépôt rouge briqueté qui s'est formé ; si ce dépôt, projeté sur des charbons ardents dégage SO^2 , c'est l'indice de la présence de cinabre ; repris par l'eau régale, il donne une solution qui précipite en rouge par AzH^3 (fer), en jaune par KOH (mercure), en jaune par chromate de potasse, l'iodure de potassium (minium).

Voici la composition p. 100 de quelques chocolats, d'après Kœnig.

SORTES DES CHOCOLATS.	N ^o D'ORDRE.	EAU.	MATIÈRES GRASSES.	MATIÈRES AZOTÉES TOTALES.	THÉOBROMINE.	SACCHAROSE.	AMIDON.	AUTRES MATIÈRES NON AZOTÉES.	CELLULOSE.	CENDRES.
Chocolats allemands.	1	2.50	27.31	6.62	0.66	48.59	4.59	5.40	1.30	1.69
	2	2.06	28.55	6.89	0.79	37.86	5.85	14.68	2.40	2.01
	3	2.11	25.54	6.75	0.68	45.37	5.83	11.25	1.50	1.65
	4	2.49	24.10	6.93	0.69	47.29	5.83	12.48	1.50	1.68
	5	1.93	22.50	8.18	0.56	55.31	4.44	5.50	0.70	1.44
	6	1.88	24.12	5.81	0.80	45.67	6.49	12.14	2.05	1.84
Chocolats français.	1	1.22	21.40	4.57	1.26	59.07	1.83	—	—	1.79
	2	1.28	22.20	4.57	1.33	57.47	1.83	—	—	1.75
	3	0.98	23.80	4.99	1.43	56.34	0.97	—	—	1.87
Chocolats espagnols.	1	1.50	20.50	6.45	1.82	54.00	1.33	—	—	2.43
	2	1.20	24.80	8.67	2.64	41.46	1.84	—	—	3.26
	3	1.33	26.60	8.21	2.50	41.40	1.74	—	—	3.03

CACAO.

On désigne sous le nom de cacao les graines du *Theobroma cacao* ; ces graines ne constituent pas une matière alimentaire proprement dite, on les utilise dans l'industrie à la fabrication d'un certain nombre de préparations alimentaires. (On trouvera pages 534 et 535, les tableaux donnant la composition du cacao en amandes.)

Pour préparer les différents produits alimentaires avec les graines de cacao, on torréfie ces graines, on les débarrasse de leur coque et on prépare :

La *Poudre pure de cacao*, produit de la pulvérisation des graines de cacao débarrassées de leurs coques.

La *pâte de cacao*, c'est la masse que l'on obtient par la mise en forme de la poudre pure de cacao. (Voir composition page 533.)

Ces deux produits ne doivent avoir subi aucune addition de matières étrangères et avoir conservé toute leur matière grasse.

Le *cacao dégraissé* est la pâte de cacao dont on a extrait, par expression à chaud, 20 à 30 % de beurre de cacao. (Voir composition p. 533.)

Le *cacao soluble*, préparé en traitant les graines torréfiées par des carbonates alcalins ou l'ammoniaque. Le tissu cellulaire se désagrège et les matières albuminoïdes insolubles se transforment en peptonates et albuminates alcalins solubles. (Voir composition page 533.)

Les graines ainsi traitées peuvent être ensuite séchées, dégraissées, et pulvérisées ; on obtient ainsi la *poudre de cacao soluble*. (Voir composition page 533.)

L'analyse de ces divers produits comporte :

L'examen microscopique.

Le dosage de l'eau.

- des cendres et analyse de ces cendres.
- de la matière grasse et examen de cette matière grasse.
- de l'amidon.
- du rouge du cacao (dans le cacao en amandes, seulement).
- de la matière azotée totale.
- de la cellulose.
- de la théobromine (dans les cacaos purs seulement).

La recherche des falsifications.

Examen microscopique. — On prépare une prise d'essai en pulvérisant finement la matière, puis on la débarrasse de la matière grasse au moyen de l'éther; on en examine une portion au point de vue des féculs étrangères (Voir Farines); puis on chauffe une autre portion avec un mélange de glycérine et d'acide acétique. On reconnaît alors les grains d'amidon de cacao très petits (4 à 12 μ), sphériques, ovales ou elliptiques, généralement isolés, sans hile, ni couches concentriques.

Eau : Comme au chocolat.

Cendres totales : Comme au chocolat.

Analyse des cendres : dosage du carbonate alcalin (dans le cas du cacao soluble et de la poudre soluble). — Epuiser les cendres par l'eau bouillante, titrer la solution obtenue avec une solution $\frac{N}{10}$ SO^4H^2 en employant le méthyl orange comme indicateur. On calcule les résultats en Co^3Na^2 anhydre.

$$1^{**} \text{SO}^4\text{H}^2 \frac{N}{10} = 0^{**}0053 \text{Co}^3\text{Na}^2 \text{ anhydre.}$$

Dosage des cendres solubles dans l'acide chlorhydrique concentré (Voir page 497).

Matière grasse : Comme au chocolat.

Examen de la matière grasse (1). (Voir, Matières grasses, pour les procédés à employer.)

Point de fusion : 29-33°, 29° au minimum. On détermine le point de fusion après avoir laissé la matière grasse au repos pendant quatre jours, dans un tube à essais.

Point de solidification : 29°.

Indice de réfraction (Abbe) à + 40° : 46 à 47°8 (correspondant à un indice de 1.456 à 1.457. Voir Beurre, page 363).

Indice d'iode : 34.2-41.7.

— de saponification : 190-200.

Le tableau suivant, extrait des documents du laboratoire municipal, donne les points de fusion de mélanges de beurre de cacao et de certaines matières grasses étrangères. (Voir aussi page 536.)

(1) La matière grasse destinée aux essais qualitatifs doit toujours être extraite à froid par l'éther; les essais doivent être faits immédiatement après cette extraction (sauf le point de fusion). Voir aussi page 536.

Tableau des points de fusion du beurre de cacao additionné de matières grasses étrangères.

NATURE DES MÉLANGES.	GRAISSE p. 100.	POINT DE FUSION	NATURE DES MÉLANGES.	GRAISSE p. 100.	POINT DE FUSION
Beurre de cacao et graisse de veau.	5	25°-26°	Beurre de cacao et huile d'a- mandes douces.	5	26°-27°
	10	24°-25°		10	25°-26°
	15	23°-24°		15	25°-26°
	20	20°-21°		20	24°-25°
	25	20°-21°		25	24°-25°
Beurre de cacao et huile d'œillette.	5	24°-25°	Beurre de cacao et huile de navette.	5	26°-27°
	10	23°-24°		10	26°-27°
	15	21°-23°		15	25°-26°
	20	20°-21°		20	24°-25°
	25	20°-21°		25	23°-24°

Amidon. — Opérer sur 5 grammes de matière. L'épuiser par l'éther, puis par l'alcool et enfin par l'eau. Introduire la substance insoluble, débarrassée ainsi de la matière grasse et de toute trace de sucre avec environ 100^{cc} d'eau dans un vase couvert en nickel et la soumettre dans un autoclave à l'action de la chaleur, pendant trois ou quatre heures, sous pression de 3 atmosphères (Ranwez).

Filter le liquide du vase métallique, encore chaud, sur l'asbeste ; laver le résidu resté sur l'asbeste à l'eau bouillante ; vérifier par l'action de l'eau iodée à froid, s'il n'y a plus d'amidon sur l'asbeste. Porter la solution à 200°, additionner de 20^{cc} d'acide chlorhydrique à 15 % et soumettre à l'ébullition pendant trois heures ; avoir soin de surmonter l'appareil d'un réfrigérant à reflux.

Refroidir rapidement le liquide et l'additionner de soude caustique, jusqu'à ce qu'il ne soit plus que faiblement acide. Ajouter de l'eau pour faire le volume de 500^{cc}.

Pendant ces opérations, l'amidon a été solubilisé, puis hydraté et transformé en glucose. Doser la quantité de glucose par la liqueur de Fehling.

Introduire dans une capsule ou un vase de Berlin 60^{cc} de liqueur de Fehling et 60^{cc} d'eau, porter à l'ébullition, ajouter 50^{cc} de la solution à analyser et continuer l'ébullition pendant deux minutes. Recueillir le précipité d'oxydure de cuivre dans un tube de Soxhlet (Voir Sucres), bourré d'asbeste, préalablement lavé, calciné et pesé. Laver à l'eau chaude, puis à l'alcool et enfin à l'éther. Activer la filtration en plaçant le tube sur un vase dans lequel on fait le vide. Sécher le tube et mettre l'extrémité large en communication avec un appareil producteur d'hydrogène. Quand l'hydrogène y a passé quelque temps et a déplacé tout l'air, chauffer le tube au rouge pour permettre la réduction de l'oxyde cuivreux en cuivre métallique sous l'action de l'hydrogène.

La réduction terminée, retirer la flamme et laisser le tube refroidir dans un courant d'hydrogène. Le tube bien desséché est enfin pesé.

La différence de poids entre le tube pesé à blanc et le tube chargé de cuivre, donne la quantité de cuivre métallique fourni par 50^{es} de solution, soit 50 centigrammes de cacao. On trouve dans les tables d'Allihn (1) la quantité correspondante de glucose. Le poids de glucose multiplié par 0,90 fournit la quantité d'amidon contenue dans 50 centigrammes de cacao. On multiplie par 200 pour avoir le pourcentage.

Rouge de cacao. — Ce dosage, qui ne s'effectue que dans le cacao naturel, se pratique par la méthode Zipperer : 100 grammes de cacao épuisés par l'éther de pétrole, sont desséchés et mis à macérer pendant huit jours dans un litre d'alcool absolu ; on filtre, on distille l'alcool, on dessèche et pèse le résidu, soit P, son poids.

Traiter le cacao épuisé résidu de l'opération précédente par un litre d'eau, laisser macérer deux jours, filtrer : au liquide filtré, ajouter 4 volumes d'alcool ; filtrer, évaporer le liquide filtré ; reprendre le résidu par l'eau et précipiter le tanin dans la solution, au moyen de l'acétate de cuivre. On recueille le précipité, on le pèse, on le calcine et pèse de nouveau. De la différence des deux poids, on déduit le tanin soluble. Soit P' : Le rouge de cacao = P + P'.

Matières azotées totales. — Méthode Kjeldahl. (Voir Farines.)

Cellulose (Voir Poivre). Sur la matière traitée par l'éther, l'alcool et l'eau.

Falsifications. — Ce sont principalement :

Addition de carbonates alcalins. — Les cendres de 100 grammes de cacao soluble, ne doivent pas contenir plus de 0^{es}53 Co³Na² %. Lorsque l'étiquette du produit porte cacao alcalin, on peut tolérer 2 grammes à 2^{es}50 de Co³Na².

Enlèvement du beurre. — Cette pratique est interdite pour le cacao entier ou la poudre pure, qui doivent contenir au moins pour 45 % de matière grasse ; le cacao dégraissé en contient encore au moins 20 %.

Addition d'amidons étrangers, de sciure de bois, de coques d'amandes, de noisettes. (Voir Chocolat.)

Addition de coques de cacao. — Le résultat du dosage des cendres et surtout des cendres insolubles dans HCL, ainsi que celui du dosage de la cellulose, sont autant d'indications pour mettre sur la trace de cette fraude.

Le cacao contient 2 à 5 % de cendres, les coques 10 à 12 %, le premier referme 1,5 à 2 % de cendres insolubles dans HCL, les coques en donnent 4 à 5 %.

Pour le cacao la teneur en cellulose est de 3 à 4 %, pour les coques elle est de 15 à 16 %.

Ces chiffres s'appliquent aux cacaos non dégraissés, il faudrait tenir compte du dégraissage éventuel avant de conclure.

(1) Voir Matières sucrées, page 271.

Composition moyenne % des différentes préparations de cacao.

	PATE OU POUDRE PURE DE CACAO.	CACAO SOLUBLE EN POUDRE OU EN MASSE.	POUDRE PURE DE CACAO DÉGRAISSÉ.
Humidité			2-8
Cendres totales	2-5	8 au max.	2 5
— carbonate alcalin		3 au max. (1)	0 ^{rs} 33 % (2)
Cendres insol ^{rs} dans HCL			1.5-2
Matière grasse	48-54		20 au min.
Amidon			7-10
Cellulose			3-4

Voici, d'après Kœnig, la composition p. 100 de quelques cacaos commerciaux dégraissés :

SORTES DE CACAOS DÉGRAISSÉS	N ^o D'ORDRE.	EAU.	MATIÈRES GRASSES.	MATIÈRES AZOTÉES TOTALES.	THÉOBROMINE.	AMIDON.	AUTRES MATIÈRES NON AZOTÉES.	CELLULOSE.	CENDRES.	AZOTE TOTAL.
Cacaos allemands dégraissés.	1	6.86	32.55	18.91	—	17.11	17.79	5.18	3.02	
	2	6.50	32.41	20.29	—	13.56	19.44	5.37	3.25	
	3	6.81	21.95	22.50	2.12	15.20	20.71	4.64	5.22	3.60
	4	6.67	23.31	23.62	2.25	14.26	18.72	4.72	5.04	3.78
	5	5.10	21.81	22.31	—	17.34	22.50	5.42	5.47	3.57
	6	7.62	26.23	19.81	—	13.30	22.79	4.67	5.58	3.17
	7	7.10	21.68	25.18	—	13.84	20.45	6.05	5.70	4.03
	8	6.49	28.07	21.94	1.64	16.82	14.63	6.68	5.37	3.51
Cacaos hollandais dégraissés.	1	8.00	28.26	17.30	4.78	11.09	26.24	4.21	4.70	2.80
	2	3.81	28.43	23.12	1.25	15.08	18.43	5.85	5.26	3.70
	3	5.42	29.27	18.97	—	13.38	20.24	4.88	7.84	3.17
	4	4.27	32.30	20.50	0.93	11.85	13.18	8.78	9.12	3.28

(1) Rapporté à la poudre et non aux cendres.

(2) Rapporté au cacao dégraissé.

Table LVIII. — Composition des Amandes de Cacao (1):

ANALYSES de WEIGMANN	NOMS DES SORTES	EAU	MATIÈRES GRASSES	MATIÈRES ABOTÉS TOTALES	THEOBROMINE	AMIDON HYDRATES DE CARBONE	CELLULOSE	GÉNÈRES	SILICE	AZOTE TOTAL
Amandes crues entières.	Caraque.....	7.77	45.54	14.43	1.48	19.40	6.49	4.91	2.06	2.26
	Puerto-Cabello.....	8.08	46.64	43.50	1.81	22.92	4.43	4.28	0.48	2.16
	Trinidad.....	7.87	44.62	14.00	1.31	25.39	4.53	3.48	0.10	2.25
	Ariba.....	8.25	45.45	15.37	—	5.83 16.96	4.48	3.88	0.14	2.46
	Machala.....	8.17	45.93	14.06	—	5.69 17.80	4.36	4.09	0.22	2.25
	Port-au-Prince.....	7.77	46.36	14.35	—	5.97 45.53	5.49	4.45	1.48	2.33
Surinam.....	7.53	44.74	13.69	1.06	26.46	4.30	3.16	0.13	2.19	
Amandes torréfiées entières.	Caraque.....	6.73	45.95	43.66	1.62	22.75	5.40	4.49	1.02	2.17
	Puerto-Cabello.....	5.95	46.55	43.68	1.52	24.75	4.74	4.28	0.05	2.19
	Trinidad.....	6.32	45.06	43.68	1.44	26.40	4.92	3.55	0.07	2.49
	Ariba.....	8.17	45.53	15.75	—	22.45	4.17	3.83	0.10	2.52
	Machala.....	7.97	46.21	13.56	—	24.17	4.01	3.85	0.23	2.17
	Port-au-Prince.....	7.14	48.35	14.31	—	21.64	4.35	3.80	0.41	2.29
Surinam.....	5.26	45.53	15.25	1.75	26.69	4.80	3.33	0.14	2.28	
Amandes torréfiées décorquées, re- duites en pâte.	Caraque.....	5.03	50.37	14.05	1.57	22.76	3.60	3.87	0.32	2.25
	Puerto-Cabello.....	4.93	50.83	13.25	1.65	24.53	3.60	3.88	0.08	2.48
	Trinidad.....	4.49	54.17	13.50	1.25	21.38	3.51	2.88	0.07	2.16
	Ariba.....	4.46	49.86	15.81	—	22.81	3.48	3.74	0.11	2.53
	Machala.....	3.46	54.64	13.62	1.40	21.55	3.11	3.49	0.13	2.18
	Port-au-Prince.....	3.40	55.51	14.49	1.75	19.85	3.37	3.44	0.34	2.27
Surinam.....	3.92	53.81	13.17	1.74	20.97	2.92	2.93	0.08	2.14	

(1) Tableau extrait du *Traité d'analyse des matières alimentaires*, de MM. Girard et Dupré.

Table LIX. — Composition des Amandes et des Coques de Cacao (1).

ANALYSES de ZIPPERER	NOMS DES SORTES	EAU.	AMANDES DE CACAO							CENDRES
			MATIÈRES GRASSES	THÉOPHOMINE	AUTRES MATIÈRES AZOTÉES	HUILE DE CACAO	AMIDON	CELLULOSE		
Amandes crues décortiquées.	Caraque.....	6.50	50.31	0.77	47.22	10.76	7.65	2.61	4.17	
	Puerto-Cabello.....	8.40	53.01	0.54	43.32	7.85	10.05	2.51	4.32	
	Trinidad.....	6.20	51.37	0.40	45.80	9.46	11.07	2.63	2.87	
	Ariba.....	8.35	50.39	0.35	49.44	8.91	5.78	2.66	4.12	
	Machala.....	6.32	52.68	0.33	42.04	13.72	8.39	2.41	4.11	
	Port-au-Prince.....	6.94	53.68	0.32	43.28	11.89	8.96	2.73	2.92	
Surinam.....	7.07	50.86	0.30	21.44	8.31	6.41	2.59	2.72		
Amandes torréfiées décortiquées.	Caraque.....	7.48	49.24	0.50	49.62	6.85	9.85	2.55	3.92	
	Puerto-Cabello.....	6.58	48.40	0.52	48.56	8.25	10.95	2.65	4.08	
	Trinidad.....	7.85	48.14	0.42	20.38	7.69	8.72	2.68	4.12	
	Ariba.....	8.52	50.07	0.38	46.84	8.61	9.10	2.89	3.89	
	Machala.....	6.27	52.09	0.31	45.58	7.84	11.69	2.59	3.75	
	Port-au-Prince.....	6.25	46.90	0.36	49.20	7.19	12.64	2.62	2.32	
Surinam.....	4.04	49.88	0.54	21.68	8.08	10.19	2.71	4.88		
COQUES DE CACAO										
Coques non torréfiées	Caraque.....	11.90	4.15	0.30	—	3.80	—	17.99	16.73	
	Puerto-Cabello.....	12.04	4.00	0.32	—	9.15	—	15.98	8.99	
	Trinidad.....	13.09	4.74	0.40	—	4.87	—	48.04	7.78	
	Surinam.....	13.02	4.17	0.33	—	5.1	—	14.85	7.31	

(1) Tableau extrait du *Traité d'analyse des matières alimentaires*, de MM. Girard et Dupré.

Beurre de cacao.

L'analyse du beurre de cacao comporte les déterminations suivantes :
Densité, indice de réfraction, indice d'iode, indice de saponification, l'indice de Crismer, point de fusion, titre (ou point de solidification) des acides gras.

Les principaux adultérants employés à la falsification du beurre de cacao sont : les huiles végétales, le suif de veau, le suif de mouton, le beurre de coco, le saindoux, la cire.

Voici les constantes du beurre de cacao :

Densité à + 15° : 0.950 à 0.983. Elle peut augmenter avec le temps jusqu'à 0.998.	
Déviatiou oléo-réfractométrique à + 45° centig.	— 19°
Indice de réfraction (Abbe Zeiss) à + 40°.....	46 — 47.8
Point de fusion.....	29 — 33 (+30 en moyenne)
— des acides gras.....	48 — 52
Point de solidification.....	29 (1)
— des acides gras.....	51°
Indice d'iode.....	34.2 — 41.7
— de Crismer.....	125 — 126.5
— de Hehner.....	94.6
— de saponification.....	190 — 200

Toutes ces déterminations se font comme il est dit au beurre de vache.

D'une façon générale, tout beurre de cacao dont la solution à 2 % dans l'éther est trouble, doit être considéré comme additionné de matières grasses étrangères. Cependant si le beurre de cacao n'est additionné que d'une petite quantité de suif, la solution peut rester limpide. Mais la solution éthérée de beurre pur se trouble à 0° après 10-15 minutes et s'éclaircit de nouveau à + 20°, tandis que s'il contient 5 % de suif elle se trouble au bout de 10 minutes et ne s'éclaircit qu'à + 22.

1° L'addition d'huile végétale augmentera la densité et l'indice d'iode(2); abaissera les indices de réfraction, de saponification, le point de fusion de la matière grasse (voir tableau page 531); un point de fusion inférieur à + 29° est l'indice de la présence d'une graisse étrangère.

2° Le beurre de coco sera décelé par une augmentation considérable des indices de réfraction et de saponification, un abaissement du point de fusion et du titre des acides gras. L'éthérification des acides gras, en présence d'alcool et d'acide sulfurique, donne une odeur d'acide coccinique caractéristique. Il suffit pour faire cette réaction de chauffer au réfrigérant ascendant un mélange d'acides gras, d'acide sulfurique et d'alcool.

Dans le cas des mélanges de graisses animales et végétales, destinés à frauder le beurre de cacao, et qui peuvent fausser certaines déterminations (point de fusion et densité), l'une quelconque des constantes physiques ou chimiques sera en défaut et l'adultération sera évidente.

(1) Si on le fait cristalliser plusieurs fois dans l'éther, son point de fusion peut baisser jusqu'à 25° et même 22°. Comme la densité, le point de fusion augmente avec le temps.

(2) Un cacao qui a un indice d'iode faible, a aussi un indice de réfraction faible et réciproquement.

IX

Viande et ses dérivés.

Viande fraîche, Charcuteries, Conserves de viande, Extraits de viande, Bouillons, Tablettes de bouillon, Peptones et Poudres de viande.

VIANDE FRAICHE DE BOUCHERIE.

L'examen de la viande fraîche n'est pas du ressort du chimiste; les points sur lesquels il peut être amené à se prononcer sont :

- 1° La recherche de la viande de cheval, d'âne ou de mulet ;
- 2° — des agents de conservation.

Si la viande est altérée il peut y avoir à rechercher en outre :

- 1° Les signes de l'altération ;
- 2° Les ptomaïnes.

RECHERCHE DE LA VIANDE DE CHEVAL, D'ÂNE OU DE MULET.

La viande de ces animaux est caractérisée par les propriétés physiques et chimiques de la graisse, et par la présence de glycogène et de sucres réducteurs.

Propriétés physiques et chimiques de la graisse :

Indice de réfraction (Abbe-Zeiss) à + 40°. 51-59

Indice d'iode 80-94.

La graisse de bœuf a pour indice d'iode 35-44; son indice de réfraction (Abbe-Zeiss) est à + 40°, 43-45. (Voir page 363 et suivantes.)

Recherche et dosage du glycogène et du sucre réducteur. — La viande de cheval renferme de 0^m50 à 1^m % de glycogène et de 0^m15 à 0^m45 % de glucose, alors que les viandes des animaux de boucherie (bœuf, porc, mouton, veau) ne renferment que des traces de glucose (0^m20 % au maximum) et de glycogène. D'après M. Villiers, si on rapporte le glycogène à la viande sèche et dépourvue de graisse, son poids serait de 3,8 à 6 %, dans la viande de cheval et 1 %, au maximum, pour les viandes de boucherie.

Pour rechercher le glycogène on emploie la méthode de MM. Brantigam et Edelman, modifiée par M. F. Jean. (Revue de Chimie industrielle, février 1899)

MM. Brantigam et Edelmann ont donné une réaction qui permet de reconnaître la viande de cheval. Ce procédé est basé sur l'action qu'exerce l'iode sur le glycogène que contient la viande de cheval; c'est-à-dire que le bouillon de cheval, traité par une solution iodo-iodurée, donne une réaction rouge violet caractéristique que l'on n'obtient pas avec d'autres viandes.

Le glycogène qui caractérise la viande des solipèdes : cheval, âne, mulet, étant précipitable par l'alcool fort, M. F. Jean a tiré parti de cette propriété pour rechercher la présence de ces viandes dans la viande de boucherie.

Le mode opératoire auquel il a recours consiste à épuiser par macération dans l'eau pendant une heure, à 60-70°, la viande suspecte finement hachée. On presse pour séparer le bouillon, on l'additionne de quelques gouttes d'acide acétique, on le porte à l'ébullition pour coaguler les albuminoïdes, puis on le filtre. Le liquide filtré est alors concentré par évaporation à environ 20°, on laisse refroidir puis on ajoute 100° d'alcool à 95° qui précipite le glycogène; lorsque le précipité s'est déposé, on décante l'alcool et on recueille le précipité sur un petit filtre plat où il est lavé avec un peu d'alcool, puis avec de l'éther; on sèche le filtre en le pressant entre des doubles papiers à filtrer, on sépare la partie du filtre contenant le précipité que l'on met dans un petit verre à pied avec 5 à 6° d'eau bouillante; après refroidissement, on ajoute égal volume d'acide acétique, on agite fortement avec une baguette de verre puis on filtre.

Pour obtenir la réaction de Brantigam et Edelmann, on verse dans un verre de montre placé sur une feuille de papier blanc quelques centimètres cubes d'une solution d'iode iodurée à 0.25 % d'iode, puis on fait tomber au milieu du liquide environ 10 gouttes de filtrat. La présence du glycogène provenant de la viande de solipède est accusée par une coloration rouge virant au brun. S'il n'y a que des traces de glycogène, on observe après quelques minutes la formation d'une zone rouge striée de brun au fond du verre (1).

Pour doser le glycogène. — On emploie la méthode de Pflüger : On fait digérer 50 grammes de viande avec 200° d'une solution de potasse caustique à 2 %, jusqu'à complète solution si possible. On laisse refroidir

(1) M. Humbert opère plus rapidement de la façon suivante :

Quelle que soit l'espèce de viande à examiner, l'opération comprend trois temps principaux :

1° Cinquante grammes de tissu musculaire, coupés en menus morceaux, sont soumis à l'ébullition pendant une heure dans 200 grammes d'eau ;

2° Le liquide ainsi obtenu est, après refroidissement, additionné d'acide azotique du commerce (environ 5 cc. % de bouillon), puis filtré ;

3° Enfin le bouillon qui résulte de ces manipulations est mis dans un tube à essai et traité par l'eau iodée préparée à chaud et à saturation.

En versant l'eau iodée doucement, goutte à goutte, de façon à ne pas mélanger les deux liquides, on obtient, avec la viande de cheval, un cercle rouge violet plus ou moins foncé qui fait complètement défaut avec les principales viandes de boucherie : bœuf, veau, mouton, porc. Quand la réaction est peu apparente ou douteuse, l'auteur recommande de remplacer l'eau ordinaire par une solution de potasse caustique à 3 % et l'eau iodée par une solution contenant pour 300 cc. d'eau 1 gramme iode et 2 grammes iodure de potassium.

dir la solution, on la dilue avec de l'eau jusqu'à 200°, on agite et on filtre. On traite 100° du filtrat par 10 grammes d'iodure de potassium et 1 gramme de potasse caustique, on agite jusqu'à complète solution. On ajoute 50° d'alcool à 96° et on laisse reposer 12 heures. On sépare le glycogène précipité, par filtration, et on le lave avec une solution contenant : 1° de potasse caustique à 7 %, 10 grammes d'iodure de potassium, 100° d'eau et 50° d'alcool à 96°. On lave ensuite le glycogène avec un mélange de deux volumes d'alcool à 96° et un volume d'eau contenant environ 7 milligrammes de chlorure de sodium par litre, on dissout dans l'eau et on sépare les dernières traces d'albumine par addition d'iodure double de mercure et de potassium. (Réactif de Tanret.)

On ajoute alors environ 2 milligr. de chlorure de sodium pour chaque 100° d'eau, reprécipite le glycogène au moyen de deux volumes d'alcool à 96°, filtre, lave avec l'alcool à 90°, contenant environ 7 milligrammes de chlorure de sodium par litre, puis avec de l'alcool absolu, de l'éther; enfin on sèche et on pèse.

On peut, pour contrôler le résultat, intervertir le précipité de glycogène par HCL à 10 % pendant 3 heures dans l'eau bouillante et doser le sucre réducteur formé; son poids $\times 0.9 =$ glycogène.

Dosage du sucre réducteur. — On fait bouillir 100 grammes de substance pendant 15 à 20 minutes avec de l'eau dans un flacon jaugé de 500°. On ajoute de l'acétate de plomb, on refroidit, on étend d'eau distillée jusqu'à 500°, on agite et on filtre. On évapore le filtrat à un petit volume, on ajoute au résidu un peu de sulfate de soude en solution, on agite, on filtre, on ramène au volume primitif; et sur le filtrat on dose le sucre réducteur au moyen de la liqueur de Fehling, par le procédé volumétrique ou pondéral. (Voir Sucres.)

On donne les résultats en glucose.

RECHERCHE DES AGENTS DE CONSERVATION.

Ce sont surtout l'acide borique et le borax, l'acide sulfureux ou les sulfites, le nitrate de potasse, les phénols, l'acide salicylique et le formol.

L'acide borique est mis en évidence par la méthode de Hæffelín. (Journal de Pharmacie de Liège, avril 1898).

La viande est débarrassée de sa graisse, puis on la découpe en menus morceaux. On la traite par un mélange renfermant : 2° de glycérine, 4° d'alcool, 4° d'eau et quelques gouttes d'HCL. On laisse en contact une minute; on filtre et on fait l'essai du mélange à l'aide du papier de curcuma sensible. Si la viande renferme de l'acide borique, le papier, après avoir été séché rapidement sur la flamme d'un Bunsen, prend une teinte rouge cerise ou brune; si l'on humecte le papier avec de l'eau, cette coloration persiste; si on le touche avec de la soude, elle devient bleu-noirâtre. L'auteur rappelle que la réaction de coloration verte donnée à la flamme par l'acide borique, avec les alcools méthylique et éthylique, ne doit pas être exécutée en présence d'HCL, ni si on emploie SO^4H^2 en présence de chlorure sodique, car il pourrait se former du chlorure de méthyle donnant à la flamme une teinte verte.

L'acide sulfureux, le nitrate de potasse, les phénols, l'acide salicylique et le formol, sont recherchés comme il est dit au chapitre spécial.

RECHERCHE DES SIGNES DE L'ALTÉRATION.

Caractères organoleptiques de la viande. — La viande fraîche des animaux de boucherie a une coloration allant du rouge clair au rouge brun, sa consistance est élastique et ferme, son odeur faible sans trace de relent acide, sa surface n'est ni collante, ni poisseuse; sa réaction est faiblement alcaline (cette réaction devient faiblement acide quelques heures après l'abattage de l'animal).

La putréfaction produit une modification de la couleur et de la consistance de la viande, qui prend en outre une odeur anormale, putride, sa surface devient visqueuse, sa réaction est neutre, alcaline ou amphotère.

Réaction d'Eber. — On prépare le réactif suivant :

Acide chlorhydrique.	1 ^{oo}
Alcool à 95°	3 ^{oo}
Ether.....	1 ^{oo}

Verser dans un tube à essai 2 ou 3^{oo} de ce réactif; agiter le tube et y introduire, de façon qu'il arrive à environ 2 centimètres de la surface du réactif, un fragment de la matière à essayer, fixé à l'extrémité d'une baguette de verre. Si la viande a subi la putréfaction ammoniacale, il se produit des fumées blanches entre le réactif et la viande.

RECHERCHE DES PTOMAÏNES.

Méthode du laboratoire municipale de Paris :

La viande à examiner est hachée et mise en contact, pendant 24 heures, avec deux fois son volume d'alcool à 96° acidifié par l'acide tartrique (1 gramme d'acide pour 500^{oo} d'alcool). Puis on filtre et on distille l'alcool dans le vide en ne dépassant pas la température de 35 à 40° au maximum.

Le résidu est repris par l'alcool absolu et filtré jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de précipité par une nouvelle addition d'alcool.

Le liquide clair est alors distillé de nouveau dans les mêmes conditions que précédemment; le résidu repris par l'eau est filtré. On s'assure qu'il est toujours acide. Puis on l'agite à plusieurs reprises avec de l'éther qui dissout les matières grasses et glucosides.

Après épuisement par l'éther, la liqueur aqueuse est rendue alcaline par le bicarbonate de soude et épuisée de nouveau par l'éther.

Les liqueurs éthérées sont réunies et concentrées par évaporation spontanée. On prélèvera de petites portions sur lesquelles, après addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique au 1/20^o, on fera agir le réactif de Mayer (iodure de potassium ioduré), qui donnera un précipité dans le cas de présence de ptomaïnes.

CHARCUTERIES.

Saucisses, Saucissons, Boudins, Jambons, Galantines.

L'examen de ces produits comporte :

- 1° La détermination des caractères organoleptiques ;
- 2° La recherche des altérations et des falsifications.

Détermination des caractères organoleptiques.

La viande de charcuterie bien préparée est appétissante, son odeur et sa saveur sont normales (les viandes fumées conservent leur odeur et leur apparence normales, bien qu'elles soient altérées) ; sa consistance est ferme, sa surface nette, sans points, trous ou aspérités.

Recherche des altérations et des falsifications.

A) Les altérations auxquelles les charcuteries sont le plus sujettes sont :

- La présence de moisissures.
- La putréfaction.
- La présence de métaux toxiques.

Les moisissures seront recherchées au microscope. (Voir Farines.)

Les signes de la putréfaction seront recherchés par la réaction d'Eber (Voir page 540) ; on recherchera aussi les Ptomaines. (Voir page 540.)

Les métaux toxiques que l'on y peut rencontrer sont : le cuivre, l'étain, le plomb, le zinc. Voici comment on les recherche et les dose :

Traiter 100 grammes de matière telle quelle, dans une capsule de porcelaine, par l'acide sulfurique concentré, en quantité nécessaire pour carboniser la masse (il en faut de 15 à 20^{cc}). Chauffer doucement pendant cinq minutes ; placer alors la capsule dans un fourneau à moufle, que l'on porte graduellement au rouge sombre jusqu'à ce que la matière organique soit détruite (il peut être nécessaire, parfois, d'ajouter quelques gouttes d'acide nitrique au contenu de la capsule, pour faciliter la destruction complète des matières organiques). Quand la matière est complètement incinérée, on retire la capsule du moufle et on la laisse refroidir, on ajoute 25^{cc} d'acide chlorhydrique étendu (1/8) et on évapore à sec au bain-marie. On reprend le résidu par l'eau, on acidifie par deux ou trois gouttes d'acide chlorhydrique et, sans filtrer, on fait passer dans la solution un courant d'hydrogène sulfuré. Chauffer doucement au bain-marie la solution et le précipité, filtrer. Le précipité ainsi recueilli peut contenir : les sulfures d'étain, de plomb, de cuivre et l'oxyde d'étain. Le filtrat renferme le zinc ; conserver ce filtrat pour y doser le zinc.

Fondre le précipité de sulfure et de cendres insolubles avec environ 3 grammes de soude caustique dans un creuset d'argent, pendant une demi-heure, afin de solubiliser l'étain.

Dissoudre la masse obtenue dans l'eau chaude, acidifier légèrement la solution par l'acide chlorhydrique et faire passer de nouveau dans la solution non filtrée, un courant d'hydrogène sulfuré. L'étain est ainsi ramené à l'état de sulfure avec les sulfures de plomb et de cuivre. Filtrer, laver à l'eau chaude (le filtrat peut être rejeté).

Séparer le sulfure d'étain de ceux de cuivre et de plomb ; pour cela, on lave plusieurs fois le filtre et son contenu avec des portions de 10^{cc} de sulfhydrate d'ammoniaque concentré et bouillant (50 cc. de sulfhydrate sont, en général, suffisants pour dissoudre complètement l'étain). Le filtrat est ensuite acidulé par l'acide chlorhydrique ; le sulfure d'étain se précipite ; on le laisse déposer, filtre, lave et calcine sur un filtre exempt de cendres. On pèse l'oxyde stannique. Son poids $\times 0,7867$ donne l'étain.

Le résidu insoluble dans le sulfhydrate d'ammoniaque est traité par l'acide nitrique, on filtre, lave, neutralise approximativement avec de l'ammoniaque et ajoute de l'acétate d'ammoniaque ; on fait bouillir un instant. Si un peu de fer se précipite on filtre, lave et divise le filtrat en deux portions pour y déterminer le cuivre et le plomb.

Le cuivre peut être titré avec le cyanure de potassium (1) sur la première portion.

(1) Préparer une solution de cyanure de potassium équivalente, volume à volume, à une solution $\text{AgAzO}^3 \frac{\text{N}}{10}$; pour cela, dissoudre 16 à 18 grammes de cyanure de potassium dans 800 cc. d'eau distillée, ajouter 10 cc. de lessive des Savonniers (Voir page 307), agiter, filtrer ; compléter le volume à un litre avec de l'eau distillée.

Placer dans un vase à précipité 10 cc. de cette solution, 100 cc. d'eau, 10 cc. d'ammoniaque, 10 gouttes KI à 20 % et y verser goutte à goutte la solution titrée d' $\text{AgAzO}^3 \frac{\text{N}}{10}$ jusqu'à opalescence persistante. Soit N cc. ; N sera toujours supérieur à 10 si le cyanure est pur (N - 10) = quantité d'eau qu'il faudra ajouter à chaque 10 cc. de solution cyanurée, pour les rendre équivalents à 10 cc. d'azotate d'argent.

Pour doser le cuivre (*en l'absence de plomb*) avec cette solution, prendre 20 à 40 cc. du liquide filtré contenant le cuivre, y ajouter 10 cc. d'ammoniaque ; porter à l'ébullition et y verser, en maintenant l'ébullition, la solution cyanurée titrée contenue dans une burette graduée, jusqu'à décoloration de la liqueur cuivrique : Soit Ncc. On a la proportion de cuivre x de la prise d'essai par :

$$x = (N - 0 \text{ cc. } 1) \times (0.594 \times 0.00635).$$

En présence du plomb le procédé RUPEAU (*Bulletin, Société de Pharmacie de Bordeaux*, 1895, page 293) est le plus pratique : on commence par préparer une solution d'acide picrique à 7 gr. 20 par litre ; puis une solution de cuivre, en traitant 1 gramme de cuivre pur par l'acide azotique et complétant le volume à 100 cc. avec de l'eau distillée.

Déterminer le titre de la solution picrique ; pour cela, placer dans un flacon 10 cc. de la solution de cuivre (100 milligrammes de cuivre), 15 cc. d'ammoniaque et 10 cc. d'eau ; ajouter peu à peu la liqueur picrique jusqu'à ce que la liqueur à titrer soit devenue jaune, sans mélange de vert.

Soit N cc. de liqueur picrique (N doit être voisin de 100), ces N cc. correspondent à 100 mg. de cuivre ; 1 cc. correspond à $\frac{100 \text{ mg.}}{\text{N}}$.

Pour doser le cuivre dans la solution provenant de la viande, additionner cette solution d'ammoniaque et d'un peu d'acide tartrique ; doser le cuivre comme on a opéré pour le titrage de la solution picrique.

A moins d'avoir été ajouté comme agent de coloration, le cuivre se rencontre rarement en quantité assez sensible pour permettre sa détermination sur cette prise d'essai. On le recherchera alors sur une prise d'essai spéciale de 200 à 300 grammes de viande.

Dans la deuxième portion, précipiter le plomb par le chromate de potasse en solution acétique et peser sur filtre taré le chromate de plomb. Le poids de chromate de plomb $\times 0.640$ fournit le poids de plomb correspondant.

Evaporer le filtrat contenant le zinc et conservé précédemment jusqu'à environ 60°; ajouter de l'eau de brome pour peroxyder le fer et l'excès d'hydrogène sulfuré; faire bouillir pour chasser l'excès de brome et (à moins que la solution ne soit nettement jaune) ajouter une goutte de solution concentrée de perchlorure de fer pour la colorer. Neutraliser approximativement la solution avec de l'ammoniaque et ajouter de l'acétate d'ammoniaque pour précipiter le fer. Filtrer et laver complètement le précipité. Le filtrat rendu nettement acide par l'acide acétique, est ensuite traité par un courant d'hydrogène sulfuré. Redissoudre le précipité dans l'acide chlorhydrique, retraiter par l'acétate d'ammoniaque pour séparer les traces de fer qu'il renferme encore et reprécipiter le zinc à l'état de sulfure. Finalement on le filtre sur filtre exempt de cendres, lave, sèche, calcine et pèse, à l'état d'oxyde de zinc. Son poids $\times 0.8037$ donne le poids de zinc.

B) Les falsifications les plus communes sont :

L'addition de matières colorantes.

- d'amidon.
- de viande de cheval. (Voir Viandes fraîches.)
- d'agents de conservation. (V. Viandes fraîches.)

Matières colorantes. — Chauffer au bain-marie pendant une demi-heure, 10 grammes de chair et 10 grammes de l'enveloppe (dans le cas des boudins, saucisses, saucissons), avec de l'alcool à 50°; décanter le liquide, y placer un centimètre carré de tissu de laine blanche et ajouter une petite quantité de bisulfate de potasse. Evaporer à sec. Si la laine se colore, la présence d'une matière colorante dérivée de la houille est démontrée.

Pour rechercher la cochenille, on fait macérer 10 grammes de chair avec de l'alcool ammoniacal, ce dernier se colore en rouge en présence de la cochenille. (Voir aussi Conserves de légumes.)

Recherche et dosage de l'amidon. — *Recherche* : Triturer un peu de chair avec de l'eau chaude, décanter et essayer le liquide avec l'eau iodée; s'il se produit une coloration bleue on examinera le dépôt au microscope pour déterminer la nature de la matière féculente. (Voir Farines.)

Dosage (Méthode de Mayrhofer-Bigelow). — Traiter 10 à 20 grammes de l'échantillon dans une capsule en porcelaine par 50° d'une solution à 8 % de potasse et chauffer le mélange au bain-marie jusqu'à ce que la viande soit entièrement digérée. Ajouter un égal volume d'alcool à 95° vol., mélanger intimement, filtrer le mélange et laver avec une solution contenant 4 grammes de potasse et 50 grammes d'alcool pour 100 grammes d'eau.

Ensuite laver avec de l'alcool à 50 % jusqu'à ce que la solution filtrée ne se trouble plus sous l'action d'un acide. Placer le filtre et son contenu dans le premier vase employé et dissoudre le précipité par la chaleur dans une solution normale de potasse. Acidifier la liqueur avec de l'acide acétique, étendre à un volume déterminé, mélanger par l'agitation, filtrer et précipiter une certaine quantité de la liqueur par l'alcool à 95°, placer le précipité sur un filtre, le laver avec de l'alcool absolu puis avec de l'éther, sécher à 100° C et peser. On a ainsi l'amidon.

CONSERVES DE VIANDE.

Les conserves de viande que le chimiste est amené à examiner sont :

- Les viandes conservées par le froid ;
- cuites et conservées en boîtes.

Viandes conservées par le froid.

La viande congelée présente l'aspect de la viande fraîche, les muscles et la graisse ont leur couleur normale ; au toucher la viande est dure et donne la sensation d'un bloc de glace, en la percutant elle sonne comme une masse de bois. Si on la coupe au moyen d'une scie, on s'aperçoit, si la viande est conservée depuis plusieurs mois, que la surface extérieure des muscles est plus foncée que la surface de coupe, que celle-ci a, d'après M. Marchal, une teinte d'un rose très pâle aux reflets blanchâtres ; le marbré ou le persillé, quand il existe, se dessine nettement au milieu de la substance musculaire dont les fibres apparaissent bien distinctes. La couleur de la graisse varie du blanc mat au jaune plus ou moins safrané.

La viande décongelée présente l'apparence de la viande fraîchement abattue, son goût, son odeur sont les mêmes.

D'après M. le Médecin-major Maljean, le sang d'une viande qui a été congelée, examiné au microscope, présente ses hématies colorées non plus en jaune verdâtre comme dans le sang de viande fraîche, mais pâles, incolores et déformés, en outre elles nagent au milieu d'un sérum verdâtre et non transparent, contrairement à ce qui a lieu pour le sang de la viande fraîche, dont le sérum est incolore et transparent (1).

(1) Un autre procédé, d'après le même auteur, pourrait encore plus aisément faire reconnaître la viande qui a subi la congélation : « Une couche de sang mince et égale ayant été déposée sur une lamelle, on la traite par une solution saturée d'acide picrique qui coagule l'albumine et fixe les éléments ; on lave à l'eau, on colore par une solution d'éosine et on monte la glycérine. Grâce à cette coloration, les globules peuvent être facilement distingués ; ils offrent une teinte franchement rose, mais moins prononcée que celle du sérum. Quand on répète l'expérience sur du sang normal frais, le sérum reste incolore ; les hématies seules se colorent et prennent parfois une teinte spéciale tirant à la fois sur le jaune et le rose. »

Il y aura lieu de rechercher dans ces viandes le borax, l'acide salicyllique, et en général tous les antiseptiques. (Voir Chapitre spécial.)

Viandes cuites et conservées en boîtes.

Les conserves de viande doivent présenter les mêmes caractères que la viande fraîche; de plus, le chimiste appelé à se prononcer sur leurs qualités doit s'attacher à rechercher, avec grand soin, les métaux toxiques apportés par les boîtes qui contiennent ces aliments (plomb, cuivre, étain, zinc, arsenic, antimoine).

L'analyse sommaire d'une boîte de conserve comporte :

- 1° L'examen des caractères extérieurs des boîtes;
- 2° — — organoleptiques du contenu des boîtes;
- 3° La recherche des altérations et des falsifications de la conserve;
- 4° L'examen des soudures intérieures de la boîte.

L'analyse complète comprend en outre :

L'analyse chimique de la conserve pour en déduire ses qualités alibiles.

Examen des caractères extérieurs de la boîte. — La boîte ne doit pas être bombée et ne doit pas, lorsqu'on la perce sous l'eau, laisser dégager de gaz putrides.

On remarque parfois un dépôt moiré sur la paroi interne des boîtes en fer blanc renfermant la conserve, et aussi des parties foncées dans le contenu de ces boîtes. Cet aspect est dû à du sulfure d'étain renfermant un composé de fer (Rossing-Zeits, f. Analyt. Chemic, 1896). Les conserves renfermées dans ces boîtes, présentant des taches moirées, ne doivent pas être rejetées, tant que le contenu n'est pas coloré en brun.

Examen des caractères organoleptiques du contenu des boîtes. — Le contenu des boîtes doit être ferme au toucher; s'il est entouré de gelée, celle-ci doit être ferme, limpide, de couleur ambrée, ne pas se liquéfier au-dessous de + 16°.

Recherche des altérations et des falsifications. — Les altérations sont les mêmes que celles qui ont été indiquées aux charcuteries, on les recherchera de même.

Comme falsifications on cherchera :

La viande de cheval (voir viandes fraîches);

Les agents de conservation (voir viandes fraîches).

Examen des soudures intérieures de la boîte. — On y recherchera qualitativement le plomb (voir étamages), et on le dosera au besoin.

Recherche des métaux toxiques. — Le plomb et le cuivre, l'étain et le zinc seront recherchés et dosés au besoin comme il est dit aux charcuteries. (Voir page 541.)

Pour rechercher l'arsenic et l'antimoine : Dans un grand ballon en verre, introduire 100 grammes de conserve divisée en menus morceaux et 100 grammes HCL bien pur et *exempt d'arsenic*, étendu de 10 grammes d'eau ; chauffer le ballon au bain-marie et y ajouter 2 grammes chlorate de potasse pulvérisé ; lorsque le chlore a cessé de se dégager ajouter encore une nouvelle dose de chlorate de potasse, et continuer ainsi jusqu'à ce que le contenu du ballon soit devenu clair et limpide, continuer à chauffer pour éliminer tout le chlore ; laisser refroidir, filtrer la solution sur un filtre mouillé. Dans le filtrat faire passer un courant de SO^2 , puis éliminer ensuite l'excès de ce gaz en chauffant la solution, enfin faire passer dans la solution encore chaude un courant *lent mais prolongé* d' H^2S . L'arsenic et l'antimoine sont précipités, recueillir le précipité sur un filtre.

Dissoudre le précipité formé, dans AzH^3 , évaporer la solution obtenue à siccité, traiter le résidu par AzO^3H , et calciner jusqu'à cessation de vapeurs rutilantes. Triturer le résidu avec de l'eau et verser le mélange dans l'appareil de Marsch, *fonctionnant à blanc depuis 30 minutes environ*, recueillir sur une soucoupe des taches et des anneaux dans le tube à dégagement et les caractériser, enfin faire passer le gaz dégagé dans une solution d'azotate d'argent. (Voir l'essai des soudures.)

Analyse chimique de la conserve.

Voici, à titre d'exemple, l'analyse d'une conserve de viande de l'armée, au point de vue de sa valeur alibile :

A) COMPOSITION EXIGÉE PAR LE CAHIER DES CHARGES.

La conserve de viande doit être préparée avec la partie musculaire seule de la viande ; on doit en éliminer les os, tendons aponévroses et la graisse, ainsi que toutes les substances qui apparaissent après une première cuisson appelée « blanchiment ».

Cette première cuisson a pour but de faire rendre à la viande la plus grande partie des sucs aqueux qui la gorgent, et par suite de réduire son poids et son volume ; elle doit être poussée jusqu'à un déchet moyen de 45 % du poids initial de la viande.

Le liquide rendu par la viande pendant cette cuisson forme un bouillon qui, bien dégraissé et clarifié, est réduit par évaporation au quart du poids de la viande blanchie.

On remplit alors la boîte avec

Viande blanchie à 45 %.....	800 grammes.
Bouillon concentré.....	200 —

La conserve pèse donc 1 kilogramme net.

Or, pour obtenir 1 kilogr. de cette conserve, c'est-à-dire obtenir 800 grammes de viande blanchie à 45 %, il faut employer 1^m454 de viande nette, c'est-à-dire telle qu'elle est fournie après l'abattage.

Or, si on admet un déchet moyen de 42 % sur la viande nette, c'est 1^m379 de viande crue qu'il faudra employer : les os, tendons et aponévroses.

vroses, ainsi que la graisse de couverture, c'est-à-dire les déchets, représentant une perte de 75 grammes pour 1 kilogram de conserve.

On peut donc schématiser ainsi la préparation industrielle de la conserve, telle qu'elle est prescrite :

On prend 1 ^{re} 454 de viande nette, que l'on sépare des déchets, et on a	}	1 ^{re} 379 de viande crue qui fournit	}	800 gr. de viande blanchie. 200 gr. de bouillon concentré et dégraissé. (Avant sa concentration et dégraissage, le poids du bouillon était de 579 gr. C'est donc 379 gr. d'eau que l'on a évaporée).
		75 gr. de déchets (os, tendons, aponevroses, graisse de couverture).		

Les 200 grammes de bouillon sont constitués par de la gelée et de la graisse.

La composition élémentaire de 1 kilogramme de cette conserve doit être :

1 ^{re} Viande (bouilli bien paré) 800 grammes	}	Eau 58 % Matière sèche..... 42 %
2 ^o Bouillon 200 grammes.	}	Extrait sec 12 %, soit 16 ^{re} 80. { Extrait dans l'alcool à 80°. Extrait gélatineux. Chlorures normaux $\frac{X}{4}$, soit 0 ^{re} 455. Acide phosphorique $\frac{3 \times X}{4}$, soit 1 ^{re} 365. Eau : par différence 86 ^{re} 70 %..
		Matières minérales 1 ^{re} 30 %, soit 1 ^{re} 82 = X.

La peinture des boîtes doit être non plombifère.

L'étamage intérieur, ainsi que la capsule de fermeture, doivent être en étain fin (1).

L'étamage extérieur, ainsi que les soudures extérieures, sont en étain à 66 % de plomb (1).

B) ANALYSE CHIMIQUE PROPREMENT DITE.

Cette analyse comprend :

- α) Détermination de la teneur de la conserve en viande, bouillon et graisse.
- β) Analyse de la viande. { Matières azotées.
Eau et matières minérales.
- γ) Analyse du bouillon. { Extrait sec. { Extrait alcoolique.
— — — — — gélatineux.
Matières minérales. { Chlorures.
Acide phosphorique.
Eau : par différence.
- δ) Analyse de la graisse. { Examen organoleptique.
— chimique.

(1) Voir Etamagés.

α) *Détermination de la teneur de la conserve en viande, bouillon et graisse.* — Peser la boîte = A. L'immerger dans l'eau bouillante pendant un quart d'heure, la retirer, l'essuyer. Percer le couvercle et ouvrir une fente sur le fond, laisser couler le liquide dans une capsule tarée; abandonner la capsule au frais jusqu'à ce que la graisse soit figée; déterminer l'augmentation de poids de la capsule = B, retirer la graisse figée et déterminer de nouveau l'augmentation de poids de la capsule; l'augmentation de son poids = C.

Ouvrir la boîte, retirer la viande, la peser : D = viande.

Essuyer la boîte et ses morceaux, peser le tout = E ; E = boîte vide.

On a donc :

$$\left. \begin{array}{l} \text{Bouillon} \dots\dots\dots = C \\ \text{Viande} \dots\dots\dots = D \\ \text{Graisse} \dots\dots\dots = (B - C) \\ \text{Boîte vide} \dots\dots\dots = E \end{array} \right\} \text{le total doit être égal à A.}$$

Conserver ces éléments isolés pour les essais suivants.

β) *Analyse de la viande.* — Matières azotées : Doser l'azotate sur 1 gramme de viande hachée, par le procédé Kjeldahl. (Voir Farines.) Multiplier le poids d'azote trouvé par 6,25, pour avoir les matières azotées.

Eau et matières minérales. — Prélever 20 grammes d'un échantillon moyen finement haché, les placer dans une capsule tarée à fond plat, d'un poids P; évaporer au bain-marie puis à l'étuve à + 105°; laisser refroidir et peser P'.

$$(P' - P) \times 5 = \text{Eau pour cent.}$$

par différence on a le poids de matière sèche de 100 grammes de viande.

Incinérer au four à moufle le résidu précédent; pour cela placer la capsule à l'orifice du four, porter au rouge sombre, activer la combustion en agitant la matière avec un fil de platine. Eteindre le four puis pousser la capsule au milieu du moufle, ramener à l'orifice lorsque le charbon de la capsule ne dégage plus de fumée; laisser refroidir, mouiller le charbon avec de l'eau chaude, l'écraser avec une spatule, porter le tout à l'ébullition, décanter le liquide et le charbon sur un filtre à analyse, laver complètement le charbon avec de l'eau; les eaux de lavage et la solution étant réunies dans une capsule tarée, sont évaporées, et leur résidu desséché à + 105° est pesé, soit P.

Porter de nouveau au moufle dans sa capsule tarée, le charbon recueilli sur le filtre; l'y laisser jusqu'à cendres blanches; peser, soit P'.

$$(P + P') \times 5 = \text{Matières minérales totales } \%.$$

γ) *Analyse du bouillon* (1). — Extrait sec : On entend par extrait sec la somme de l'extrait gélatineux et de l'extrait alcoolique dans l'alcool à 80° (créatine, créatinine, taurine, acide sarcolactique).

(1) Voir au sujet du bouillon un intéressant travail de M. le pharmacien-major Lahache, *Revue générale de chimie pure et appliquée*, 1094, pages 195 et 327.

Extrait sec total. — Chauffer, pour le liquéfier, le bouillon mis à part précédemment, le passer à l'étamine et en peser 20 grammes dans une capsule tarée d'un poids P; évaporer au bain-marie jusqu'à consistance sirupeuse, achever l'évaporation dans l'étuve à + 105° (dont on place le thermomètre à l'intérieur et plongeant dans un bain d'huile à proximité de la capsule), laisser refroidir et peser; P' (P' — P) × 5 = Extrait pour cent.

Extrait gélatineux. — Prélever dans un vase taré 20 grammes de bouillon clair filtré à l'étamine; le porter à une température de 25-27° et le verser dans un verre à précipité de 125^{cc}.

-Placer dans le vase taré devenu libre, 100 grammes d'alcool à 80° et en ayant soin de n'ajouter l'alcool que peu à peu, pour bien diviser le bouillon adhérent au vase et éviter la formation de grumeaux, verser cet alcool dans le bouillon, recouvrir le récipient et l'abandonner pendant 24 heures à + 20° environ; par le repos, la gélatine se dépose ainsi que les matières extractives, les sels restent dissous.

Décanter le liquide alcoolique, le filtrer sur deux filtres équilibrés, faire tomber sur le double filtre la masse gélatineuse, laisser égoutter.

Sécher les filtres à 100°; laisser refroidir, séparer les filtres et peser la surcharge P du filtre intérieur.

P × 5 = Extrait gélatineux pour cent.

Extrait alcoolique. — Evaporer au bain-marie, dans une capsule tarée, les liquides alcooliques provenant de l'opération précédente; achever la dessiccation à l'étuve à 100°-103°; peser après refroidissement P.

P × 5 = Extrait alcoolique pour cent.

Les poids d'extraits gélatineux et alcoolique doivent représenter le poids d'extrait sec total.

Cendres (Matières minérales). — Incinération au rouge vif dans une capsule tarée, de l'extrait sec total obtenu précédemment. L'augmentation du poids de la capsule × 5 = cendres de 100 grammes de bouillon.

Les cendres de l'extrait de bouillon d'une conserve normale bien exactement préparée (sans addition de gélatine artificielle) doivent renfermer trois parties d'acide phosphorique (P³O⁵) pour une partie de chlore. (Voir tableau de la composition du bouillon au commencement de l'article.

Dans les cendres on dose donc les chlorures (en NaCl) et l'acide phosphorique (en P³O⁵) [Voir Farines].

A cet effet, reprendre les cendres par l'acide azotique étendu de son volume d'eau; ajouter 20^{cc} d'eau bouillante; agiter, filtrer, recevoir le filtrat dans un ballon de 100^{cc}; laver le filtre avec de l'eau distillée bouillante, jusqu'à ce qu'on obtienne 100^{cc} de filtrat.

Prendre 50^{cc} du liquide filtré (représentant 10 grammes de bouillon), les neutraliser avec du Co³Ca exempt de chlorures, ajouter quelques gouttes de chromate neutre de potassium, puis, goutte à goutte, la solution $\frac{N}{10}$ d'azotate d'argent contenue dans une burette graduée, jusqu'à coloration rouge brique persistante après agitation.

Soit N^o de solution de nitrate d'argent employée.

$N \times 0^{\text{e}}0585 = \text{NaCl}$ de 100 grammes de bouillon.

δ) *Analyse de la graisse.* — L'analyse de la graisse comprendra son examen physique (Voir Viande fraîche et matières grasses), point de fusion, indice d'iode, pouvoir réfringent, etc.

Le suif de bœuf fond entre 38 et 43°. Son indice d'iode est compris entre 37 et 41°. A l'oléoréfractomètre il marque — 16 à — 17 ; son indice de Hehner est de 95 à 96.

EXTRAITS DE VIANDE.

Les extraits de viandes ne doivent contenir ni graisse ni albumine, ils ne doivent contenir que des matières extractives.

Leur acidité est considérable, elle oscille entre 4 grammes et 5^o50 % (en SO⁴H³).

Leur analyse comporte (Rœttinger) :

Dosage de l'eau ;

- *de l'extrait sec ;*
- *des cendres et de la matière organique totale ;*
- *de l'extrait alcoolique ;*
- *de l'extrait aqueux ;*
- *de l'azote total ;*
- *de l'azote soluble dans l'alcool et de l'azote soluble dans l'eau ;*

S'il y a lieu, on complète l'analyse par :

La séparation et le dosage des substances azotées ;

Recherche des métaux toxiques.

1° *L'eau et l'extrait sec* se dosent par dessiccation de l'extrait de viande à l'étuve ;

2° *Les cendres* par calcination de l'extrait ;

3° En retranchant la somme du poids des cendres et de l'humidité, du poids de matière employée, on aura le poids *de matière organique.*

4° *Extrait alcoolique* : dissoudre deux grammes de substance dans 10^o d'eau, ajouter 50^o alcool à 95° ; filtrer ; laver le résidu resté sur le filtre avec deux fois 50^o d'alcool à 80°.

Diviser le liquide en deux parts, les évaporer toutes les deux au bain-marie.

L'un des extraits servira au dosage de l'extrait alcoolique brut et des cendres.

L'autre, lorsqu'elle aura perdu son alcool, servira au *dosage de l'azote soluble dans l'alcool.*

La première part, pesée, après évaporation, donnera un poids A ; on l'incinérera ; on aura alors le poids des cendres B

$A - B = \text{extrait alcoolique réel.}$

5° *Extrait aqueux.* — Le résidu de l'opération précédente, lavé à l'eau distillée jusqu'à ce que le filtrat ne laisse plus de résidu par évaporation sur une lame de platine, donnera un liquide que l'on séparera en deux parts :

L'une servira au dosage des matières solubles dans l'eau ; l'autre, au dosage de *l'azote soluble dans l'eau.*

Évaporer ces deux solutions à sec dans des capsules tarées ; l'une des capsules est pesée, soit p son poids ; on incinère son contenu et on a le poids des cendres p'

$$p - p' = \text{extrait aqueux réel.}$$

Azote total. Méthode de Kjeldahl (Voir Farines).

Séparation et dosage des substances azotées. (Méthode des chimistes des Etats-Unis). — a) L'azote total est dosé par la méthode de Kjeldahl (voir farines), en employant 2 grammes de substance ;

b) Pour doser les albumines coagulées (albumines insolubles) et la fibrine, on épuise 2 grammes de substance avec de l'éther, puis avec de l'eau froide, on filtre et on dose l'azote dans le résidu insoluble ; enfin on multiplie le résultat par 6.25 ; on conserve la liqueur filtrée pour la traiter suivant d.

c) Tissu conjonctif. On épuise 10 grammes de matière avec de l'eau froide, puis on fait bouillir le résidu de l'épuisement à plusieurs reprises avec environ 100^{cc} d'eau, on complète ensuite à un litre. On filtre, on concentre le filtrat par évaporation et on détermine la teneur du résidu en azote que l'on multiplie par 5.55, pour avoir la proportion pour 100 de matières azotées contenues dans le tissu conjonctif.

d) Albumines coagulables (pour les viandes non cuites). On neutralise le filtrat des albumines coagulées (en b), le laissant encore faiblement acide, on fait bouillir jusqu'à coagulation complète, on filtre, on lave, et on introduit le filtre de papier et son contenu dans un flacon Kjeldahl, et on dose l'azote. On multiplie le pourcentage d'azote par 6.25, pour avoir le pourcentage d'albumine coagulable (albumine soluble).

e) Syntonines. On neutralise exactement le filtrat qui provient du dosage des albumines coagulables (en d), avec de la soude caustique, en se servant de tournesol comme indicateur, et on laisse le précipité se déposer. On filtre, lave et dose l'azote ; on multiplie le résultat par 6.25.

f) Protéoses, peptones, gélatines. On évapore le filtrat séparé jusqu'à un petit volume, on ajoute deux à trois gouttes d'acide sulfurique au 1/3, on sature avec du sulfate de zinc en poudre (80 grammes de ce sel pour 50^{cc} de liquide), on filtre et on lave. On acidule le filtrat avec 2 à 3 gouttes d'HCL concentré, on dilue avec un égal volume d'eau, on ajoute environ 2^{cc} de brome liquide et on agite le contenu du flacon. Si le brome est complètement absorbé, on ajoute de petites portions de de 0.5^{cc} jusqu'à ce qu'il reste du brome liquide et que le liquide surnageant soit saturé. On abandonne le mélange pendant 12 heures, on décante le liquide surnageant sur un filtre de papier, on lave avec de l'eau, en dirigeant le jet de manière que le globule de brome soit émulsionné et sature l'eau de lavage. On introduit le filtre et le précipité

dans le flacon, on ajoute le filtre avec le précipité obtenu avec le sulfate de zinc, et on dose l'azote dont on multiplie le poids par 6.25 ; on a ainsi les protéoses, la peptone et la gélatine.

Si on veut séparer ces diverses substances, on opère comme suit :

α) Protéoses et gélatine. On évapore le filtrat qui a servi au dosage de la syntonine jusqu'à un petit volume et on sature avec du sulfate de zinc. On abandonne quelques heures, filtre et lave le précipité avec du sulfate de zinc saturé.

β) Peptones. On dilue le filtrat des protéoses et de la gélatine précipitées par le sulfate de zinc, avec un égal volume d'eau, on ajoute du brome jusqu'à ce qu'il reste à l'état indissous un globule de 0^m50 sur l'eau après saturation, et on abandonne une nuit ; on filtre, on lave avec de l'eau froide, on dirige le jet sur le globule de brome de manière à maintenir à l'état saturé l'eau de lavage.

γ) Gélatine. On fait bouillir 10 grammes de substance avec de l'eau pendant quelques minutes, on filtre, on lave, on évapore le filtrat jusqu'à siccité après addition d'environ 20 grammes de sable ; on épuise le résidu avec quatre fois 100^{cc} d'alcool absolu ; et on filtre le liquide surnageant au travers d'un filtre d'asbeste ; on épuise alors le résidu à plusieurs reprises avec 100^{cc} d'un mélange de 100^{cc} alcool à 95°, et de 300 grammes de glace et 600 grammes d'eau froide, en évitant que la température s'élève au-dessus de + 5° centigrades. On fait passer l'extrait sur le même filtre que celui de l'extrait alcoolique. Enfin on place le filtre d'asbeste dans le récipient qui contient le résidu épuisé. On traite le tout par l'eau bouillante. On recueille la solution dans un ballon de Kjeldahl et on y dose l'azote. (Voir Farines.)

Le poids d'azote $\times 5.55 =$ gélatine.

g) Bases azotées. On déduit de l'azote total la somme des valeurs de l'azote obtenues dans les divers dosages et on multiplie le chiffre trouvé par 3.12.

Recherche des métaux toxiques. (Voir pages 541 et 546).

Un bon extrait de viande doit satisfaire aux conditions suivantes :

1° Il ne doit pas contenir d'albumine et au maximum 1,5 % de graisse (extrait éthéré) ;

2° Sa teneur en eau doit être au maximum de 21 % ;

3° Il doit contenir de 56 à 65 % de matières solubles dans l'alcool à 80° ;

4° Sa teneur en azote doit être de 8,5 à 9,5 % ;

5° Sa teneur en cendres doit varier entre 15 et 25 %. Les cendres doivent être formées principalement de chlorure de sodium et de phosphates. [Pour doser ces substances, voir page 549] (1).

(1) J. de Brevans, — *Les Conserves alimentaires.*

Voici la composition de quelques extraits de viande :

ORIGINE DES EXTRAITS	EAU P. 100.	SELS P. 100	MATIÈRES ORGANIQUES P. 100,	AZOTE P. 100.	MATIÈRES SOLUBLES DANS L'ALCOOL A 80° P. 100	DANS LES MATIÈRES SOLIDES	
						AZOTE P. 100	MATIÈRES ORGANIQUES P. 100)
Extrait de viande Liebig. — Fray-Bentos.....	22.49	17.43	60.08	7.36	59.91	9.49	77.51
Extrait de Buckental.....	16.91	19.39	63.70	»	69.11	»	76.66
Extrait de Kemmerich.....	16.21	20.59	63.20	8.96	70.34	10.69	75.43
Extrait du Dr von Papilsky.	29.24	15.43	55.33	8.70	64.47	12.29	78.19
Extrait de mouton d'Australie	29.20	10.32	60.48	8.68	»	12.26	85.42
Extrait de viande de cheval.	18.00	23.10	58.09	»	»	»	81.80
Moyenne des 38 analyses d'extrait de viandes solides	21.64	17.89	60.47	8.27	61.83	10.53	77.14
Moyen. de 5 analyses d'ex- trait de viandes liquides.	65.35	18.89	15.76	2.01	29.98	5.79	81.80

PEPTONES.

Dans les peptones on dose :

L'eau ;

L'azote total ;

La matière grasse ;

Les cendres ;

L'albumine insoluble et coagulable ;

Les albumoses, les peptones et les syntonines.

Pour les 4 premiers dosages, voir Extraits de viande.

Albumine insoluble et coagulable. — On prend 5 grammes d'une peptone solide, ou 10 grammes de peptone sirupeuse, ou 20 grammes d'une peptone liquide que l'on dissout dans l'eau ; on filtre, les matières insolubles restent sur le filtre qui est lavé avec soin. Quand le lavage est terminé, on introduit le filtre encore humide dans le ballon de Kjeldahl et on fait un dosage d'azote.

Le résultat obtenu est multiplié par 6,25.

La liqueur, filtrée, additionnée d'acide acétique, est portée à l'ébullition pour coaguler l'albumine ; les flocons sont recueillis sur un filtre, lavés et, comme ci-dessus, on fait un dosage d'azote.

Dosage des albumoses, des peptones et syntonines (Méthode Effront).

Syntonines. — Prendre 50^{cc} d'une solution à 5 %, de peptone à analyser, la neutraliser à l'aide d'une solution déci-normale de soude ; laisser reposer deux heures ; recueillir le précipité sur un filtre, le laver à l'eau, à l'alcool absolu, le sécher et le peser.

Son poids diminué de celui des cendres de la peptone donne le poids des syntonines.

Albumoses. — Neutraliser, au moyen de la soude normale, 50^{cc} de solution de peptone préparée comme précédemment ; compléter avec de l'eau distillée le volume de 55^{cc} ; laisser reposer deux heures, filtrer ; prélever 44^{cc} du filtrat (ces 44^{cc} correspondent à 40^{cc} de la solution primitive), y ajouter 8^{cc} HCl normal, 250^{cc} d'alcool à 95° ; à cette solution, ajouter 8^{cc} soude normale.

Agiter, laisser reposer deux heures. Détacher alors le précipité qui s'est fixé aux parois du vase, le jeter sur un filtre taré, le laver à l'alcool à 75°, le sécher à + 100°, le peser.

De ce poids, on déduit celui des cendres et on a le poids des albumoses.

Peptones. — Evaporer au bain-marie la solution alcoolique filtrée ; le résidu desséché à 100°, diminué du poids des cendres, donne la proportion de peptone du produit.

Différenciation de l'albumine-peptone et de la gélatine-peptone. — Comme la gélatine-peptone possède un pouvoir nutritif plus faible que l'albumine-peptone, de même que la gélatine est moins nutritive que l'albumine, il est important d'essayer, à ce point de vue, les préparations données sous le nom de peptones.

M. E. Salkowski emploie la méthode suivante, en opérant sur des solutions de 3 à 5 % :

RÉACTIFS EMPLOYÉS.	ALBUMINE-PEPTONE.	GÉLATINE.	GÉLATINE-PEPTONE.
1° 1 cc. de la solution, plus 5 cc. d'acide sulfurique donnent une coloration.	Violette.	Jaunâtre.	Jaunâtre.
2° Un mélange à volume égal de la solution et d'acide sulfurique concentré et froid donne une coloration.	Brun foncé.	Jaune.	Jaune.
3° Le réactif de Millon (1) donne un précipité.	Rougeâtre.	Incolore.	Incolore.
4° 5 cc. de la solution, plus 1 cc. d'acide azotique de 1,2 de densité, chauffés et saturés avec de la soude en excès, donnent une coloration.	Orange foncé.	Jaune citron.	Jaune citron.

(1) Pour préparer le réactif de Millon on dissout une partie de mercure dans deux parties d'acide nitrique d'une densité de 1,42 à froid d'abord, ensuite en chauffant. Quand la dissolution est complète, on ajoute au liquide le double de son volume d'eau, on laisse déposer et on décante la portion claire.

Tableau des principales réactions différentielles des préparations de chair musculaire des bovidés
D'après M. Biltteryst (Annales de chimie analytique, 1898).

RÉACTIFS	ALBUMINES	SYNTONINES	ALBUMOSES	PEPTONES
Solubilité dans l'eau.	Solubles en partie.	Solubles.	Solubles.	Solubles.
Solubilité dans l'alcool à 95°.	Insolubles.	Insolubles.	Insolubles.	Assez solubles.
Chaleur.	Coagulées à l'ébullition.	Non coagulées.	Non coagulées.	Non coagulées
Acide acétique.	Précipité.	Précipité.	Pas de précipité.	Pas de précipité.
Acide chlorhydrique.	Précipité.	Précipité.	Pas de précipité.	Pas de précipité.
Acide nitrique.	Précipité.	Précipité soluble à chaud, se reformant par refroidissement.	Léger trouble, soluble à chaud, se reformant par refroidissement.	Pas de précipité.
Ferrocyanure acétique.	Précipité.	Précipité.	Trouble léger.	Pas de précipité.
Sulfate ammoniac.	Précipité.	Précipité.	Précipité.	Pas de précipité.
Biuret.	Pas de coloration rose.	Pas de coloration rose.	Pas de coloration rose.	Coloration rose, susceptible de se montrer dans la solution alcoolique.

Composition des peptones de viandes du commerce (Kœnig)

	PEPTONES DE VIANDE KEMMERICH.		PEPTONES DE VIANDE KOCHS.		PRODUITS MAGGI.		
	SOLIDE.	LIQUIDE (dénourmé bouillon de viande).	SOLIDE.	LIQUIDE (bouillon peptonisé).	PEPTONES pour malades.	BOUILLON concentré pour malades.	BOUILLON concentré.
Eau.....	0/0	62.49	40.46	61.87	5.45	43.93	60.23
Matières organiques.....	0/0	58.47	52.65	21.71	85.44	44.70	17.65
{ Matières azotées.....	0/0	9.78	13.94	7.80	3.50	19.75	10.37
{ Albumines insolubles × 6,25.....	0/0	4.10	0.93	1.42	0.38	0.42	—
{ Propeptones ou hémialbumoses × 6,25.....	0/0	14.56	5.09	15.95	7.16	5.75	2.31
{ Peptones × 6,25.....	0/0	32.57	9.41	18.83	6.09	28.90	0.83
{ Autres combinaisons.....	0/0	9.97	4.79	15.96	7.03	2.77	7.23
Matières grasses (solubles dans l'éther) 0/0	0/0	0.30	0.97	0.79	1.05	—	0.69
Matières minérales.....	0/0	7.73	17.67	6.89	16.42	9.41	11.37
{ Potasse.....	0/0	3.32	4.82	4.88	2.35	4.05	4.24
{ Acide phosphorique.....	0/0	2.49	1.63	1.88	1.69	0.22	0.76
{ Chlore ou chlorure de sodium.....	0/0	Cl 0.66	NaCl 12.66	Cl 0.49	Cl 7.62	NaCl 6.55	NaCl 20.24
{ Solubilité.....	0/0	26.82	—	36.18	—	15.42	18.82
{ Insolubilité.....	0/0	40.88	—	23.66	—	32.33	5.44

Nous devons à M. Denaeher, pharmacien-chimiste à Bruxelles, les tableaux suivants qui résument les résultats de ses analyses.

TYPES (1)	Fluide Beef Johnston	Extrait pâteux préparé par le procédé décrit ci-dessous (1).	OBSERVATIONS
Extractifs normaux de la viande :			Ces extraits sont fortement colorés en brun, les extraic- tifs normaux pre- nant cette teinte par oxydation dur- ant l'évaporation à l'air libre.
Créatine	23.040	60.42	
Créatinine			
Xanthine			
Hypoxantine ou sar- cine, etc.			
Gélatines et albu- mines précitées par l'alcool.	néant	néant	
Peptone	néant	néant	
Sels minéraux	12.000	11.30	
Eau	64.060	28.18	
Azote total	7.60	20.10	

TYPES (2)	Peptones pepsi- notartriques par surdigestion Cornélis, Vassal, Borremans, etc.	Peptones chlor- hydropepsiques Denaeher sèche et en solution à 45-16 %	Papaya pep- tone Gibils.	Peptone Chapoteaut.
Gélatines et albumoses	30% de gélati- nes, absences d'albumoses.	48.60	21.72	32.869
Peptone	15.45	12.40	néant	14.706
Syntonines	néant	néant	—	—
Mat. extractives	20.25 %.	20.90	52.093	22.275
Acides amidés	20.50 %.	10.00	nonrecherchés ni dosés.	10.575
Matières salines	3.95 %.	8.10	1.127	6.905
Eau	9.85	—	25.060	12.670

(1) Bouillons et extraits dépourvus de gélatine, obtenus par macération à froid de la viande, séparation du liquide baignant les tissus, coagulation des albumines dissoutes dans ce liquide, filtration et évaporation à consistance sirupeuse ou pâteuse.

(2) Préparations de peptone et d'extraits de viande peptonisés par réaction chimi-
que et par action des zymases ou ferments protéolytiques.

Parmi les acides amidés on reconnaît la présence de la leucine et de la tyrosine au microscope en laissant évaporer une goutte du liquide alcoolique d'extraction sous l'exsiccateur sur un verre de montre. Les cristaux apparaissent nettement dans le résidu sec. Les acides amidés sont caractéristiques pour les produits obtenus par digestion zymotique.

	Dans la peptone Kemmerich obtenue par l'ac- tion de la vapeur	Dans la Somatose obte- nue par réaction
Syntonines ou acides albumines (1)....	15.546	84.390
Gélatines.....	16.107	—
Peptone de Kuhne.....	néant	—
Albumines coagulables.....	4.600	—
Albumoses.....	néant	—
Matières extractives.....	28.748	—
Matières minérales.....	7.300	4.87
Eau.....	28.500	—
	100.000	
Azote total.....	9.729	14.063

(1) Voici la méthode employée par l'auteur pour séparer ces matières azotées : Par l'emploi de l'alcool à 85 centièmes pour une solution de 2/10 de peptone, on arrive à séparer globalement les gélatines et les albumoses imprégnés souvent de sels minéraux. La teneur en azote multiplié par le coefficient 6 donne la valeur quantitative globale de ces deux constituants.

La solution alcoolique renferme la peptone de Kühne, les extractifs normaux de la viande et les produits ultimes : leucine, tyrosine, alanine et glyco-colle ainsi que les sels non précipités.

On précipite la peptone dans une moitié du produit de l'évaporation de l'alcool par le bichlorure de mercure et la soude employée jusqu'à neutralisation du milieu. On délaie le précipité dans de l'eau distillée que l'on sursature d'hydrogène sulfuré. Le sulfure de mercure entraîne les extractifs précipités en même temps que la peptone. L'azote contenu dans le filtrat multiplié par 6.25 donne le poids de la peptone pure.

Dans la seconde moitié on précipite les extractifs normaux par l'acide phospho-tungstique. La teneur en azote de ce précipité après déduction de celle afférente à la peptone, multipliée par le facteur moyen 3.12 donne les extractifs normaux.

On connaît la somme des sels minéraux et par différence on obtient le poids global de la leucine, de la tyrosine, de l'alanine et du glyco-colle surchargé d'une petite proportion de produits organiques non azotés : acides lactique, sarcolactique, amidobutyrique, etc.

Dans l'énoncé des résultats on comprend sous la dénomination d'albuminoïdes précipitables par l'alcool, de la totalité des gélatines et des albumoses précipitées au moyen de ce véhicule et l'on spécifie la peptone à part.

Extraits ou improprement peptones ou préparations obtenues par l'extraction de la viande par la vapeur à haute pression ou par action chimique (1).

TYPES	Bouillon liquide.Cubis	Extr. pâteux Bovril	Extrait de viande pâteux Liebig.	Extrait de viande pâteux Armour.	Extrait de viande pâteux Lipton.	Bouillon Vimbor.	Bouillon Lipton.	Bovril Baf tea.
Albumines.....	néant	néant	néant	néant	néant	9.042	3.888	néant
Gélatines.....	9.51	9.93	20.260	22.000	22.968	11.520	19.222	2.12
Albumoses.....	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant
Peptone.....	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant
Grasse.....	—	—	0.210	—	—	0.270	—	—
Extractifs.....	11.24	45.38	43.170	41.010	40.154	23.320	36.808	7.03
Sels minéraux.....	14.40	14.64	18.980	17.990	19.640	12.768	15.436	2.65
Eau.....	64.85	30.15	17.380	19.000	16.030	43.080	33.440	8.20
Azote total.....	3.190	8.73	8.98	9.00	8.93	5.548	6.311	1.15

(1) Bouillons, extraits, beef-tea, obtenus par extraction de la viande au bain-marie ou par la vapeur à faible tension longtemps soutenue.

BOUILLONS, TABLETTES DE BOUILLON, POUDRE DE VIANDE.

Voici les résultats des analyses de M. le pharmacien principal Barillé :

ÉLÉMENTS DOSÉS.	TABLETTES de bouillon.		BOUILLON de tablettes.		BOUILLON de viande fraîche.		POUDRE de viande.	
	pour 100.	pour une tablette de 32 ^{es}	Un litre.	Une portion de 0 lit 375	Un litre.	Une portion de 0 lit 375	pour 100.	pour 32 gr.
Densité à 15 degrés.	»	»	1.041	»	1.017	»	»	»
Acidité en acide sulfurique monohydraté (So ³ H ²).	gr. 1.270	gr. 0.406	gr. 1.083	gr. 0.406	gr. 1.662	gr. 0.623	gr. 1.534	gr. 0.490
Eau (par dessiccation à 120°).	8.463	2.613	»	»	»	»	7.680	2.438
Matières grasses.	4.200	1.344	»	»	»	»	1.500	0.640
Cendres totales.	9.333	2.990	»	»	»	»	4.125	1.320
Résidu insoluble dans l'eau.	71.76 ¹	22.96	»	»	»	»	81.370	26.040
contenant : cendres insolubles.	1.602	0.510	»	»	»	»	1.882	0.602
Extrait aqueux.	20.170	6.450	17.707	6.450	23.110	8.666	10.950	3.504
contenant : 1° Matières organiques.	12.440	3.970	11.007	4.130	14.920	5.595	8.707	2.786
2° Substances salines (cendres solubles).	7.730	2.480	6.200	2.320	8.190	3.071	2.243	0.718
Extrait alcoolique.	24.800	7.940	»	»	»	»	»	1.880
Acide phosphorique (P ² O ⁵).	»	»	»	»	»	»	5.874	»
1° Dans les cendres totales.	1.624	0.520	»	»	»	»	»	0.580
2° Dans les cendres insolubles.	0.604	0.190	»	»	»	»	1.810	0.390
3° Dans les cendres solubles.	1.020	0.330	0.870	0.330	0.815	0.306	1.220	0.190
Richesse en azote organique.	11.34	3.63	1.04	0.39	1.20	0.45	0.590	4.29 ²
							13.40	

¹ Contient 13.44 p. 100 d'azote organique, soit 9.61 p. 71.76 de résidu insoluble.

² Extrait sec de bouillons de tablettes 6.05 p. 100, soit 1.22 d'azote p. 20.17 d'extrait.
— Extrait de bouillon frais, 5. 10 p. 100 d'azote.

COMPOSITION MOYENNE.

DES TABLETTES DE BOUILLON.	pour 100.	pour une tablette de 32 gr.	DE LA POUDRE DE VIANDE.	pour 100	pour 32 gr.
	Eau.	8.2		2.6	Eau. . . . .	7.7	2.5
Extrait aqueux	7.7	2.5	Substances salines solubles.	2.2	0.7
{ Sels solubles.			— insolubles.	1.9	0.6
{ Matières organiques sec.	7.6	2.5	Matières organiques azotées.	83.7	26.8
{ — non azotées.	4.8	1.5	— non azotées.	3.00	0.9
20 gr. 1 Résidu insol. dans l'eau.	1.6	0.5	Matières grasses.	1.5	0.5
{ Sels insolubles.				100.00	32.00
{ Matières organiques azotées.	60.2	19.3	P. M. Extrait aqueux.	40.95	3.504
{ — non azotées.	5.7	1.8	Résidu insoluble dans l'eau.	81.37	26.04
{ Matières grasses.	4.2	1.3	Azote organique.	13.40	4.29
	100.00	32.00	Acide phosphorique.	»	»
P. M. Azote organique.	11.34	3.63	soluble.	0.59	0.19
Acide phosphorique soluble.	1.02	0.33	— insoluble.	1.22	0.39
— insoluble.	0.604	0.19			

Essai d'une saumure.

La saumure est surtout employée pour conserver la viande de porc, c'est une solution de sel marin à laquelle on ajoute une petite quantité de nitrate de potasse, dans la proportion de 1 gramme pour 100 gr. de sel marin *au maximum*.

L'examen d'une saumure comprend :

Examen des caractères organoleptiques.

Dosage du chlorure de sodium.

— du nitrate de potasse.

— de la matière organique.

Recherche des antiseptiques et des ptomaines.

Examen des caractères organoleptiques. — La réaction d'une saumure fraîche est acide au tournesol, sa couleur est brunâtre, son odeur est celle d'un bouillon de viande; sa densité est comprise entre 1.200 à 1.215.

A sa surface nage une couche grasseuse formée de corpuscules blancs, mélangée de cristaux de sel marin, que le microscope permet de déceler. Elle est limpide.

Altérée, sa réaction n'est plus acide, son odeur devient désagréable, quelquefois ammoniacale, sa saveur devient intolérable. La réaction d'Eber (voir page 540) est positive.

Dosage du chlorure de sodium et du nitrate de potasse. — Evaporer 100^{cc} de saumure jusqu'à 10^{cc} environ, filtrer, laver le filtre avec de l'eau tiède, réunir les liquides de lavage au filtrat, ramener le mélange à 100^{cc} avec de l'eau distillée.

Sur ce liquide, doser le nitrate de potasse et le chlorure de sodium, comme il est dit au chapitre spécial. (Recherche des agents de conservation, page 567.)

Dosage de la matière organique. — Evaporer au bain-marie 20^{cc} de saumure dans une capsule de platine tarée, peser.

L'augmentation de poids de la capsule, diminué de la somme des poids du chlorure de sodium et du nitrate de potasse s'il y en a, donne le poids de la matière organique de 20^{cc} de saumure.

Saumure injectée. — On conserve souvent la viande en y injectant une saumure avec ou sans nitrate de potasse, mais additionnée de sucre, qui adoucit la viande au lieu de la durcir, comme le nitrate de potasse. Il suffira, pour examiner cette saumure, de hacher finement de la viande et de la mettre en macération avec de l'eau froide pendant 24 heures, pour obtenir, après expression, une solution dans laquelle on dosera le chlorure de sodium, le nitrate de potasse et le sucre.

Recherche des antiseptiques : Acide borique. — Méthode Hœffelin (Voir Viande fraîche, page 539) sur la saumure évaporée à un petit volume.

Tous les autres antiseptiques seront recherchés comme il est dit au chapitre spécial. (Recherche des agents de conservation.)

Recherche des ptomaines — Opérer comme il est dit précédemment (page 540).

Conserves de légumes.

L'analyse chimique proprement dite d'une conserve de légumes a peut d'importance pour le chimiste, la qualité de ces substances dépendant beaucoup plus de la fraîcheur, de l'ancienneté, de la maturité et de la grosseur des végétaux que de leur composition chimique; le chimiste devra surtout se livrer à déterminer les altérations et les falsifications de ces conserves; pour cela il pourra procéder comme suit :

1° *Examen des caractères organoleptiques.* — Ouvrir la boîte de conserves; peser la boîte pleine, séparer la portion liquide de la portion solide, peser de nouveau; vider complètement la boîte et la peser encore. On a ainsi les éléments nécessaires pour déterminer le poids de la partie solide et de la partie liquide.

Examiner la portion solide à l'œil nu et à la loupe, noter son apparence (odeur, saveur, grosseur des morceaux, etc.), rechercher si elle est ponctuée de taches noires ou brunes, si on y aperçoit des larves;

2° *Recherche des antiseptiques (comme il est dit à la viande fraîche);*

3° *Recherche des matières colorantes.* — a) Dans les tomates et les sauces :

Dans la plupart des cas, les matières colorantes employées dans les tomates sont à base de couleurs d'aniline ou à base de cochenille. Extraire la matière colorante de la pulpe desséchée au moyen de l'alcool éthylique après avoir acidifié par l'acide chlorhydrique, et filtrer. L'éosine donne un filtrat fluorescent caractéristique. Diluer le filtrat avec de l'eau, l'extraire avec de l'alcool amylique et faire un essai de teinture. Si la cochenille est présente, c'est sous la forme d'une laque et celle-ci nécessite l'emploi d'acide chlorhydrique concentré, pour se décomposer. Après l'extraction à l'alcool amylique, on peut essayer l'extrait avec l'acétate d'urane. (Voir Sirops de fruits.)

b) Dans les pois, les haricots, les cornichons, etc. :

Les sels de cuivre sont les plus communément rencontrés dans ces conserves, quoiqu'on y trouve occasionnellement des sels de zinc. Pour la recherche qualitative on incinère 15 à 20 grammes de l'échantillon avec ou sans traitement préalable par l'acide sulfurique concentré, transférer les cendres dans un bécher et les traiter par l'acide nitrique; filtrer, rendre le filtrat alcalin par l'ammoniaque, et, s'il se forme un précipité, filtrer de nouveau. Le cuivre est indiqué par la coloration bleue du filtratum. Si on veut confirmer sa présence on acidifie ce filtrat bleu par de l'acide acétique et on ajoute du ferro-cyanure de potassium : coloration et précipité rouges.

Recherche du safran (Allen). — Extraire la matière colorante avec de l'alcool; plonger une bande de papier dans cette teinture et la sécher à + 100°. Puis l'humecter avec une solution étendue d'acide borique à laquelle on a ajouté quelques gouttes d'acide chlorhydrique. En séchant à nouveau à + 100° une coloration rouge cerise se développe qui est caractéristique.

4° *Recherche des métaux.* (Voir Viandes.)

CONSERVE DE POISSONS.

Les seules conserves de poissons que le chimiste ait à examiner sont les conserves en boîtes scellées à l'étain, leur examen sera le même que celui des conserves de viande, en outre il devra examiner la *qualité de l'huile employée* pour la conservation et fixer tout particulièrement son attention sur *la présence de métaux toxiques, de ptomaines, d'agents de conservation.*

L'huile employée doit être de l'huile d'olive sans mélange d'arachide ou autre huile étrangère (coton, sésame, etc.).

L'étamage des boîtes doit être fait à l'étain fin (et il faut se souvenir que l'huile absorbe facilement le plomb).

M. le professeur Carles a démontré (« Journal de Pharmacie et de Chimie », février 1898) que l'huile d'olive qui a bouilli avec le poisson, les sardines en particulier, a perdu ses caractères physiques et pris ceux d'un coupage d'huile d'olive et d'huile de poisson, l'échauffement sulfurique, la densité, l'indice d'iode ont varié ; en particulier l'indice d'iode est monté de 80 à 89, la densité a monté de 0.9155 à 0.9165. Il est donc impossible de dire si l'huile contenue dans les boîtes est ou n'est pas mélangée d'huile de poisson.

X

Recherche des Agents conservateurs et des Antiseptiques.

Les substances conservatrices les plus usitées pour conserver les aliments et les boissons sont :

Le chlorure de sodium ;

Le nitrate de potasse ;

L'acide sulfureux et les sulfites ;

L'acide borique et les borates ;

L'acide salicylique ;

L'aldéhyde formique ;

L'acide fluorhydrique et les fluorures (dans les vins) ;

L'Abrastol, le β Naphtol, les Phénols.

La Saccharine.

M. le Professeur Brouardel (1) donne l'énumération, ainsi que les principaux noms sous lesquels on trouve dans le commerce les diverses substances employées pour conserver les matières alimentaires.

SELS DE SOUDE ET DE POTASSE.

Chlorure de sodium et azotate de potasse ou sel Montégut (viandes).

Lessive de potasse = Régénérateur (vins).

Hypochlorite de soude = Liqueur de Labarraque (viandes).

(1) Conférence faite au XIV^e Congrès de Médecine en 1903, à Madrid.

SULFITES ET BISULFITES.

Synonymes	}	Conservateur Gourdan = Bisulfite de potasse et tartre.
		Orysol = Sulfite de soude cristallisé.
Employi	}	Malophile = Bisulfite et gélatine.
		Œnostérilisateur.... { a. Sulfite de potasse et tartre.
Doses.....	}	b. Bisulfite alcalin.
		Apertol = Sulfite et sulfate de potasse et tartre.
Doses.....	}	Cachets pastilles Lux = Bisulfite de potasse et gomme.
		Fermenticide Gram = Bisulfite de potasse et gomme.
Doses.....	}	Coopérateur = Bisulfite de chaux.
		Vins, bière, rarement les viandes.
Doses.....	}	Bisulfites contenant 8 % d'acide sulfureux = 375 centimètres cubes par hectolitre.
		Sulfites contenant 41 % d'acide sulfureux = 10 à 20 grammes par hectolitre.

ACIDE BORIQUE ET BORAX.

(Interdiction en France en vertu de la circulaire du 14 juillet 1891.)

Synonymes	}	Poudre conservatrice...	} Contiennent environ 50 % d'antiseptique.
		Fleur de conserve.....	
Employi	}	Antiferment.....	}
		Le National.....	
Doses.....	}	Préservatif.....	}
		Viandes, poissons, beurre, vins.	
Doses.....	}	Les viandes et poissons sont trempés dans une solution ou saupoudrés.	}
		Les vins en contiennent de 10 à 30 grammes par hectolitre.	

ACIDE SALICYLIQUE ET SALICYLATE DE SOUDE.

(Interdiction en France en vertu de la circulaire du 7 février 1881.)

Employi	}	Vins, cidre, bière, sirops, lait, confitures, beurre, etc.		
		Doses.....	}	Vin.....
Doses.....	}			Cidre.....
		Doses.....	}	Bière.....
Doses.....	}			Sirops.....
		Doses.....	}	Lait.....
Doses.....	}			Beurre.....
		Doses.....	}	Confitures.....

FORMOL.

(Interdiction en France par les circulaires des 30 septembre
et 18 octobre 1897.)

Synonymes	} Formalin.....	} Aldéhyde formique, 20 gr. par litre. Produit saponifiable à odeur d'acétate d'amyle 1 ^{re} 80. Acidité en acide acétique 0 ^{re} 06.
Emploi .....			| Lactine Gengaire, etc., etc. Lait, vin, bière, sirops, etc.
Doses.....	} 1 ^o Une cuillerée à soupe de formalin pour 10 litres de lait, crème, etc. 2 ^o Un litre pour la conservation de 150 à 50 litres de vin, bière, limonade, sirops, etc., etc., suivant la qualité.	

FLUORURES, FLUOSILICATES, FLUOBORATES.

Synonymes	} Chrysoléine = Fluorure de sodium. Conservateur = Fluosilicate de soude. Antiseptique solide = Fluosilicate de soude. L'Allavoir = Fluoborate de soude. Remarcol = Fluorure de sodium.	
Emploi .....		| Vins, vermouth, laits, beurres.

SACCHARINE.

Synonymes	} Sucre triatomique. Céranthine. Sucrol. Sucrine. Dulcine. Cristallose, etc., etc.	
Emploi .....		| Vins, bières, sirops, liqueurs, confiseries et pâtisseries.
Doses.....		| Variables, pouvant dépasser 2 grammes par litre dans les sirops. Employé en poudre dans les gâteaux et pâtisseries.

Chlorure de sodium.

Ce sel se trouve sans difficulté dans le produit de lavage
de la substance par l'eau, si elle est solide ; dans le cas d'un
liquide on le trouvera dans les cendres charbonneuses (p. 511).

Son dosage se fera par la méthode volumétrique au moyen de la solution $\frac{N}{10}$ de nitrate d'argent en présence du chromate neutre de potassium. (Voir documents physico-chimiques.)

1 centimètre cube de cette solution = 0^{es}00585 NaCl.

Nitrate de potasse.

Si la substance est solide on l'épuisera par l'eau, on évaporera la solution à sec. Si elle est liquide on l'évaporerà à sec ; dans les deux cas on reprendra l'extrait par l'eau et on y recherchera les azotates au moyen du réactif sulfophénique de Grandval et Lajoux. (Voir page 25.)

Pour le dosage, on emploiera la méthode volumétrique suivante :

L'extrait aqueux repris par le moins d'eau possible donne une solution que l'on sépare en deux portions égales.

Dans la première on dose les chlorures par le nitrate d'argent titré $\frac{N}{10}$.

La seconde est évaporée à sec et le résidu additionné de AzH³Cl pur et sec ; on chauffe le tout dans un creuset avec précaution tant qu'il se dégage des vapeurs ammoniacales bleuisant le papier rouge de Tournesol. On reprend le résidu par l'eau et dans cette solution on dose volumétriquement les chlorures avec AgAzO³ $\frac{N}{10}$.

La différence des quantités de liqueur argentique $\frac{N}{10}$ employées dans les deux dosages correspondra à l'azotate transformé.

Chaque centimètre cube d'azotate d'argent représentera 0^{es}0101 AzO³K.

Acide sulfureux et sulfites.

Recherche. — A) La substance est solide : Diviser finement 200 grammes, de substance les placer dans un ballon à deux tubulures avec 5^{es} acide phosphorique, 100^{es} d'eau distillée ; adapter un réfrigérant à l'une des tubulures et à l'autre un tube amenant un courant d'acide carbonique

au milieu de la masse ; distiller jusqu'à ce que le contenu du ballon soit réduit de moitié et en recevant les produits de la distillation dans 50° d'une solution de chlorure de baryum iodé et acide (chlorure de baryum 1 gramme, HCL 20 gouttes ; eau distillée, 10° ; eau iodée, 10°).

Si la substance contient de l'acide sulfureux libre ou des sulfites, la solution iodée donnera un trouble ou un précipité de sulfate de baryte.

B) La substance est liquide : On en mesurera un certain volume que l'on traitera comme précédemment par l'acide phosphorique et que l'on distillera en recevant les produits de la distillation dans le chlorure de baryum iodé et acide.

Dosage. — Le dosage se fera en traitant 200 grammes de substance solide ou liquide comme précédemment et en recevant le liquide distillé dans 50° d'une solution à 5^{gr} d'iode et 7^{gr}50 KI par litre.

Lorsqu'on aura distillé la moitié de la substance on acidulera le distillat avec HCL, on chassera l'iode en excès par ébullition, puis on traitera le liquide chaud par une solution de chlorure de baryum, il se formera du sulfate de baryte que l'on recueillera et pèsera. (Voir page 493.)

Le poids de sulfate de baryte formé $\times 0.275$ donnera le poids d'acide sulfureux (SO²) contenu dans la prise d'essai. ;

Dosage dans les vins blancs de l'acide sulfureux libre, total et combiné. — Dans l'analyse des vins blancs, on doit déterminer l'acide sulfureux libre et total, toujours séparément, d'après la méthode de Ripper de préférence. Lorsqu'il s'agit du vin rosé, on peut encore employer cette méthode. Mais, pour les vins rouges et les vins doux, cela n'est pas possible et l'on doit se borner à déterminer l'acide sulfureux total par la méthode de distillation (1).

Pratiquement, la méthode Ripper s'exécute comme suit (2).

a) *Acide sulfureux libre.* — On introduit dans un matras d'environ 100° de capacité, à col large, 50° de vin, à l'aide d'une pipette que l'on tient très près du fond du matras.

(1) A 100 cc. de vin on ajoute 2 cc. acide phosphorique, on distille dans un courant de CO² ; on reçoit le distillat dans une solution de chlorure de baryum iodé ; on pèse le sulfate de baryte formé ; le poids de sulfate de baryte $\times 0.275$ donne le poids de SO² correspondant.

(2) *Schweizerische Wochenschrift für Chemie und Pharmacie*, XXXII, 5 octobre 1894, 389.

Puis on ajoute 50^{cc} d'acide sulfurique dilué (1 : 3), un peu de solution d'amidon et l'on introduit, aussi rapidement que possible, de la solution d'iode au 1/50 normale, en agitant souvent, jusqu'à ce que la couleur bleue de l'iodure d'amidon persiste pendant quelques instants malgré l'agitation du liquide. De la quantité employée de solution d'iode, mesurée à l'aide d'une burette, on obtient la proportion d'acide sulfureux libre contenue dans le vin. En multipliant le chiffre de centimètres cubes par 12.8, on obtient directement la teneur en milligrammes par litre (1).

b) *Acide sulfureux total.* — Dans un matras d'environ 200^{cc} on introduit 25^{cc} de solution de potasse caustique (56 grammes de potasse sèche par litre), puis 50^{cc} de vin, que l'on laisse couler lentement de la pipette, dont l'extrémité doit toujours plonger dans la potasse caustique. On laisse agir la potasse caustique sur le vin pendant 15 minutes ; on ajoute ensuite 10^{cc} d'acide sulfurique dilué (1 : 3), un peu de solution d'amidon, puis on titre comme précédemment pour le dosage de l'acide sulfureux libre. Le calcul est le même que précédemment.

c) *Acide sulfureux combiné.* — L'acide sulfureux combiné (aldéhyde) s'obtient par soustraction de l'acide sulfureux libre de l'acide total trouvé.

Acide Borique et Borates.

A) *La substance est solide* (2). — 1^o En prélever un échantillon finement divisé de 50 grammes, y ajouter 50^{cc} d'eau distillée et porter le mélange à l'ébullition pendant quelques minutes. Laisser refroidir, filtrer la solution sur un filtre mouillé, faire bouillir de nouveau le résidu avec de l'eau distillée, filtrer et réunir le filtrat au précédent. Concentrer le liquide au bain-marie jusqu'à un volume de 50^{cc} environ, l'aciduler avec 10^{cc} HCL concentré, porter à l'ébullition et filtrer.

(1) Si on emploie la solution d'iode $\frac{N}{10}$ 1 cc. = 0 gr. 0032 SO².

(2) Pour le beurre, saponifier 10 grammes de beurre par la lessive alcoolique de potasse, dans une capsule de platine (voir matières grasses). Evaporer le savon à sec, calciner, Reprendre les cendres par HCL, avec la solution chlorhydrique, imbiber une bande de papier de curcuma que l'on dessèche ensuite à 100° sur un verre de montre à l'étuve. En présence de l'acide borique, coloration rouge brun qui passe au bleu ou au vert par CO³Na².

Pour les viandes voir aussi page 539.

α) Plonger dans le liquide un morceau de papier de curcuma que l'on porte ensuite à l'étuve à $+ 100^{\circ}$; ce papier deviendra rouge brun si la solution contient de l'acide borique ou un borate; et il passera au vert ou au bleu sous l'action d'un alcali.

β) Plonger dans le liquide un fil de platine recourbé en boucle à son extrémité et porter ce fil dans la flamme d'un bec de Bunsen; celle-ci présentera une coloration verte sur les bords dans le cas de la présence de l'acide borique.

2° Incinérer un certain poids de la substance jusqu'à cendres blanches, que l'on rend alcalines et que l'on traite comme il est dit plus loin.

B) *La substance est liquide.* — En prélever 10° que l'on neutralise au moyen de $\text{Co}^3\text{Na}^{\circ}$ en léger excès; évaporer lentement à siccité au rouge sombre l'extrait obtenu. Après refroidissement, ajouter au résidu quelques gouttes d'acide sulfurique et 5° d'alcool méthylique. Enflammer le mélange dans un endroit obscur, tout en agitant légèrement la capsule.

La flamme de l'alcool sera colorée en vert sur les bords dans le cas de la présence d'acide borique ou de borates.

Ce procédé est simple, mais il est parfois difficile d'obtenir des cendres blanches, soit que la matière examinée donne, après combustion, un charbon dense difficile à brûler à basse température, soit que le produit renferme une quantité telle de sels alcalins que ceux-ci fondent facilement, englobent le charbon et l'empêchent de brûler.

M. Sellier (*Annales de chimie analytique*, 15 juin 1905) a, dans ce cas, recours à la destruction de la matière organique par une attaque similaire à celle effectuée dans le procédé Kjeldahl pour le dosage de l'azote. Dans un matras de 150° environ, il attaque 10 grammes de matière par 10 ou 12° de $\text{SO}^4\text{H}^{\circ}$, en chauffant modérément d'abord, puis plus fortement. En quelques minutes, la désagrégation de la matière est suffisante, et l'on obtient un liquide brun foncé, dans lequel on verse, après refroidissement partiel, environ 10° d'alcool méthylique; on réchauffe le mélange avec précaution, et l'on enflamme la vapeur qui sort du col du ballon. Il y a formation simultanée d'éther méthylique et d'éther méthylborique, qui donne une flamme nettement verte, les sels de potasse et de soude ne gênant pas la réaction, comme cela a lieu dans le procédé par incinération. De plus, le chauffage avec $\text{SO}^4\text{H}^{\circ}$ fait disparaître complètement HCl, provenant du sel que la matière examinée peut renfermer et l'on évite ainsi la formation possible du chlorure de méthyle qui donne également une flamme verte. Ce

procédé est simple et rapide, d'une application générale à toutes les matières alimentaires, plus spécialement aux viandes et aux produits de charcuterie dont l'incinération est si désagréable. Sa sensibilité est supérieure à celle de la méthode usuelle des cendres.

Recherche et dosage rapides dans le lait (méthode Denigès).

— A) *Recherche* : On met dans un vase de Bohême 20^{cc} environ de lait à essayer, quelques gouttes de phénol-phtaléine, et on ajoute, peu à peu, en agitant, de la soude N/10, jusqu'à coloration rosée très faible, ce que l'on aperçoit facilement par comparaison avec une seconde prise d'essai de lait, mise comme témoin dans un vase identique au premier.

Cela fait, le contenu rosé de ce premier récipient est partagé, par portions égales, en deux tubes : dans l'un on ajoute 2 à 3^{cc} de glycérine et on agite ; la coloration rosée disparaît instantanément et ne réapparaît pas par addition de deux gouttes de soude N/10 et agitation, même si le lait ne renferme que 15 à 20^{cc} d'acide borique par litre (or, on en emploie toujours de 0^{cc}50 à 1^{cc}, au moins, comme conservateur). Au contraire, deux gouttes d'alcali N/10, ajoutées dans le second tube, qui servira de témoin dans l'expérience, en exaltent nettement la teinte.

Si l'addition de la glycérine ne produit pas dans le premier tube la disparition complète de la coloration, on peut conclure que le lait examiné renferme moins de 0^{cc}20 par litre d'acide borique et, pratiquement, que ce lait n'a pas été additionné de ce produit, puisqu'on n'a aucun intérêt à effectuer cette addition au-dessous de cette dose.

Pour rechercher l'acide borique combiné à l'état de borax, il est nécessaire d'ajouter, au préalable, au lait soumis à l'essai, 1/2^{cc} d'acide chlorhydrique ou sulfurique *normal*, puis de la phtaléine et de la soude N/10 jusqu'à teinte rosée. On continue ensuite comme plus haut.

B) *Dosage* : Mettre dans deux vases de Bohême identiques 20^{cc} de lait à examiner, les placer sur une feuille de papier blanc et verser dans l'un d'eux deux ou trois gouttes de phénol-phtaléine et de la soude N/10 jusqu'à teinte *faiblement* rosée, mais très visible par comparaison avec le témoin ; ajouter alors 10^{cc} d'un mélange à volumes égaux d'alcool à 90° et de glycérine, puis de la soude décijnormale jusqu'à ce que la coloration rosée, d'abord disparue, ait repris son inten-

sité primitive. Noter exactement cette dernière quantité d'alcali ainsi employée, soit n centimètres cubes.

La valeur ($n - 0,15$) indiquera en grammes, à un ou deux décigrammes près, la proportion x d'acide borique contenue dans un litre de lait essayé.

Si $n = 185$, par exemple, cette proportion sera de $1^{\text{er}}85 - 0,15 = 1^{\text{er}}70$ d'acide borique par litre.

Ce dosage n'est exact que lorsque la quantité d'acide borique n'excède pas 3^{es} par litre et quand la teneur du lait en lactose est comprise entre 40 et 50^{es} par litre.

Au delà de 3^{es} par litre il faut diluer le lait avant de prélever les 20^{es} destinés à être saturés par la soude et, dans tous les cas, ajouter suffisamment de sucre de lait pour ramener la teneur au voisinage de 45^{es} (40 à 50^{es}) par litre.

Enfin, si le lait est boraté, on ajoutera de $1/2$ à 1^{er} d'acide normal à la prise d'essai avant la première neutralisation et on continuera, comme plus haut, en exprimant les résultats en acide borique.

Acide salicylique.

A) *La substance est solide* : En peser 25 grammes, y ajouter 50 grammes d'une solution de Co^3Na^3 à $1/10^{\text{e}}$; chauffer à l'ébullition, laisser refroidir; filtrer sur papier mouillé, aciduler franchement le filtrat avec HCL concentré, et l'épuiser à deux reprises différentes (dans unentonnoir à séparation bouché à l'émeri), par un égal volume d'un mélange à parties égales d'éther sulfurique à 65° et d'éther de pétrole.

Evaporer à l'air libre la solution éthérée, puis traiter le résidu par 10^{es} d'eau et quelques gouttes de perchlorure de fer officinal bien neutre dilué au $1/40^{\text{e}}$.

S'il se manifeste une coloration violette (et non jaunâtre), c'est l'indice de la présence de l'acide salicylique (1).

Pour le beurre : Verser dans un tube à essai 4^{es} d'alcool à 20° et 2 à 3 gouttes Fe^3cl^6 très étendu, ajouter environ 2^{es} de beurre fondu et filtré, et agiter fortement : coloration violette en présence d'acide salicylique.

(1) Recherche de l'acide salicylique dans les sucs et sirops de fruits : Heffelmann (*Zeits. f. analyt. Chemie*, 1897, III, p. 171.)

Neutraliser 100 cc. du produit, distiller et recueillir 75 cc. de distillat, additionner le résidu de fragments de pierre ponce et de 2 cc. So^4H^2 au $1/4$, distiller et recueillir 10 cc. qui donnent la réaction du perchlorure de fer.

B) *La substance et liquide* : En prélever un certain volume et l'aciduler franchement avec HCL ; épuiser le mélange comme il est dit précédemment et caractériser avec le perchlorure de fer, l'acide salicylique.

Aldéhyde formique (formol).

A) *La substance est solide* : La diviser finement et la broyer avec de l'eau acidulée avec So^4H^2 ; soumettre le mélange à la distillation, après lui avoir ajouté un excès de sulfate de soude sec et pulvérisé.

Dans le liquide distillé on recherche le formol par les réactions suivantes :

1° Ajouter à 1° du distillat, deux gouttes de solution de chlorhydrate de phényl-hydrazine, et 1^{er}50 d'acétate de soude dissous dans 100° d'eau ; enfin deux gouttes d'acide sulfurique : dans le cas du formol il se produit une coloration verte ;

2° A 5° de distillat on ajoute deux ou trois gouttes de solution aqueuse de phénol à 1 % ; on mélange et on introduit prudemment ce mélange dans une même quantité d'acide sulfurique concentré contenu dans une éprouvette, en tenant le tube de manière que les liquides ne se mêlent pas. La présence d'une partie de formaldéhyde dans 100.000 parties de liquide est indiquée par la formation d'une zone cramoisie au plan de séparation des solutions. Quand il y a beaucoup de formaldéhyde, on observe au-dessus de la zone colorée un trouble blanc dû à un précipité de faible coloration. Si de la substance organique a passé en même temps que les produits volatils, la carbonisation par l'acide sulfurique peut provoquer une confusion avec la réaction d'une trace de formaldéhyde ; mais, au bout de 12 heures, la coloration, si elle est due à la formaldéhyde, devient un trouble blanchâtre au lieu d'une coloration foncée que produisent les matières organiques.

3° On traite environ 5° de distillat par un volume égal de lait pur, et environ 10° d'acide chlorhydrique concentré contenant 1° d'une solution de chlorure ferrique à 10 % pour 500° d'acide. On chauffe vers 80° ; une coloration violette indique la formaldéhyde.

B) *La substance est liquide* : On la soumet à la distillation mais très lentement et dans un ballon de grandes dimensions, on recueille 20° de distillat que l'on soumet aux réactions précédentes.

Recherche dans le lait. (M. Nicolas : Comptes rendus de l'Académie des sciences du 17 avril 1905). — MM. Marion et Manget ont proposé, pour reconnaître la présence du formol dans le lait, de recourir à l'emploi de l'amidol ou du diamidophénol, qui ajoutés au lait normal, au lait carbonaté ou au lait boraté, donne une coloration saumon, tandis qu'avec le lait formolé, on observe une coloration jaune-serin.

On peut, d'après M. Nicolas, se servir des mêmes réactifs dans des conditions où ils se montrent d'une sensibilité plus grande, et le procédé qu'il propose est basé sur les propriétés que possèdent les méta-diamines de donner, avec les aldéhydes, une fluorescence verte; cette fluorescence est très manifeste avec la métaphylène-diamine, ainsi qu'avec le diamidophénol et avec l'amidol (chlorhydrate de diamidophénol).

La réaction est plus rapide à chaud qu'à froid.

Les liquides exempts d'aldéhyde se colorent en rouge, puis en brun, mais ils ne donnent pas de fluorescence.

La fluorescence apparaît malgré la présence des acides acétique et lactique et d'une très faible proportion d'HCL et de SO^*H^2 ; les alcalis l'empêchent de se produire.

La fluorescence verte est visible avec un lait ne contenant pas plus de 1/500.000 de formol à 40 %.

Pour rechercher le formol dans le lait, on précipite la caséine à l'aide de l'acide acétique ou de l'acide lactique; on filtre, on ajoute au filtrat quelques cristaux d'amidol; au bout de quelques instants, la fluorescence se produit.

La précipitation de la caséine peut être réalisée au moyen du chlorure de sodium ou, de préférence, à l'aide du sulfate de magnésic, dissous à saturation dans le lait; on obtient ainsi des liquides limpides, sur lesquels on peut faire la réaction à froid; si on voulait chauffer dans le but de la rendre plus rapide, il faudrait, au préalable, précipiter, à l'aide de l'acide acétique, les matières albuminoïdes coagulables et filtrer ensuite.

Dosage dans le lait (Léonard et Smith: *Analyst.*, 1897). Prendre 100° de lait, y ajouter 1° So^*H^2 dilué à 1/3; distiller et recueillir 20°² (soit $\frac{1}{5}$) de liquide; ce liquide contient les 33.33 % de formol total.

Titrer cette liqueur au moyen du cyanure de potassium.

Pour cela, additionner 10° $\text{AgAzO}^3 \frac{\text{N}}{10}$ de six gouttes Azo^3H étendu à 50 %, et de 10° de solution de cyanure de potassium à 6°/20 de cyanure de commerce (à 90 %) par litre; compléter à 50° avec de l'eau distillée; agiter, prélever 25° du liquide et titrer l'excès d'argent au moyen du sulfocyanure d'ammonium. (Voir Documents physico-chimiques.)

Faire une deuxième prise de 100^{cc} AgAzO³ $\frac{N}{10}$ et la traiter comme ci-dessus, mais en mélangeant préalablement aux 10^{cc} de cyanure de potassium la solution de formol.

La différence entre les deux résultats, multipliée par 2, donne la quantité de cyanure de potassium qui a été absorbée par le formol en fonction du sulfocyanure $\frac{N}{10}$:

$$1^{\text{re}} \text{ sulfocyanure } \frac{N}{10} = 0^{\text{sr}}0015 \text{ aldéhyde formique.}$$

Exemple. — Supposons que dans le premier essai, il a fallu 12^{cc} de solution $\frac{N}{10}$ de sulfocyanure d'ammonium, dans le second 15^{cc}, la quantité d'aldéhyde formique contenue dans 100^{cc} de lait sera :

$$(15-12) \times 2 \times 0^{\text{sr}}0015 = 0^{\text{sr}}009 : \times \frac{100}{33,33}$$

On peut aussi doser le formol par la méthode iodométrique de Romijn.

On prend le liquide distillé, on l'étend à 50^{cc}, on place le liquide dilué dans un vase bouché avec 20^{cc} de solution d'iode $\frac{N}{10}$ (Voir Documents physico-chimiques) et 5^{cc} de soude normale.

On laisse reposer un quart d'heure, on acidule la solution avec 5^{cc} acide normal, et on titre l'excès d'iode par l'hypo-sulfite $\frac{N}{10}$ (Voir Documents physico-chimiques.)

$$1^{\text{re}} \text{ solution d'iode } \frac{N}{10} = 0^{\text{sr}}0015 \text{ aldéhyde formique.}$$

Acide fluorhydrique et fluorures.

A) *La substance est solide* : On l'épuise par l'eau et on concentre la solution aqueuse, on la soumet à l'essai du verre de montre. Pour le beurre il suffit de le faire fondre à basse température, on le laisse ensuite refroidir, on prélève le liquide sous jacent et on le soumet à l'essai du verre de montre. (Voir plus bas.)

B) *La substance est liquide* : On opère comme il est dit ci-dessous pour les vins.

Recherche des fluorures dans les vins. (M. Blarez, Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux, novembre 1904). — On prend 150^{cc} de vin, blanc ou rouge ; on s'assure qu'il est légèrement plâtré ; s'il ne l'est pas, on y ajoute une pincée d'un sulfate alcalin quelconque ; on ajoute au vin 10^{cc} d'une solution à 10 % d'acétate de baryum ; on agite et on laisse déposer ; au bout d'un quart d'heure, on jette sur un petit filtre plissé, fait avec du papier Berzélius ; le dépôt recueilli sur le filtre est formé de sulfate de baryum, de quelques matières colorantes, d'une petite quantité de tartrate de baryum et de *tout* le fluor existant dans le vin, qui s'est transformé en fluorure de baryum et qui se dépose avec le sulfate ; on lave le filtre une fois ou deux ; on laisse égoutter ; on fait sécher rapidement ; on incinère dans une capsule en platine à fond rond de 5 centimètres de diamètre environ.

D'autre part, on prend une plaque de verre (ou un verre de montre) assez mince, bien propre, carrée ou ronde, de 8 centimètres de diamètre ou de côté ; on la chauffe soit dans une étuve, soit sur une flamme et on l'enduit de cire de Carnauba *blanche*, qui présente un point de fusion relativement assez élevé, ce qui est avantageux dans la circonstance ; après refroidissement, on trace, avec un petit poinçon, quelques caractères de façon à mettre le verre à nu.

On recouvre le creuset, qui doit être solidement fixé sur un support, avec la plaque de verre ainsi préparée, le côté enduit en dessous ; on s'assure de l'adhérence parfaite et l'on chauffe très modérément le fond de la capsule, dans laquelle, avant de l'avoir obturée, on a ajouté un peu de SO⁴H² pur concentré, de façon à imprégner les matières salines qui s'y trouvent.

Le point *important* est d'obtenir une bonne réfrigération de la plaque de verre. Pour cela, on surmonte la plaque de verre à refroidir d'un cylindre de même diamètre que la capsule, de 8 à 10 centimètres de hauteur, fermé, à sa partie inférieure, par une feuille de parchemin solidement attachée. Ce cylindre est bouché, à sa partie supérieure, par un bouchon percé de deux trous donnant passage à deux tubes, l'un allant jusqu'à la partie inférieure, l'autre s'arrêtant au ras du bouchon. Si l'on fait arriver par le premier tube un courant continu d'eau froide, le cylindre se remplit et l'excès d'eau s'échappe par le second tube, auquel on ajuste un bout de

caoutchouc pour rejeter l'eau au dehors. La pression de l'eau applique la membrane de parchemin sur la plaque de verre, qui est ainsi continuellement refroidie.

Au bout d'une heure, on éteint le feu ; on détache la plaque ; on enlève la plus grande partie de la cire avec du papier, après l'avoir fait fondre ; le reste de la cire est enlevé en frottant la plaque avec une poudre à polir, soit du ciment en poudre, soit du carbonate de chaux précipité, qu'on mélange avec un peu de chloroforme ou de tétrachlorure de carbone. La plaque essuyée est examinée. Lorsque le vin est fluoré par addition d'un antiseptique fluoré, la gravure est nette et se voit à l'œil nu, et l'on peut constater, à la loupe ou au microscope et au moyen d'une aiguille pointue, que la gravure en creux existe réellement.

Dans la majeure partie des cas, les composés fluorés sont employés comme antiseptiques à dose telle qu'on retrouve 4 à 5 centigrammes de fluor par litre, ce qui correspond approximativement à 8 ou 10^{es} de fluorure de sodium ou d'ammonium par hectolitre. Pour les vins renfermant du sucre non fermenté, on porte la dose au double de cette quantité. La dose retrouvée est souvent plus faible, soit qu'elle ait été introduite telle, soit que le vin ait attendu longtemps avant d'être analysé, en futailles ou bien en bouteilles. Le fluor se dépose, en effet, en partie seulement et à l'état insoluble, dans les lies, dans lesquelles il est aisé de le retrouver.

On combine quelquefois, dans le but de rendre les recherches plus difficiles, des fluorures avec des sulfites neutres. On fait également intervenir les benzoates alcalins. Il s'ensuit que la recherche de ces composés, dont chacun d'eux n'existe plus qu'en très faible proportion, est chose très difficile.

Abrastol.

Ce produit, qui appartient à la série des composés sulfonés du naphthol, est un antiseptique qui jouit à la fois de propriétés médicinales et d'un pouvoir conservateur très marqué des denrées alimentaires, et en particulier des vins et des boissons alcooliques ; aussi n'aura-t-on à le rechercher que dans ces substances. Le comité consultatif d'hygiène a prohibé son emploi, considérant cette substance comme un médicament.

Recherche dans les vins (Procédé Bellier, *Moniteur scientifique*, février 1895). — Rendre ammoniacaux environ 50^{cc} de vin ; agiter avec 10^{cc} d'alcool amylique ; décanter l'alcool, le filtrer au besoin et l'évaporer dans une petite capsule ; verser sur le résidu 1^{cc} AzO³H étendu de son volume d'eau, faire réduire de moitié au bain-marie ; transvaser le liquide dans un tube à essai, rincer la capsule avec 1^{cc} d'eau, que l'on pacle également dans le tube.

Introduire dans le tube 0^{cc}20 de sulfate ferreux, puis après dissolution, goutte à goutte et en agitant, de l'ammoniaque étendue de son volume d'eau, jusqu'à excès, enfin 5^{cc} d'alcool et quelques gouttes d'alcool pour redissoudre le précipité.

Agiter, laisser reposer, filtrer.

Avec le vin pur le liquide est incolore ou légèrement jaunâtre.

Avec le vin contenant de l'abrostol, coloration rouge.

Certaines substances colorantes pouvant produire cette réaction, il sera bon, lorsque l'alcool amylique sera coloré, de reprendre le résidu par l'acide acétique étendu et d'évaporer à nouveau à sec sur un mouchet de laine. En reprenant par l'eau, l'abrostol seul se dissoudra.

Recherche dans la bière, les sirops, les confitures, etc. — Comme dans le vin.

Recherche dans les matières grasses (beurres, graisses, etc.). — On remplace le traitement à l'alcool amylique par l'alcool éthylique et on filtre, sur un filtre mouillé.

Le résidu laissé par l'évaporation de l'extrait alcoolique est traité comme ci-dessus.

β Naphtol.

Epuiser 200 grammes de substance par 10^{cc} de chloroforme, laisser en contact ; décanter le chloroforme, le traiter par quelques gouttes de potasse alcoolique. Placer le liquide au bain-marie bouillant pendant deux minutes. La présence du β naphtol est indiquée par la formation d'une couleur bleu de Prusse, devenant verte, puis jaune.

Recherche des Phénols dans la Viande.

Après avoir divisé la matière, on l'acidule avec l'acide sulfurique, puis on distille dans un courant de vapeur d'eau. La

plupart des phénols sont entraînés dans ces conditions ; les premières portions recueillies à la distillation pourront servir à les caractériser: il suffira d'agiter dans une boule à décantation avec un peu de chloroforme auquel'on ajoutera, après séparation, un peu de potasse ; on portera à l'ébullition la solution chloroformique, dans laquelle il se produira une coloration variant du rouge au bleu et au violet, suivant la nature du phénol.

Le phénol produit une coloration rouge pâle, passant peu à peu à froid au brun, au jaune, puis se décolore (cette réaction est plus rapide à chaud).

Le salol donne aussi une coloration rouge.

Le β naphтол donne une coloration bleu foncé, qui passe au vert puis au brun.

Saccharine.

On la recherche dans les vins (voir page 158), la bière.

XI

Essai des Étamages.

*Feuilles d'étain, Boîtes de conserves, Poteries d'étain,
Poteries vernissées,
Caoutchouc sertisseur, Email.*

ORDONNANCE DE POLICE DU 31 DÉCEMBRE 1890.

ART. 4. — Il est interdit d'employer des feuilles d'étain plombifère pour envelopper les fruits, les confiseries, les chocolats, les fromages, les saucissons, la chicorée, et d'une manière générale toutes substances entrant dans l'alimentation.

Les feuilles d'étain destinées à cet usage devront être constituées par un alliage contenant au moins 97 % d'étain dosé à l'état d'acide métastannique. Cet alliage ne devra pas renfermer plus de 1/2 % de plomb (0^{rs}50 pour 100 grammes).

ART. 5. — Il est interdit d'employer à l'étamage ou au rétamage des vases et ustensiles servant aux usages alimentaires, des bains qui ne contiendraient pas au moins 97 % d'étain dosé à l'état d'acide métastannique ou qui renfermeraient plus de 1/2 % de plomb (0^{rs}50 pour 100 grammes) ou plus de un dix millième d'arsenic (0^{rs}01 pour 100 gr.).

ART. 6. — Il est interdit de fabriquer les vases et ustensiles d'étain destinés à contenir ou à préparer des substances alimentaires avec un alliage contenant plus de 10 % de plomb ou des autres métaux qui se trouvent ordinairement alliés à l'étain du commerce ; il ne devra pas s'y trouver plus de un dix millième d'arsenic (0^{rs}01 pour 100 grammes).

ART. 7. — La mise en vente des produits, objets et ustensiles dont la fabrication est défendue par la présente ordonnance, est interdite au même titre que cette fabrication.

ORDONNANCE DE POLICE DU 8 MARS 1896.

ARTICLE 1^{er}. — L'article 6 de l'ordonnance de police du 31 décembre 1890 est modifié ainsi qu'il suit :

Il est interdit de fabriquer ou de mettre en vente des vases et ustensiles de métal destinés à être en contact avec des substances alimentai-

res et dans la composition desquels entrerait une proportion totale soit de plus de 10 % de plomb, soit de plus d'un dix millième d'arsenic (0^{rs}01 pour 100 grammes).

ART. 2. — Il est également interdit de fabriquer ou de mettre en vente des vases en tôle plombée, improprement désignée sous le nom de fer blanc terne.

ORDONNANCE DU 23 AOUT 1889.

Les boîtes de conserves alimentaires peuvent être soudées à l'intérieur, mais seulement à l'*étain fin*.

L'étamage des boîtes ne doit être également fait qu'à l'*étain fin*.

ORDONNANCE DU 29 JUIN 1895.

ARTICLE 1^{er}. — Il est interdit aux fabricants de boîtes de conserves alimentaires de se servir, pour la confection des dites boîtes, d'autre fer blanc que celui étamé à l'*étain fin*.

Les soudures faites à l'intérieur des boîtes de conserves devront être pratiquées à l'*étain fin*, comme celui qui sert à l'étamage desdites boîtes.

Tout procédé de sertissage des boîtes de conserves, qui comporte l'emploi des substances plombifères est interdit.

On entend par *étain fin commercial* (d'après le Comité consultatif et le Conseil d'hygiène) un étain contenant 997 millièmes d'*étain pur* dosé à l'état d'acide métastannique. Cependant aucun arrêté n'a sanctionné cette définition, et l'ordonnance de police du 31 décembre 1890 considère comme *étain fin un alliage renfermant au moins 97 % d'étain et pas plus de 0^{rs}50 % de plomb ou plus de 0^{rs}01 d'arsenic %*.

Les soudures extérieures (1), ainsi que les étamages extérieurs des boîtes de conserves, peuvent être faits avec de l'*étain plombifère* (il est donc important de vérifier si les soudures extérieures n'ont pas bavé à l'intérieur des boîtes).

L'instruction rédigée par le Conseil de santé des armées, ainsi que la prescription ministérielle du 1^{er} janvier 1881, réglementent de la manière suivante la composition des poteries d'*étain* dans l'armée :

1^o Les objets et les ustensiles en étain ne devront renfermer que 10 % de plomb, à l'exception des couloires infusoires et réservoirs à tisanes (2), qui n'en contiendront que 5 %.

(1) On entend par *soudure extérieure*, celle qui, de quelque façon qu'elle ait été pratiquée, ne met en aucun point cette soudure en contact avec les matières alimentaires contenues dans la boîte.

(2) Ce sont des ustensiles de pharmacies militaires.

2° Les ustensiles de campement et les vases en cuivre doivent toujours être étamés à l'étain fin. Il est accordé, pour tous ces objets et ustensiles, une tolérance de 0,5 %.

Enfin, les soudures des boîtes qui sont destinées à renfermer des conserves alimentaires, doivent être pratiquées à l'aide de l'étain fin, ainsi que l'étamage du fer blanc employé à la fabrication de ces boîtes.

La poterie vernissée est recouverte d'un enduit qui est un silicate plombo-alumineux ; ce vernis ne doit pas céder d'oxyde de plomb aux acides faibles.

A côté de ces ustensiles d'un usage courant, l'expert peut être amené à examiner :

L'émail des ustensiles en fonte ou en tôle.

Le caoutchouc sertisseur de certaines boîtes de conserves ou récipients divers.

Marche systématique de l'analyse d'un étamage.

A) *Essai qualitatif* : S'assurer de la présence du plomb dans l'étamage (ustensile en cuivre ou en fer) : pour cela, on dépose à la surface de l'objet une goutte d'acide azotique pur ($d = 1,30$), on chauffe doucement, afin de chasser l'excès d'acide, et l'on touche la tache blanche qui se forme, avec une baguette de verre trempée dans une solution d'iode de potassium à 5 %. La présence du plomb sera reconnue par le précipité jaune d'iode de plomb qui prendra naissance.

On peut encore gratter aussi superficiellement que possible la surface de l'étamage, placer les râclures dans une capsule de porcelaine et les traiter par AzO^3H étendu de son volume d'eau et bouillant, évaporer ensuite la solution au bain-marie, puis dessécher le résidu à l'étuve à 105°, reprendre le résidu par l'eau distillée bouillante, filtrer la solution et la traiter par :

Une solution d'iode de potassium 1/10°, précipité jaune : *plomb*.

— de chromate neutre de potassium 1/10°, précipité jaune ; soluble dans KOH, insoluble dans l'acide acétique : *plomb*.

B) *Dosage du plomb*. — La présence du plomb ayant été reconnue, gratter (ne pas faire fondre) l'étamage aussi superficiellement que possible, recueillir le plus de râclures que l'on pourra, soit P le poids des râclures obtenues, les traiter dans un flacon en verre par AzO^3H ($D = 1,30$), chauffer le tout jusqu'à cessation de vapeurs nitreuses et disparition de points noirs visibles à travers le fond de la fiole où se fait la réaction ; évaporer à siccité au bain de sable.

Reprendre le résidu par 50" d'eau bouillante aiguës de 10 gouttes AzO^3H pur ; après refroidissement, décantier le liquide sur un filtre, recueillir le filtrat dans un flacon jaugé à 100" ; reprendre le résidu resté dans le flacon et celui tombé sur le filtre par l'eau froide qui servira à compléter les 100" .

Prélever 50^{cc} du filtrat, les verser dans un vase à précipité, y ajouter un mélange de 100^{cc} d'alcool à 95° et de 5^{cc} SO⁴H².

Laisser reposer 12 heures; recueillir le précipité sur un filtre, le laver à l'eau alcoolisée et le dessécher à l'étuve.

Détacher le précipité du filtre, le placer dans une capsule de porcelaine tarée; brûler le filtre, joindre ses cendres au contenu de la capsule; humecter le tout d'un mélange de quatre gouttes AzO³H à 1/4 et quatre gouttes SO⁴H²; calciner au rouge, porter sous l'exsiccateur et, après refroidissement, peser.

L'augmentation de poids de la capsule $\times 1.3664$ donne le poids de plomb contenu dans le poids P d'étamage.

Comme il est impossible de gratter l'étamage sans enlever des parcelles de fer, les procédés volumétriques au fer, au permanganate donnés plus loin, ne peuvent être employés pour le dosage du plomb.

La recherche et le dosage du plomb suffisent, en général, dans le cas d'un étamage; si l'on voulait y doser l'étain et métaux connexes, on opérerait comme il est dit aux soudures.

Analyse des soudures, Feuilles et Poteries d'étain, Analyse d'étain.

L'analyse des ustensiles et des feuilles d'étain se fait de la même manière que celle de l'étain. Elle comprend :

La recherche et le dosage *du plomb, du cuivre, de l'arsenic, de l'antimoine*. Le dosage *de l'étain* et des métaux connexes.

1° RECHERCHE DU PLOMB, DU CUIVRE, DE L'ARSENIC, DE L'ANTIMOINE.

Traiter à chaud un poids déterminé de l'étain de la soudure ou de la feuille par AzO³H en excès (opérer comme il est dit plus haut au dosage du plomb); il se forme de l'acide stannique insoluble, accompagné d'acides arsénique et antimonieux; le plomb, le cuivre, restent en solution. Filtrer. On a une solution et un résidu insoluble.

A) Solution. L'évaporer à siccité. Prendre le résidu par l'eau distillée. Filtrer.	Résidu.	Le dissoudre dans AzO ³ H. La solution précipite en blanc par l'eau, en noir par H ² S. En brun par KI: <i>Bismuth</i> .		
	Solution.	La traiter par So ⁴ H ² + alcool.	Solution. La traiter par AzH ³ en excès.	Précipité blanc: <i>Plomb</i> . Précipité brun: <i>Fer</i> . Solution. La faire bouillir avec KOH jus- qu'à dispari- tion d'AzH ³ . (Dans le cas du cuivre, la so- lution est bleue).
				Précipité: <i>Cuivre</i> . Solution. La traiter par H ² S préci- pité blanc: <i>Zinc</i> .

A. En dissoudre une partie dans l'eau régale, plonger dans la solution une lame de zinc qui précipite l'antimoine sous forme de poudre noire.

Prendre le reste du résidu par une petite quantité So^4H^2 et chauffer le mélange au bain de sable jusqu'à apparition de vapeurs blanches épaisses; laisser refroidir. Placer la solution avec les précipités qu'elle contient dans un tube à essais, étendre d'eau, ajouter quelques fragments de zinc distillé et quelques gouttes d'une solution de bichlorure de platine à 1/20. Boucher le tube avec un bouchon de liège traversé par un tube de verre recourbé à angle droit et terminé à son extrémité extérieure par une pointe effilée. Chauffer légèrement le tube à essais, puis lorsque le dégagement gazeux qui se produit à l'intérieur de ce tube est devenu bien régulier, présenter une flamme à l'extrémité du tube effilé. Il se produit immédiatement une petite flamme; écraser cette flamme avec une soucoupe froide en porcelaine. S'il se produit sur la soucoupe des taches métalliques, grisâtres : présence d'arsenic, d'antimoine, seuls ou mélangés.

1° Produire plusieurs taches sur la soucoupe en y promenant la flamme de place en place; puis chauffer au moyen d'un bec Bunsen la partie horizontale du tube recourbé à angle droit, on verra se former de chaque côté de la partie chauffée, un anneau miroitant grisâtre.

4) Traiter les taches de la soucoupe : α) par l'hypochlorite ou l'hypobromite de soude.

Les taches se dissolvent : arsenic.

— ne se dissolvent pas : antimoine.

β) par AzO^3H .

Elles se dissolvent : arsenic.

Elles ne se dissolvent pas : antimoine.

B.

γ) Placer la solution nitrique précédente dans un petit tube à essais, la neutraliser exactement par l'ammoniaque et la traiter par l'azotate d'argent.

Précipité rouge brique : arsenic.

B) Faire passer dans le tube recourbé contenant l'anneau métallique, un courant d'hydrogène sulfuré, tout en chauffant légèrement l'anneau, laisser refroidir, faire passer un courant d'HCl et recevoir dans l'eau le gaz qui se dégage.

α) Traiter une partie de la solution aqueuse par H^2S .

Précipité rouge orange : antimoine.

β) Placer dans une deuxième partie de la solution aqueuse contenue dans une capsule de platine, une lame de zinc. Si cette lame se recouvre d'une tache noire, très adhérente, soluble seulement dans AzO^3H : antimoine.

Si les courants successifs de H^2S et de HCl ont laissé un résidu d'anneau dans le tube, ce résidu est constitué par de l'arsenic, on le dissoudra dans AzO^3H et dans la solution obtenue, on caractérisera l'arsenic par AgAzO^3 (AY).

2° Recevoir les gaz qui se dégagent de l'appareil dans un tube à boule contenant une solution d' AgAzO^3 ; l'antimoine se précipite avec l'argent réduit, tandis que l'arsenic reste en solution. Séparer le précipité mixte d'antimoine et d'argent par filtration.

Traiter la solution par HCl, pour séparer l'excès d'argent, filtrer, traiter la liqueur filtrée par H^2S , qui donne un précipité de sulfure d'arsenic.

Quant au résidu d'antimoine et d'argent, on le traite par l'eau régale et on caractérise l'antimoine dans la solution ainsi obtenue (A).

B) Résidu.

2^o DOSAGE DE L'ÉTAIN, DU PLOMB ET DES MÉTAUX CONNEXES.

On peut employer plusieurs méthodes, les unes pondérales, les autres volumétriques.

A) **Méthodes pondérales.** — *Étain* : Prélever 1 gramme d'alliage, l'introduire dans un petit ballon en verre et y ajouter 4 à 5 grammes d'acide azotique pur, exempt d'acide chlorhydrique et d'une densité d'environ 1.31. On chauffe doucement en ayant soin d'ajouter de temps en temps de nouvelles quantités d'acide azotique. L'étain se transforme en acide stannique insoluble contenant des acides antimonieux et arsenique (si l'alliage contient de l'arsenic et de l'antimoine), tandis que le plomb, le cuivre, le zinc, le fer, etc., restent en dissolution. Lorsqu'il ne se dégage plus de vapeurs rutilantes et que le précipité est parfaitement blanc, on élève la température du liquide jusqu'à l'ébullition, on ajoute alors 20 ou 25 grammes d'eau distillée chaude, on agite et on filtre. On enlève avec soin, à l'aide de l'eau bouillante, l'acide stannique qui reste adhérent au ballon, et on lave le filtre également avec de l'eau bouillante jusqu'à ce que les liqueurs de lavage ne rougissent plus le papier bleu de tournersol. Le filtre est ensuite desséché à l'étuve, puis fortement calciné dans un creuset ou dans une capsule en porcelaine. On laisse alors refroidir puis on ajoute au résidu quelques gouttes d'acide azotique, on calcine de nouveau et l'on pèse l'acide stannique (1).

Le poids d'acide stannique $\text{SnO}_2 \times 0.7867 =$ étain de 1 gramme d'alliage.

Plomb. — Pour déterminer la proportion de plomb, on mêle la liqueur filtrée avec les eaux de lavage que l'on a recueillies précédemment ; on fait évaporer à siccité pour chasser l'excès d'acide azotique, on reprend le résidu par une petite quantité d'eau, on verse dans la liqueur un léger excès d'acide sulfurique et l'on ajoute au mélange le double de son volume d'alcool à 95°. Après douze heures de repos, on recueille le sulfate de plomb sur un filtre, on le lave avec de l'alcool faible, on le dessèche, on le calcine dans une capsule ou dans un creuset en porcelaine, et on le pèse.

Le poids de sulfate de plomb trouvé $\times 0.6832$ donne le poids de plomb contenu dans 1 gramme d'alliage.

Si l'alliage ne contient que de l'étain et du plomb, les quantités de ces deux métaux doivent représenter, à très peu de chose près, le poids de l'alliage sur lequel on a opéré. Si, au contraire, il renferme d'autres métaux, tels que le cuivre et le zinc, etc., on les trouvera à l'état de sulfates solubles dans les eaux de lavage du sulfate de plomb.

Cuivre. — Après avoir séparé le plomb à l'état de sulfate, on met dans une capsule en porcelaine la liqueur filtrée et les eaux de lavage ; on les fait bouillir et l'on y ajoute un léger excès d'une solution étendue

(1) Si le précipité n'était pas complètement blanc après calcination, mais possédait une coloration grise plus ou moins foncée, c'est que l'étain contiendrait de l'antimoine.

de potasse. On laisse déposer, on décante la liqueur sur un filtre et l'on y jette le précipité, qu'on lave avec beaucoup de soin. On s'assure, à l'aide d'une solution d'hydrogène sulfuré, que les liqueurs filtrées ne contiennent plus de cuivre. On calcine le filtre séparément et en premier lieu, et ajouter ensuite l'oxyde de cuivre au résidu (cet oxyde étant très hygrométrique, il importe de le peser aussi rapidement que possible).

Le poids d'oxyde de cuivre trouvé $\times 0.7985$ donne le poids de cuivre de 1 gramme d'alliage.

Zinc et fer. — Dans les eaux-mères du sulfate de cuivre, il ne reste plus que le fer et le zinc; on évapore les eaux-mères; lorsqu'elles sont concentrées, on les acidule avec un peu d'HCL, et on y ajoute quelques cristaux de chlorate de potasse, on porte à l'ébullition quelques minutes et on verse un grand excès d'ammoniaque qui précipite le peroxyde de fer. On recueille le précipité sur un filtre, on le lave, on le sèche, on le calcine et pèse.

Le poids de Fe^2O^3 trouvé $\times 0.700 =$ poids de fer de 1 gramme d'alliage.

Les eaux-mères et les liquides de lavage séparés du fer sont évaporées et traitées par Co^2Na^2 , en ayant soin de faire bouillir les liqueurs tant qu'elles dégagent une odeur ammoniacale; le carbonate de zinc précipité sera recueilli sur un filtre, lavé, calciné et pesé.

Le poids du résidu $\times 0.8024$ donnera le poids de zinc de 1 gramme d'alliage.

Antimoine. — Lorsque l'oxyde d'étain précipité n'est pas parfaitement blanc, on l'attaque par HCL pur, on chauffe légèrement le mélange en ajoutant de temps en temps quelques cristaux de chlorate de potasse; lorsque la dissolution du précipité est complète, on ajoute 10° d'une solution d'acide tartrique à 10 %, et on complète le volume du liquide à 100° avec de l'eau.

On prend 100° de cette liqueur, on l'acidule par HCL, on y plonge une lame d'étain et on chauffe légèrement; lorsque le dépôt métallique est formé, on décante le liquide sur un filtre séché à 100° et taré, on y jette la mousse métallique, on la lave à l'eau distillée légèrement acidulée par HCL, puis à l'eau distillée, on sèche le précipité et le filtre à 100°, on pèse; le poids du précipité est celui de l'antimoine.

Arsenic. — Ce dosage exige une opération spéciale. On attaque 2 grammes d'étain par l'acide chlorhydrique concentré et du chlorate de potasse de façon à transformer les métaux en chlorures: dans la solution chlorhydrique additionnée d'acide sulfureux, on fait passer, à la température de 60° environ, un courant prolongé d'hydrogène sulfuré: le mélange des sulfures est jeté sur filtre, lavé pour le débarrasser complètement de l'hydrogène sulfuré, et traité ensuite par une solution d'ammoniaque qui dissout tout le sulfure d'arsenic: dans cette solution on précipite de nouveau ce sulfure à l'aide de l'acide chlorhydrique, on le recueille sur un filtre taré, on le dessèche et on le pèse: le poids de l'arsenic sera égal à celui du trisulfure trouvé multiplié par 0.60976.

B) Méthodes volumétriques. — 1° Plomb (Méthode Ericson) :

Solution d'eau	{	Eau distillé.....	900 ^o
oxygénée.		AzO ³ H concentré	50 ^o
		Eau oxygénée à 12 vol....	15 ^o

Solution de perman-	{	Permanganate de potasse..	1 ^o 139
ganate de potasse.		Eau distillée.....	1000 ^o

1^o de cette solution = 0^o00384 Plomb.

On titre la solution de permanganate au moyen du fer : 1^o doit correspondre à 0^o002 de fer (voir solution normale de permanganate de potasse, documents physico-chimiques) pour correspondre aussi à 0^o00384 de plomb.

Dissoudre un gramme d'alliage dans 15^o AzO³H à (D = 1,28) ; chauffer lentement jusqu'à ce que le volume du liquide soit réduit à 6^o, ajouter 100^o d'eau ; laisser reposer, filtrer, laver le résidu resté sur le filtre avec de l'eau distillée aiguisée de 2 % AzO³H. (Sécher le filtre, peser l'oxyde d'étain et en déduire l'étain ; voir page 585).

Additionner le filtrat de 25^o AzH³ concentrée, puis peu à peu de 3^o50 de persulfate d'ammoniaque cristallisé ; porter à l'ébullition cinq minutes ; filtrer PbO² formé en s'aidant d'une trompe, laver le résidu avec une solution d'AzH³ à 1/5 (pour enlever le zinc et le cuivre) ; terminer le lavage à l'eau distillée chaude ; placer le filtre et son précipité dans la fiole où s'est faite la précipitation de PbO², y ajouter 25^o de solution d'eau oxygénée : lorsque tout le précipité est devenu blanc, ajouter au liquide 25^o AzO³H (D = 1.28) et 150^o d'eau ; agiter, et après solution verser goutte à goutte la solution de permanganate de potasse titrée, contenue dans une burette graduée, jusqu'à coloration rose.

Soit n^o de solution de caméléon. Soit en outre N^o de solution de permanganate, employés pour amener au rose 25^o de solution d'eau oxygénée :

$$(N - n) \times 0^{\circ}00384 = \text{plomb de 1 gramme d'alliage.}$$

Méthode Yvon : Le ferrocyanure de potassium précipite les sels de plomb et la précipitation est complète en solution ne renfermant pas d'AzO³H libre ; elle est complète en présence de C²H⁴O².

La fin de l'opération est indiquée par Fe²Cl⁶ employé comme indicateur externe (c'est-à-dire à la touche) produisant un précipité de bleu de Prusse par son action sur le ferrocyanure, lorsque ce composé devient en excès.

On prépare :

α Une solution normale de plomb.	{	Azotate de plomb cristallisé	15 ^o 99 (soit
		16 grammes à un millième près).	
		Eau distillée	quantité suffisante pour 1000 ^o .

1^o représente 0^o01 de plomb métallique.

β Une solution de ferrocyanure de potassium.	{	Ferrocyanure cristallisé...	10 ^o 20
		Eau distillée q. s. pour...	1000 ^o

Cette solution précipite théoriquement un volume égal de la solution normale de plomb ; chaque cc³ représente donc 0^o01 de plomb.

γ Une solution ferrique	{	Perchlorure de fer officinal	1 ^o
		Eau distillée.....	250 ^o

Cette solution est avantageusement remplacée par une solution d'azotate d'urane : (précipité chamois en présence du ferrocyanure en excès.)

Titrage du ferrocyanure : Verser dans un grand verre à pied 10^{cc} de solution normale de plomb et y verser d'un seul coup 9^{cc}5 de solution ferrocyanurée ; agiter et porter une goutte du mélange sur une goutte de Fe²Cl placée sur une plaque de porcelaine.

Si cette dernière goutte ne change pas de teinte on continue goutte à goutte les affusions de ferrocyanure jusqu'à ce qu'on obtienne la coloration bleue de Fe²Cl⁶.

Soit n ^{cc} de solution de ferrocyanure employés ; chaque cc. de cette solution équivaldra à $\frac{0^{\text{cc}}10}{n}$ de plomb.

Si $n = 10$, le titre est 1 centig. de plomb précipité par 1^{cc} de ferrocyanure (chiffre théorique).

Application au dosage : Prendre 0^{cc}50 à 1 gramme d'alliage, le traiter à chaud par AzO³H à 1/4 ; chauffer légèrement jusqu'à cessation des vapeurs nitreuses et *disparition de points noirs* visibles à travers le fond de la fiole où se fait la réaction ; ajouter un peu d'eau de manière à porter le volume à 30 ou 40^{cc}. Neutraliser avec une solution étendue de soude caustique qu'on ajoute jusqu'à trouble permanent, que l'on dissout ensuite avec le moins possible de C²H⁴O³ cristallisable, tout en conservant à la liqueur une légère réaction acide. Étendre enfin à 100^{cc} et sur 10^{cc} de cette solution ajouter le ferrocyanure de potassium titré jusqu'à coloration du Fe²Cl⁶.

Soit a ^{cc} :

Ajouter alors au mélange dix nouveaux cc. de solution plombique à doser, puis d'un seul coup ($a - 1$) cc. de liqueur de ferrocyanure, enfin, goutte à goutte, continuer les affusions jusqu'à obtention du bleu de Prusse.

La totalité x du volume de ferrocyanure employé multiplié par $\frac{0^{\text{cc}}10}{n}$ (titre du réactif) donne la proportion de plomb renfermée dans les 20^{cc} de la prise d'essai.

En multipliant le résultat par 5 on ramène le résultat à 100^{cc} de la liqueur totale, c'est-à-dire à 0^{cc}50 ou 1 gramme d'alliage.

2° *Cuivre, antimoine* (Méthode de Weill, modifiée par M. Truchon). — Préparer les liqueurs suivantes :

Solution cuivrique.....	{ Sulfate de cuivre.....	15 ^{cc} 753
	{ Eau distillée.....	1000 ^{cc}
	1 ^{cc} = 0.00452 cuivre ;	25 ^{cc} = 0 ^{cc} 113 cuivre.
Solution stanneuse.....	{ Protochlorure d'étain....	15 grammes
	{ HCL pur.....	400 —

Conserver cette liqueur à l'abri de l'air, sous une couche d'huile de vaseline ; on la titre avant chaque dosage.

En versant le chlorure stanneux dans la liqueur cuivrique, la liqueur se décolore ; quand la décoloration est totale, la réaction est terminée ; on peut donc savoir à quelle quantité de cuivre correspond un certain volume de la solution stanneuse.

Voici comment on opère le titrage : on met dans un ballon de verre 10^{cc} de liqueur de cuivre et 50^{cc} HCl concentré pur, on porte à l'ébullition, et avec une burette on verse la solution de SnCl² jusqu'à décoloration.

Si on a employé 5^{cc} de cette solution pour amener la décoloration, ces 5^{cc} correspondent à 0^{gr}0452 de cuivre et 1^{cc} correspondra à $\frac{0^{\text{gr}}0452}{5}$ de cuivre.

Pour doser le cuivre et l'antimoine dans un alliage, dissoudre à l'ébullition 1 gramme de métal dans environ 70^{cc} d'acide chlorhydrique pur, en ajoutant, par petites portions, 2 grammes de chlorate de potasse ; maintenir environ 15 à 20 minutes à l'ébullition pour chasser le chlore en excès.

On s'assurera qu'il ne reste plus de chlore, soit à l'aide du papier à l'iode de potassium amidonné, soit par une ou deux touches sur une soucoupe contenant quelques gouttes de sulfate d'indigo très dilué.

Si l'alliage contient du cuivre, la solution sera d'un jaune verdâtre très prononcé ; on pourra opérer immédiatement et doser le cuivre.

Si, au contraire, il n'en contient pas, la solution sera incolore ; dans ce cas, on devra y ajouter 25^{cc} de la liqueur cuivrique type.

Puis, toujours à l'ébullition, avec une burette graduée en 1/10^e de centimètre cube, on verse la liqueur stanneuse jusqu'à décoloration complète. Le nombre de centimètres cubes employés représentera le cuivre et l'antimoine.

À l'aide d'une trompe, on fait alors passer, pendant deux heures, un courant d'air dans le liquide qui vient d'être décoloré. Le cuivre, ramené à l'état de sel cuivreux incolore par le protochlorure d'étain, absorbe seul l'oxygène de l'air et redevient sel cuivrique ; l'antimoine reste à l'état de sel antimonieux.

On titre alors, comme précédemment ; le nombre de centimètres cubes employé représentera le cuivre ; la différence entre les deux dosages donnera l'antimoine exprimé en cuivre. En multipliant ce résultat par le coefficient 0,96, on aura l'antimoine.

Si on a préalablement dosé le plomb, comme on connaît le cuivre et l'antimoine par cette dernière opération, on a l'étain par différence.

Cette méthode est d'une très grande exactitude. Elle a, de plus, l'avantage d'être excessivement rapide.

3° *Arsenic* (Méthode Houzeau). — Attaquer 2 grammes d'alliage par l'acide nitrique pur et exempt d'arsenic ; évaporer la solution à sec, reprendre le résidu par une petite quantité SO³H² et chauffer le tout au bain de sable jusqu'à l'apparition de vapeurs blanches ; laisser refroidir, filtrer, laver le précipité resté sur le filtre et ajouter les eaux de lavage au liquide filtré.

Monter un appareil de Marsch dont le tube à dégagement, contenant un tampon d'ouate modérément tassé, se rend dans un tube à trois boules, contenant 25^{cc} d'une solution $\frac{N}{10}$ AgAzO³ additionnée de 5^{cc} d'AzO³H étendu au quart (en volume) et suivi d'un tube témoin contenant 5^{cc} du même réactif acidulé.

L'appareil ayant fonctionné à blanc pendant 20 minutes sans qu'il se soit produit de précipité dans les liqueurs argentiques, y verser d'un seul coup la solution arsenicale préparée précédemment, laisser l'appareil fonctionner pendant une demi-heure.

Transvaser les deux solutions argentiques dans un matras jaugé à 150^{cc}, y joindre les eaux de lavage des boules; compléter le volume de 150^{cc} avec de l'eau distillée; filtrer et dans la solution filtrée; doser l'argent restant par le procédé suivant :

A 100^{cc} de filtrat ajouter 15^{cc} AzH³ et 20^{cc} d'une solution de cyanure de potassium, équivalente à la solution d'AgAzO³ $\frac{N}{10}$ (voir Documents physico-chimiques), puis 10 gouttes d'une solution de KI à 20/100 et enfin verser goutte à goutte la solution d'AgAzO³ $\frac{N}{10}$ contenue dans une burette jusqu'à trouble persistant.

Si on a employé 0^{cc}5 de solution titrée d'AgAzO³, la proportion d'arsenic contenue dans 2 grammes d'alliage sera

$$0^{\text{cc}}5 \times 0^{\text{cc}}001875 = 0^{\text{cc}}0009375.$$

Poteries vernissées.

Le mode d'essai des poteries a été déterminé par un rapport au Comité consultatif d'hygiène publique de France (20 janvier 1879). Ce mode d'essai est le suivant :

Faire bouillir doucement pendant une demi-heure, dans les vases suspects, du vinaigre étendu de son volume d'eau, en remplaçant le liquide à mesure qu'il s'évapore (50 grammes de vinaigre suffisent pour un vase d'un demi-litre); laisser refroidir, filtrer et ajouter à une partie de la solution incolore, de l'hydrogène sulfuré dissous dans l'eau, ou y faire passer un courant de ce gaz. La présence du plomb sera décelée par un précipité noir, ou, au moins, par une coloration brune. Dans une autre partie de la solution, l'iodure de potassium produira un précipité jaune d'iodure de plomb.

Les vases contenant du plomb doivent être rejetés des usages pharmaceutiques et culinaires. L'ordonnance de police du 2 juillet 1878 interdit la fabrication et la vente de poteries vernissées qui cèdent du plomb aux acides faibles.

Recherche du plomb dans les caoutchoucs sertisseurs. — Le caoutchouc employé à cet usage est à base d'oxyde de fer; pour y rechercher le plomb, on l'incinère, on reprend les cendres par l'eau bouillante aiguisée d'AzO³H, on filtre la solution et on y recherche et dose le plomb par les procédés précédemment décrits.

Email des ustensiles en fonte et en tôle. — M. le professeur Barthe détache l'émail intérieur au moyen de violents coups de marteau donnés sur la paroi externe du récipient.

Il pulvérise au mortier d'agate les fragments d'émail obtenus, il mélange la poudre avec des carbonates de potasse, de soude, de l'azotate de potasse et du cyanure de potassium, puis fait subir à la masse trois fusions successives.

(On peut remplacer le mélange précédent par le bisulfate de potasse ou l'hydrate de baryte, deux fusions sont alors nécessaires.)

Il traite la masse fondue par l'eau bouillante, puis par AzO^3H chaud ; il examine ensuite les deux solutions suivant les méthodes ordinaires.

M. Barthe a ainsi reconnu dans l'émail, les métaux suivants :

En forte proportion : Silice, étain, alumine.

En petite quantité : Zinc, chaux, potasse.

A l'état de traces : Fer, Cobalt, Magnésie (rarement).

Il n'a trouvé ni arsenic, anhydride borique ou plomb.

XII

Documents Physico-chimiques.

TABLE LX.

Equivalents et poids atomiques des corps simples principaux.

CORPS SIMPLES	Symbole.	Equiv- alent.	Poids atomique
Aluminium	Al	13.5	27
Antimoine.....	Sb	120	119.6
Argent	Ag	108	107.7
Arsenic.....	As	75	75
Azote.....	Az	14	14
Baryum.....	Ba	68.5	137
Bismuth.....	Bi	208	208.4
Bore.....	Bo	11	10.9
Brome.....	Br	80	79.8
Calcium.....	Ca	20	40
Carbone.....	C	6	12
Chlore.....	Cl	35.5	35.4
Chromc.....	Cr	26	52
Cuivre.....	Cu	31.75	63.3
Etain.....	Sn	59	118
Fer.....	Fe	28	56
Fluor.....	Fl	19	19
Iode.....	I	127	126.5
Magnésium.....	Mg	12	24.3
Manganèse.....	Mn	27.5	54.9
Mercure.....	Hg	100	200
Nickel.....	Ni	29.5	58.6
Oxygène.....	O	8	16
Phosphore.....	P	31	31
Platine.....	Pt	98.5	194.4
Plomb.....	Pb	103.5	206.4
Potassium.....	K	39	39
Silicium.....	Si	14	28
Sodium.....	Na	23	23
Soufre.....	S	16	32
Strontium.....	Sr	43.75	87.5
Uranium.....	U	60	239.0
Zinc.....	Zn	32.5	65

Des Pesées.

1° DÉTERMINATION DU POIDS D'UN CORPS.

Deux procédés : A) Pesée directe ; B) Pesée par substitution.

A) *Pesée directe.* — On place le corps à peser sur un des plateaux de la balance et sur l'autre on fait équilibre avec des poids marqués. Cette pesée peut être utilisée pour déterminer les variations de poids d'un vase, d'une capsule, etc.

Si la balance a ses bras de levier égaux et si ses plateaux sont bien identiques, peu importe le plateau dont on se sert, on peut mettre les poids ou le corps tantôt à droite, tantôt à gauche ; mais il faut que les conditions précédentes soient bien remplies, et pour éviter toute erreur, il est préférable d'opérer toujours par double pesée.

B) *Pesée par substitution ou double pesée.* — Cette opération donne les poids absolus, que la balance soit exacte ou non.

On place le corps à peser sur un plateau ; sur l'autre on équilibre avec une tare ; on enlève le corps et on le remplace par des poids marqués, pour établir de nouveau l'équilibre. Ces poids donnent exactement le poids du corps.

Pour abrégé le travail, on peut placer sur un plateau (gauche par exemple), une tare qui ferait équilibre à un poids connu mis à droite et supérieur au poids de la substance à peser. On voit que la différence entre le poids connu équilibré par la tare et le poids à ajouter à côté du corps à peser, pour établir l'équilibre, donnera, par une seule opération, le poids cherché.

Supposons par exemple sur le plateau gauche une tare de 50 grammes, faisant équilibre à un poids de 50 grammes placé à droite. Mettons de ce dernier côté un creuset et ajoutons 10 grammes pour amener l'équilibre ; il est clair que le creuset et les poids ajoutés font juste 50 grammes ; donc le creuset seul pèsera $50 - 10 = 40$ grammes.

Observations. — On ne devra jamais peser directement sur la balance, si le corps à peser n'est pas un solide. On se servira d'un vase quelconque pour placer le corps.

On peut, ou bien mettre sur le plateau le creuset ou le verre choisi, on le pèse, puis on y introduit le corps ; on pèse de nouveau puis on retranche le premier poids du second ; ou bien placer le corps dans le creuset et placer le tout sur le plateau, on équilibre avec des poids marqués du côté du corps ; la différence entre les poids donne le poids du corps.

Enfin, dans beaucoup de cas, surtout lorsqu'on doit peser plusieurs portions d'une seule et même substance, on pèse d'abord le vase avec la substance, on ôte une portion de celle-ci, on pèse de nouveau, et la différence de poids donne celui de la partie enlevée.

2° FAIRE UNE PRISE D'ESSAI DE LA SUBSTANCE A ANALYSER.

1° Peser d'abord deux verres de montre pouvant se couvrir l'un l'autre ou un creuset de platine vide avec son couvercle, puis y placer la substance ; on pèse de nouveau et on retranche le premier poids du second.

2° (mieux). Placer sur un plateau deux verres de montre convenables ou un creuset de platine avec son couvercle, placer à côté un poids de 5 grammes ou de 10 grammes, suivant la quantité de substance que l'on veut prélever, faire la tare sur l'autre plateau, enlever le poids, placer la substance dans le verre de montre ou le creuset, rétablir l'équilibre avec des poids qui, retranchés des 5 ou 10 grammes, donnent le poids cherché.

Si la matière doit être dissoute ultérieurement, on se servira d'un petit tube fermé à un bout (1). On y introduit la substance, on pèse le tout, puis on verse tout ou partie de la matière dans le vase où doit se faire la dissolution, on pèse de nouveau, la différence entre les deux pesées donne le poids du corps.

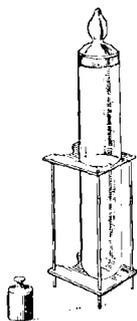


Figure 49.

Avec les matières hygroscopiques, fermer le petit tube au moyen d'un second entrant dans le premier.

Si pour doser les différents éléments d'un composé, il faut en prendre des quantités diverses, il est bon de les peser de suite l'une après l'autre; on met la substance dans un tube de verre et on verse les quantités nécessaires successivement dans les vases, en prenant chaque fois la perte de poids.

3° PESÉES DES PRÉCIPITÉS RECUEILLIS DANS DES FILTRES.

Trois procédés :

1° *Pesée simple*, inusitée.

2° *Double pesée*. A) Si le précipité a été préalablement sorti du filtre, on place sur le plateau gauche de la balance un poids plus lourd que le vase à tarer et le contenu qu'il doit recevoir. Dans le plateau droit on dispose le vase et on ajoute des poids marqués, jusqu'à ce que l'aiguille

(1) On trouve dans le commerce des petits tubes en verre mince, bouchés à l'émeri, engagés dans un support métallique permettant de tenir le tube droit ou couché, la tare du système est fournie en même temps (Voir fig. 49).

de la balance donne des oscillations d'égale amplitude de chaque côté du zéro. La différence entre les deux poids donne le poids du vase. On écrit par exemple :

Capsule de platine n° 1 : 50 — 14^g225.

On introduit alors la substance à peser dans la capsule, et après avoir enlevé les premiers poids, on en ajoute de nouveaux pour rétablir l'équilibre. On écrit :

Capsule + précipité..... 50 — 13^g912
D'où poids du précipité..... 0^g313

B) Supposons qu'il s'agisse de peser un précipité, de le transformer en cendres et de peser ces cendres :

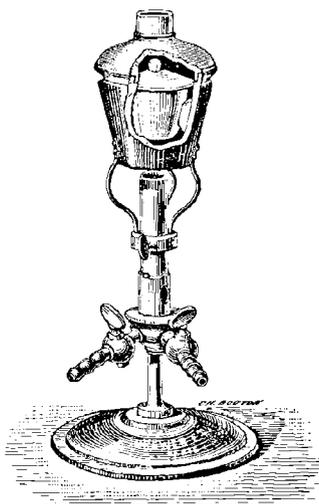


Fig. 50. Four de Krichel, permettant une élévation de température de 1700°.

On place dans le plateau de gauche un creuset vide et dans le plateau droit un poids un peu supérieur au poids du creuset et au poids le plus considérable qu'il devra contenir, soit 50 grammes. Puis on rétablit l'équilibre en ajoutant sur le plateau gauche des poids marqués, soit 10 grammes. On a :

Poids du creuset 50 — 10 = 40.

On introduit alors le corps à peser ; on porte le creuset sur le même plateau gauche et on établit alors l'équilibre avec un nouveau poids, soit 8 grammes. On aura :

Poids du creuset + précipité..... 50 — 8 = 42 grammes.

D'où : poids du précipité..... 42 — 40 = 2 grammes.

On transformera le précipité en cendres et on portera de nouveau sur la balance, on établira de nouveau l'équilibre et on aura un troisième poids.

La différence entre le premier poids, 40 grammes, et le troisième, donnera celui des cendres.

3° *Filtres tarés et filtres pesés.* — Lorsque, dans un dosage, le corps que l'on a recueilli sur le filtre est altérable par calcination, on ne peut incinérer ce filtre, on opère alors par l'un des procédés suivants :

Filtre pesé. — On dessèche à l'avance un filtre à l'étuve, entre 110° et 115°, et on l'introduit dans un tube bouché que l'on a aussi desséché.

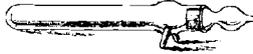


Figure 51.

On pèse le tout après refroidissement, dans un dessiccateur. On retire le filtre du tube, on y place la matière, on sèche le tout à l'étuve, puis on introduit dans le tube, que l'on a eu soin de maintenir dans le dessiccateur ; enfin on détermine le poids de la matière d'après l'augmentation de poids du système.

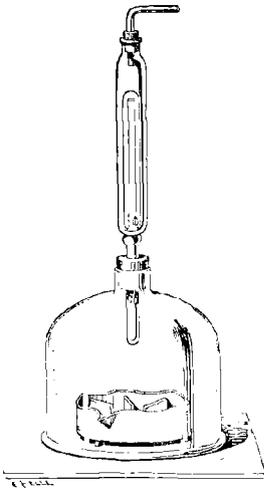


Figure 52.
Dessiccateur de Schräatter.

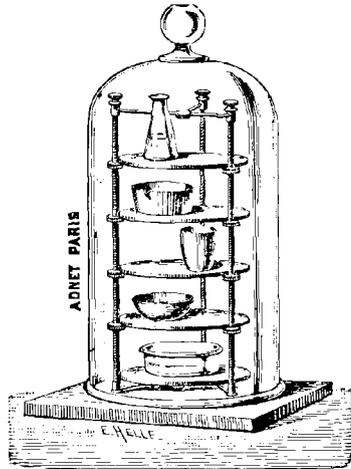


Figure 53.
Etagère desséchante d'Esbach.

Filtre taré. — Deux filtres égaux sont faits avec le même papier. On les place chacun dans le plateau de la balance et on les équilibre parfaitement entre eux en enlevant des parcelles de papier au plus lourd.

On emboîte les deux filtres l'un dans l'autre et on y jette la matière à filtrer, on lave.

On sépare alors les deux filtres, on les place chacun dans un plateau et on pèse le précipité.

USAGE DES CAVALIERS DANS UNE BALANCE.

Si le cavalier pèse 1 centigramme et que le fléau soit divisé en 10 parties, si on le met sur la division 10 à l'extrémité du fléau, c'est comme si on le mettait dans le plateau : il vaut 1 centigramme.

Si on le met sur la division 5, il ne représente plus que 1/2 centigramme, c'est-à-dire 0^o005, parce qu'il exerce son action sur un bras de levier moitié moindre.

Si on le met sur la division 1, il vaut 1/10^e de centigramme : soit, 1 milligramme.

Donc, 1 cavalier de 1 CENTIGRAMME, vaut :

Sur la division 10... 1 centigramme.

—	9...	0 centigr. 90 : soit, 9 milligrammes	
—	8...	8	—
—	7...	7	—
—	6...	6	—
—	5...	5	—
—	3...	3	—
—	2...	2	—
—	1...	1	—

Si le fléau de la balance est divisé en 100 parties, si l'on déplace le cavalier pesant 1 centigramme, chaque division correspond à 1/100^e de centigramme, c'est-à-dire à un dixième de milligramme.

Calcul des analyses.

En analyse chimique quantitative, la proportion d'un corps n'est presque jamais déterminée *directement* par le poids du corps lui-même, elle est calculée *indirectement* d'après le poids d'une combinaison connue et définie de ce corps.

Il faut calculer à quel poids, y , du constituant correspond un poids P trouvé de la combinaison, ou du corps qui en provient par transformation.

Il suffit pour cela de multiplier P par le rapport atomique ou moléculaire du constituant, à la combinaison ou au corps résultant correspondants.

Exemple :

On obtient un poids y de sulfate de baryte, on veut connaître le poids de baryum correspondant.

Le sulfate de baryte a pour poids moléculaire 233 : il contient 137 grammes de baryum ; donc, 1 gramme de sulfate de baryte contient $\frac{137}{233}$ grammes de baryum ; et le poids y contiendra :

$$y \times \frac{137}{233}$$

le rapport $\frac{137}{233}$ est constant, c'est le coefficient de transformation ou facteur des analyses.

On trouvera dans les exemples suivants de nombreuses applications :

1° On a trouvé à l'analyse un poids x de métal K, par exemple, on veut savoir à quelle quantité de KCl correspond ce poids de K.

Le poids moléculaire de K est 39.13.

Le poids moléculaire de KCl est $39.13 + 35.5 = 74.63$.

Si à 39.13 K correspondent, $\frac{74.63}{39.13}$ KCl
à 1 K correspond $\frac{74.63}{39.13}$ KCl

et à x K correspond $\frac{74.63 \times x}{39.13}$ KCl

α) KO : de même pour savoir à quelle quantité de KO, correspond un poids x de K, on a :

K = 39.13
O = 8.00

poids moléculaire de KO = 47.13

et on aura comme précédemment :

$$x \times \frac{47.13}{39.13} = \text{KO}$$

$$x \times 1.204 = \text{KO}.$$

β) KOH. $\frac{K = 39.13}{O = 8.00}$
 $H = 1$

poids moléculaire de KOH = 48.13

et on a :

$$x \times \frac{48.13}{39.13} = \text{KOH}$$

$$x \times 1.23 = \text{KOH};$$

2° Inversement, on a KO, on veut en déduire K.

On a :

$$\frac{K = 39.13}{KO = 47.13} = 0.8302$$

α) K. On a KCl, on veut en déduire K, on a :

$$\frac{K = 39.13}{KCl = 74.63} = 0.52431$$

β) KO. On a KCl, on veut en déduire KO :

$$\frac{KO = 47.13}{KCl = 74.63} = 0.63151.$$

3° On a du chlorure double de potassium et de platine, on veut en déduire :

Le potassium;
La potasse (KO) et KCl;
Le platine.

$$\text{PtCl}^2\text{KCl} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Pt} \dots 98.5 \\ \text{Cl}^2 \dots 71 \\ \text{K} \dots 39.13 \\ \text{Cl} \dots 35.5 \end{array} \right\} 244.13$$

(La valeur de Pt varie suivant les auteurs : 97.532 suivant les uns, 98.5 suivant les autres).

$$\begin{aligned} \frac{\text{K} = 39.13}{\text{PtCl}^2\text{KCl} = 244.13} &= 0.1602 \\ \frac{\text{KO} = 47.13}{\text{PtCl}^2\text{KCl} = 244.13} &= 0.19308 \\ \frac{\text{Pt} = 98.50}{\text{PtCl}^2\text{KCl} = 244.13} &= 0.4034 \\ \frac{\text{KCl} = 74.63}{\text{PtCl}^2\text{KCl} = 244.13} &= 0.3056 \end{aligned}$$

4° On a KOH, en déduire K :

$$\frac{\text{K} = 39.13}{\text{KOH} = 48.13} = 0.8130$$

α) KO :

$$\frac{\text{KO} = 47.13}{\text{KOH} = 48.13} = 0.9792$$

5° On a un poids connu d'un sel, on veut en déduire le poids de l'acide et le poids de la base :

On connaît $\text{SO}^4\text{Ba} = \text{SO}^3\text{BaO}$.

On veut en déduire le soufre — SO^3 — BaO — Ba :

$$\text{écrire : BaO SO}^3 = \left\{ \begin{array}{l} \text{S} \dots 16 \\ \text{O}^3 \dots 24 \\ \text{Ba} \dots 68.5 \\ \text{O} \dots 8 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{SO}^3 = 40 \\ \text{BaO} = 76.5 \end{array}$$

$$\text{BaO SO}^3 \dots \dots \dots 116.50$$

α) S : 116⁵ BaO SO³ renferment. 15¹⁶ S

$$1^{\text{re}} \text{ — renferme } \dots \frac{16^{\text{re}}}{116^{\text{5}}} \text{ S}$$

x^{re} — renferment :

$$\frac{16}{116.5} \times x = 0.1373 \times x;$$

β) SO³ = 40 d'où poids de SO³

$$\frac{40}{116.5} = 0.3433;$$

γ) BaO :

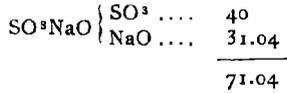
$$\frac{76.5}{116.5} = 0.6566;$$

δ) Ba :

$$\frac{68.5}{116.5} = 0.5879.$$

6° On a le poids d'un acide, on veut trouver le poids de la base qui lui correspond.

α) On a dosé SO^3 , on veut le transformer en SO^3NaO , on doit donc chercher quelle quantité de NaO , il faut ajouter à x de SO^3 pour avoir SO^3NaO , on a :



Si 40 grammes SO^3 saturent... 31^{re}04 NaO
 1 gramme SO^3 saturera ... 31^{re}04 NaO

40

et x — satureront..... $\frac{31^{re}04}{40} \times x = x \times 0.776$.

Si on a trouvé par exemple : 0^{re}2196 SO^3 , on aura :

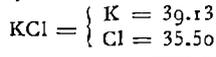
Poids correspondant de NaO : 0^{re}2196 \times 0.776 = 0^{re}1704

SO^3NaO résultant : 0^{re}2196 + 0^{re}1704 = 0^{re}3900.

β) Réciproquement, on a dosé la base NaO , on veut savoir quelle quantité de SO^3 lui est nécessaire pour la transformer en SO^3NaO , on aura :

$$\frac{\text{SO}^3 = 40}{\text{SO}^3\text{NaO} = 71.04} = 0.563.$$

7° On a un poids de KCl , en déduire le chlore et le potassium.



$$\text{KCl} = \frac{74.63}{74.63}$$

74.63 KCl contiennent. 35.5 de Cl

1 KCl contient $\frac{35.5}{74.63} = 0.475$.

Pour le chlore on aura :

$$\frac{74.63}{35.50} = 2.105.$$

8° On a un poids de bicarbonate, on veut connaître le poids de CO^2 qu'il contient, on a :

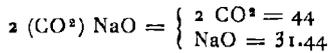
$\text{C}^2\text{O}^2\text{Na}^2$ anhydre ;

2 $(\text{CO}^2) \text{NaO}$: Bicarbonate de soude hydraté ;

2 $(\text{CO}^2) \text{CaO}$: Bicarbonate de chaux hydraté $\text{C}^2\text{O}^2\text{Ca}$ anhydre ;

2 $(\text{CO}^2) \text{MgO}$: — de magnésie hydraté $\text{C}^2\text{O}^2\text{Mg}$ anhydre ;

soit :



$$2 (\text{CO}^2) \text{NaO} = \frac{75.04}{75.04}$$

d'où poids de CO^2 :

$$\frac{75.04}{44} = 1.705.$$

On trouverait de même la soude (NaO) :

$$\frac{44}{75.04} = 0.586.$$

α) On connaît le poids de soude NaO, on veut calculer ce poids à l'état de bicarbonate, il faut chercher quel poids de CO² est nécessaire pour le transformer en bicarbonate :



Si 31.04 NaO exigent 44 CO²
 1 NaO exigera $\frac{44 \text{CO}^2}{31.04} = 1.417$

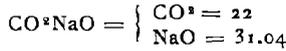
31.04

Si on a trouvé NaO = 0^m1743.

On aura CO² correspondant : 0^m1743 × 1.417 = 0^m2469

Bicarbonate de soude : 0^m174 + 0^m2469 = 0^m4212.

β) Pour transformer un poids de NaO en CO²NaO, nous aurions :



$$\frac{\text{CO}^2 = 22}{\text{NaO} = 31.04} = 0.708$$

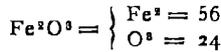
γ) On connaît le poids de CO², on veut savoir quel poids de soude lui est nécessaire pour le transformer en bicarbonate de soude, c'est-à-dire le poids NaO qui lui correspond. On a d'après la formule précédente :

$$\frac{\text{NaO} = 31.04}{\text{CO}^2 = 22 \times 2} = 0.705$$

car si 44 CO² sont nécessaires pour transformer.. 31.04 NaO

$$1 \text{CO}^2 \text{ est nécessaire} \quad \frac{31.04 \text{NaO}}{44}$$

9° On a dosé le peroxyde de fer, on veut savoir quelle quantité de fer lui correspond :



$$\text{Fe}^2 \text{O}^3 = 80$$

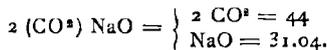
On aura :

$$\frac{\text{Fe}^2 = 56}{\text{Fe}^2 \text{O}^3 = 80} = 0.700.$$

On calculerait de même l'oxygène.

10° On veut, connaissant le poids d'un sel, le transformer en un autre sel.

Soit à transformer NaOH en bicarbonate 2 (CO²) NaO, on aura :



Il suffira, comme il a été dit précédemment, de déterminer le poids de CO² nécessaire pour transformer la potasse en bicarbonate. Le poids de CO² trouvé correspondra à celui que l'on trouvera dans l'exemple suivant ; ou bien par un autre procédé, on cherchera la quantité de bicarbonate de soude correspondant à celle de soude trouvée, on en déduit CO² par différence.

Ex. : Soude trouvée 0^m1742.

Or :

$$2 (\text{CO}^2) \text{NaO} = \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{CO}^2 = 44 \\ \text{NaO} = 31.04 \end{array} \right.$$

$$2 (\text{CO}^2) \text{NaO} = 75.04$$

$\text{NaO} \times 1.417 = 2 (\text{CO}^2) \text{NaO}$ (voir précédemment).

Le poids de soude NaO est au poids de bicarbonate de soude; comme le poids de soude trouvé est au poids de bicarbonate cherché.

$$\frac{31.04}{75.04} = \frac{0.1742}{x} \text{ d'où } x = \frac{0.1742 \times 75.04}{31.04} = 0^{\text{r}}421 \text{ bicarbonate de soude.}$$

Donc :

Soude trouvée..... = $0^{\text{r}}1742$

Bicarbonate de soude calculé..... = $0^{\text{r}}4215$

CO^2 correspondant par différence = $0^{\text{r}}2473$

et en effet, par le procédé précédent, nous aurions trouvé CO^2 correspondant, nécessaire pour transformer NaO en bicarbonate.

Soude trouvée..... $0^{\text{r}}1743$

CO^2 correspondant..... $0^{\text{r}}2473$ (soit $\text{NaO} \times 1.479$)

Bicarbonate de soude..... $0^{\text{r}}4216$

11° Transformer un oxyde en bicarbonate (c'est le cas précédent).

12° Transformer un poids de carbonate en bicarbonate.

Soit à transformer CO^2NaO en $2 (\text{CO}^2) \text{NaO}$.

$$\text{CO}^2\text{NaO} \left\{ \begin{array}{l} \text{CO}^2 = 22 \\ \text{NaO} = 31.04 \end{array} \right. \quad 2 (\text{CO}^2) \text{NaO} \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{CO}^2 = 44 \\ \text{NaO} = 31.04 \end{array} \right.$$

$$\text{CO}^2 \text{NaO} = 53.04$$

$$1 (\text{CO}^2) \text{NaO} = 75.04$$

Ceci revient à chercher quelle est la quantité de CO^2 nécessaire pour transformer le carbonate en bicarbonate. On a $\frac{53.04}{75.04} = 0.706$.

On remarque que pour transformer un carbonate neutre en bicarbonate, il faut lui ajouter une molécule CO^2 (22) absolument comme pour transformer NaO en CO^2NaO .

Si donc à 31.04 de NaO il faut ajouter 22 CO^2

$$\text{à 1 il faut ajouter } \frac{22}{31.04} \text{CO}^2 = 0.708.$$

Le poids de $\text{CO}^2\text{NaO} \times 0.706$ deviendra $2 (\text{CO}^2) \text{NaO}$.

En outre, nous avons vu que la quantité de CO^2 qu'on doit ajouter à NaO pour le transformer en bicarbonate est 2 CO^2 , soit, comme il a été établi précédemment 1.417, or puisqu'ici nous n'ajoutons qu'une molécule $\text{CO}^2 = 22$, nous devons avoir $\frac{1.417}{2} = 0.708$, ce qui confirme le calcul précédent.

13° On a un poids d'un sel quelconque, on veut le transformer en un autre sel.

Il s'agit par exemple de savoir à combien de CO^2NaO correspond un gramme de CO^2BaO :

$$\frac{\text{poids moléculaire de } \text{CO}^2\text{BaO} = 98.50}{\text{poids moléculaire de } \text{CO}^2\text{NaO} = 53.04} = \frac{1}{x}$$

$$x = \frac{53.04}{98.50} = 0.5384.$$

1 gramme de $\text{CO}^2 \text{BaO} = 0^{\text{m}}5384 \text{ CO}^2 \text{NaO}$.

De même, 1 gramme $\text{CO}^2 \text{BaO}$ représente $\frac{75.04}{98.05} = 0.7652^{\text{t}} (\text{Co}^2) \text{NaO}$.

14° Q grammes de pyrophosphate magnésique $\text{P}^2 \text{O}^7 \text{Mg}^2$ ont été fournis par la calcination du phosphate ammoniaco-magnésien, provenant d'un poids γ d'acide phosphorique $\text{PO}^4 \text{H}^3$; pour déduire ce second poids du premier, on raisonnera comme suit :

Deux molécules d'acide phosphorique ($\text{PO}^4 \text{H}^3$) pesant 196 grammes, peuvent donner deux molécules de phosphate ammoniaco-magnésien $2 \text{Po}^4 \text{MgAzH}^2$ que la calcination transforme en une molécule de pyrophosphate magnésique $\text{P}^2 \text{O}^7 \text{Mg}^2$ pesant 222 grammes.

Donc, si 222 grammes de ce dernier sel correspondent à 196 grammes d'acide phosphorique, générateur initial, Q grammes correspondront à :

$$Q \times \frac{196}{222} = \gamma \text{ grammes de cét acide} = Q \times 0.882.$$

15° Si l'on calcule en anhydride phosphorique $\text{P}^2 \text{O}^5$, son poids moléculaire étant 142 au lieu de 196, pour $\text{PO}^4 \text{H}^3$ on aura :

$$\gamma = \text{P}^2 \text{O}^5 \text{ correspondant} = Q \times \frac{142}{222} = Q \times 0.639.$$

Liqueurs normales.

1° LIQUEUR NORMALE D'ACIDE SULFURIQUE.

Elle doit contenir 49 grammes d'acide monohydraté ($\text{SO}^4 \text{H}^2$) par litre.

PRÉPARATION. — Dans une carafe jaugée de 1 litre, placer environ 200° d'eau distillée; y ajouter peu à peu, en agitant, 60 grammes d'acide sulfurique pur; laisser refroidir; compléter le volume de 1 litre avec de l'eau distillée.

TITRAGE. — Deux méthodes.

A) *Méthode pondérale.* — Prélever, au moyen d'une pipette, 10° de cette solution, y ajouter du chlorure d'ammonium en solution, porter à l'ébullition et ajouter 10° d'une solution de chlorure de baryum à 10 %; continuer l'opération comme il est dit au sel marin (page 493).

Le poids de sulfate de baryte $\times 0.4206 = \text{SO}^4 \text{H}^2$ de 10° de liqueur à titrer; rapporter ce poids à 1000°.

Supposons que le calcul nous donne 51° $\text{SO}^4 \text{H}^2$ pour 1000°. On en concluera que :

Si 51 grammes $\text{SO}^4 \text{H}^2$ sont contenus dans 1000°,

$$1 \text{ gramme sera contenu dans } \frac{1000}{51}$$

et 49 gr. (poids normal), seront contenus dans $\frac{1.000 \times 49}{51} = 960$.

On prendra donc 960° de liqueur préparée et on y ajoutera quantité suffisante d'eau distillée (soit 40°) pour obtenir 1000° à + 15°; on aura ainsi une solution normale.

B) *Méthode volumétrique.* — On prélèvera 10° de solution normale de soude (préalablement titrée au moyen de la solution normale d'acide

oxalique), on y ajoutera deux gouttes de solution alcoolique de phtaléine du phénol, et goutte à goutte, la solution d'acide sulfurique à titrer, contenue dans une burette graduée, jusqu'à ce que la coloration rose de la solution alcaline soit disparue.

S'il faut 10^{cc} de solution acide pour arriver à ce résultat, la solution acide sera normale.

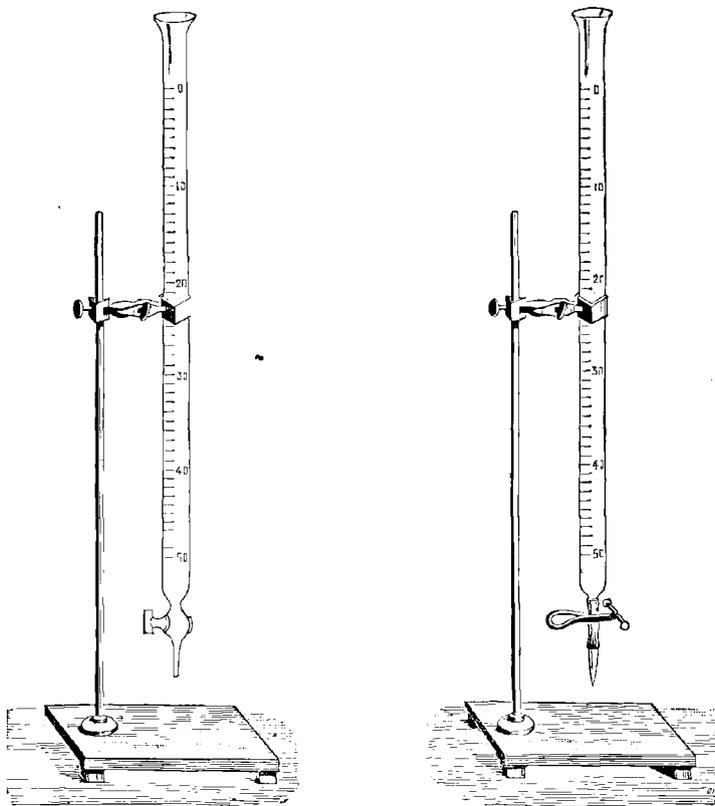


Fig. 54. Burettes allemandes ou de Mohr

S'il en faut plus de 10, 12 par exemple, la solution acide sera trop faible, on lui ajoutera 20^{cc} SO^{H}_2 pur et on titrera de nouveau la nouvelle solution.

S'il en faut moins de 10, 8^{cc}_4 par exemple, on dira :

Ces 8^{cc}_4 équivalent à 10^{cc} de solution alcaline normale; il faudra donc, pour les rendre normaux, leur ajouter $10 - 8^{\text{cc}}_4 = 1^{\text{cc}}_6$ d'eau distillée.

Si donc à 8^{cc}4 il faut ajouter 1^{cc}6 d'eau,
et à 840^{cc} — 160^{cc} —
on aura ainsi 1 litre de solution normale acide.

Liqueurs décime et centime normales. — Si à 100^{cc} de solution normale titrée précédemment, on ajoute une quantité suffisante d'eau pour obtenir 1000^{cc} de solution, on aura une solution décime normale ($\frac{N}{10}$ en abrégé) de même que si à 10^{cc} de solution normale ou à 100^{cc} de solution décime normale on ajoute quantité suffisante d'eau distillée, pour avoir 1000^{cc} de solution à + 15°, on aura une *solution centime normale* ($\frac{N}{100}$).

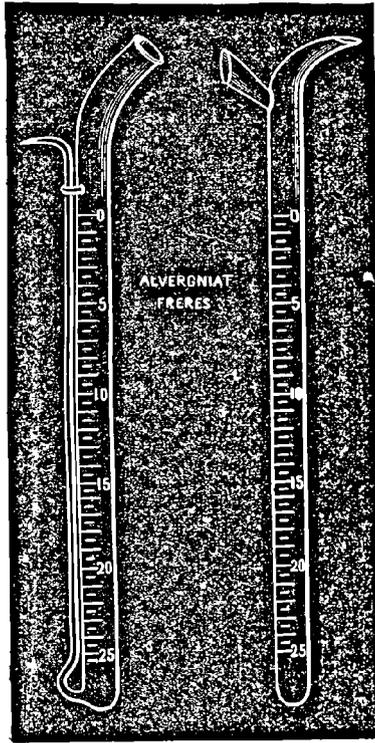


Fig. 55. Burettes française (Gay-Lussac) et anglaise (Binks).

2° LIQUEUR NORMALE D'ACIDE OXALIQUE.

Cette liqueur présente un grand avantage, celui de pouvoir être préparée exactement, sans titrage subséquent, ce qui permet de la faire servir au titrage des solutions alcalines qui, à leur tour, serviront à

titrer les solutions acides. Cette solution conserve bien son titre, à condition de la maintenir dans un flacon bien bouché.

Pour la préparer, on commence par purifier l'acide oxalique ; pour cela on en prend 100 grammes que l'on dissout dans 125 grammes d'eau distillée ; on chauffe la solution à $+ 60^{\circ}$; on décante dans un matras et on porte le liquide à l'ébullition ; on filtre rapidement, on additionne le filtrat encore chaud du vingtième de son volume d' AzO^3H ; on laisse refroidir. L'acide oxalique cristallise ; on filtre sur un tampon de coton, on lave les cristaux avec un peu d'eau froide, puis on les sèche à l'air libre ou dans un dessiccateur à acide sulfurique.

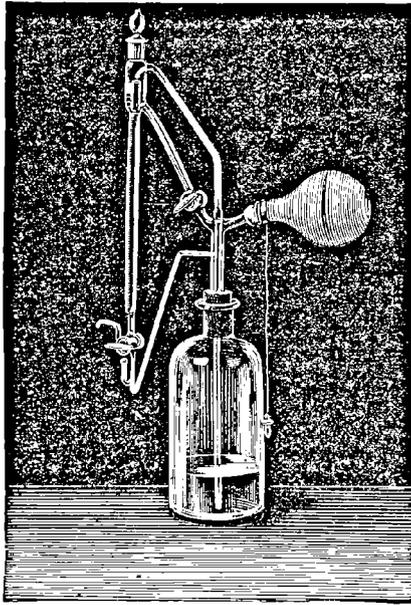


Fig. 56. Burette automatique de Dupré.

On en pèse exactement 63 grammes et on les dissout dans 1000^{cc} d'eau distillée à $+ 15^{\circ}$ (si on desséchait l'acide à 100° jusqu'à poids constant. on en pèserait 45 grammes).

On a ainsi une *solution normale* parfaitement dosée. Si on se trouvait dans la nécessité de titrer cette liqueur, on le ferait au moyen d'une solution normale de permanganate de potasse (voir plus loin) ou de potasse normale, en se servant, dans ce dernier cas, de la phénol-phtaléine comme indicateur ; on opérerait et calculerait comme il a été dit au sujet de la liqueur normale d'acide sulfurique.

Comme cette liqueur ne sert pas seulement en alcalimétrie, voici ses coefficients spéciaux.

1^{re} de cette solution équivalent à $\left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{re}}08 \text{ d'oxygène : et à } \frac{0.08}{1.43} = 5^{\text{re}} \text{ oxygène.} \\ 0^{\text{re}}056 \text{ Fe.} \\ 0^{\text{re}}072 \text{ FeO.} \\ 0^{\text{re}}02 \text{ Ca.} \\ 0^{\text{re}}0316 \text{ MnO}^{\text{K}} \text{ K.} \end{array} \right.$

Les équivalents alcalimétriques sont les mêmes que ceux des autres acides. (Voir Tableau au bas de la page.)

3° LIQUEUR NORMALE D'HCl.

36^{re}50 d'acide réel par litre. On la titre comme la liqueur normale de SO⁴H, au moyen de la soude ou de la potasse normales.

4° LIQUEUR NORMALE D'AzO³H.

63 grammes acide réel par litre.

5° LIQUEURS NORMALES DE POTASSE ET DE SOUDE.

La liqueur normale de potasse doit contenir 56 grammes de potasse (KOH) par litre.

La liqueur normale de soude doit contenir 40 grammes de soude (NaOH) par litre.

Préparation : Peser environ 70 grammes de potasse caustique ou 50 grammes de soude caustique à la chaux, dissoudre dans 1000^{re} d'eau distillée à + 15°.

Titrage : Prendre 10^{re} de liqueur normale d'acide oxalique (ou d'un acide quelconque), y ajouter deux gouttes de phtaléine du phénol, et y faire tomber goutte à goutte la solution alcaline à titrer contenue dans une burette graduée jusqu'à teinte rose de la solution acide.

Calculer comme il est dit à la liqueur normale d'acide sulfurique.

EQUIVALENTS ALCALIMÉTRIQUES ET ACIDIMÉTRIQUES DES SOLUTIONS NORMALES, ACIDES ET ALCALINES.

1^{re} de solution acide normale correspond à $\left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{re}}0400 \text{ NaOH (} 0^{\text{re}}031 \text{ Na}^{\text{K}} \text{O; } 0^{\text{re}}023 \text{ Na)} \\ 0 \text{ } 0561 \text{ KOH (} 0^{\text{re}}0470 \text{ K}^{\text{K}} \text{O; } 0^{\text{re}}039 \text{ K)} \\ 0 \text{ } 0170 \text{ AzH}^{\text{K}} \text{ (} 0^{\text{re}}048 \text{ CO}^{\text{K}} \text{; (AzH}^{\text{K}} \text{) }^{\text{K}} \\ 0 \text{ } 014 \text{ Az (} 0^{\text{re}}014 \times 6.25 \text{ : (Matières azotées)} \\ 0 \text{ } 0840 \text{ CO}^{\text{K}} \text{NaH} \\ 0 \text{ } 10011 \text{ CO}^{\text{K}} \text{KH} \\ 0 \text{ } 06895 \text{ CO}^{\text{K}} \text{K}^{\text{K}} \\ 0 \text{ } 0530 \text{ CO}^{\text{K}} \text{Na}^{\text{K}} \text{ (anhydre)} \\ 0 \text{ } 1430 \text{ CO}^{\text{K}} \text{Na} + 10\text{aq. (cristallisé)} \\ 0 \text{ } 0280 \text{ CaO (} 0^{\text{re}}050 \text{ CO}^{\text{K}} \text{Ca)} \\ 0 \text{ } 0765 \text{ BaO (} 0^{\text{re}}0985 \text{ CO}^{\text{K}} \text{Ba)} \\ 0^{\text{re}}020 \text{ MgO (} 0^{\text{re}}042 \text{ CO}^{\text{K}} \text{Mg).} \end{array} \right.$

1 ^{re} de solution alcaline normale cor- respond à	}	0 ^{re} 049 SO ⁴ H ² (0 ^{re} 080 SO ³ ; 0 ^{re} 03993 SO ²)
		0 0365 HCl
		0 0810 HBr
		0 1280 HI
		0 063 AzO ³ H
		0 060 C ² H ⁴ O ²
		0 063 C ² H ² O ⁴ + 2aq.
		0 031 CO ²
		0 0900 acide lactique
		0 075 acide tartrique
		0 067 — malique
		0 070 — citrique
0 1720 tartrate acide de soude		
0 ^{re} 1880 — de potasse.		

Solutions alcalines systématiques. — Si à 204^{re} de liqueur normale alcaline on ajoute 796^{re} d'eau distillée, on aura une solution dont 1^{re} représentera 0^{re}001 d'acidité (en SO⁴H²) de 10^{re} de solution à titrer.

C'est-à-dire, que si on titre l'acidité d'un liquide sur 10^{re} de ce liquide, le nombre de centimètres cubes de solution normale alcaline, employés, représentera en grammes, et en SO⁴H² l'acidité de un litre du liquide (les dixièmes de centimètres cubes représenteront des décigrammes).

En effet, si on opère sur 10^{re} de liquide, 1^{re} de solution alcaline normale correspond à une acidité de 4^{re}90 par litre (en SO⁴H²).

Pour que cette acidité soit représentée par un gramme par litre, il faudra employer $\frac{1}{4.90}$ 0^{re}204 de solution normale, ce qui revient à dire qu'il faudra ajouter à 0^{re}204 de solution normale la quantité suffisante d'eau pour obtenir 1^{re}, c'est-à-dire 0^{re}796.

On pourra calculer ainsi pour les autres solutions.

Pour obtenir 1^{re} d'une solution systématique correspond à 1 gramme d'un corps déterminé, on prendra $\frac{1}{M}$ cc. de la solution normale (M étant le poids du corps auquel elle correspond), et on complètera 1^{re} avec de l'eau.

6^e SOLUTION NORMALE DE PERMANGANATE DE POTASSE.

Lorsque le permanganate agit comme oxydant, en milieu sulfurique, le corps oxydé exige 1, 2, 3... n cinquièmes de molécule de permanganate.

Pour cette raison, on considère comme *liqueur normale oxydante* de permanganate de potasse, la solution renfermant 1/5^e de sa molécule par litre; la molécule de MnO⁴K pesant 158 grammes, la solution normale sera préparée en dissolvant $\frac{158}{5} = 31^{re}60$ de ce sel pur dans 1000^{re} d'eau distillée à + 15°.

Mais comme le sel de commerce n'est pas toujours bien pur on en dissoudra à chaud 33 à 34 grammes dans 1000^{re} d'eau et on titrera la solution par l'une des méthodes suivantes :

A) *Par le sulfate double de fer et d'ammoniaque* $(\text{SO}^4)^2\text{Fe}(\text{AzH}^4)^2$. Ce sel a pour poids moléculaire 392 et présente cette particularité qu'il contient exactement $1/7^e$ de son poids de fer pur ; il est facile de l'obtenir pur, et il se conserve bien en cet état.

Pour titrer la *solution normale* de permanganate, placer dans un petit ballon :

Eau distillée.....	60 ^{cc}
SO ⁴ H ² pur.....	4 ^{cc}
Co ² NaH.....	0 ^{cc} 50 (pour opérer dans un gaz inerte).

Après effervescence, ajouter $\frac{1}{100}$ de molécule de sel double, soit $\frac{392}{100} = 3^{cc}92$. Boucher et agiter jusqu'à dissolution. Compléter à 100^{cc} avec de l'eau distillée bouillie. On a ainsi une solution $\frac{N}{10}$.

Puis placer dans un verre de Bohème :

Eau.....	10 ^{cc}
SO ⁴ H ² pur.....	4 ^{cc}
Co ² NaH.....	0.50
Solution précédente de sel double.....	100 ^{cc}

verser peu à peu dans cette solution la solution normale de permanganate à titrer, jusqu'à ce que la solution de sel double prenne une coloration rose.

Soit n^{cc} employés : ces n^{cc} correspondent à 100^{cc} de solution décimale de sel double ou, ce qui revient au même, à 10^{cc} de solution normale.

Si on a employé 10^{cc} de solution de permanganate pour amener la coloration rose, c'est que cette solution est exacte, sinon on l'ajustera comme il est dit page 604.

B) *Par l'acide oxalique*. — On prend 10^{cc} de la solution normale d'acide oxalique, on y ajoute 1^{cc} SO⁴ H² ; on chauffe vers 60° et on y verse la solution de MnO⁴ K jusqu'à teinte rose.

Soit N^{cc} ; ils correspondent à 10^{cc} acide oxalique normal.

On ajustera la solution de façon qu'elle corresponde à 10^{cc} de solution d'acide oxalique N.

1 ^{cc} de solution normale de permanganate de potasse correspond à.....	$\left\{ \begin{array}{l} 0cc056 \text{ Fe} \\ 0cc072 \text{ FeO} \\ 0cc080 \text{ Fe}^2 \text{ O}^3 \\ 0cc008 \text{ oxygène.} \\ 0cc045 \text{ acide oxalique anhydre.} \\ 0cc063 \text{ — cristallisé.} \\ 0cc028 \text{ chaux (CaO).} \\ 0cc064 \text{ oxalate de chaux anhydre.} \end{array} \right\}$	dosé à l'état de sels ferreux.
--	---	--------------------------------

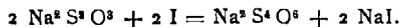
Dans les laboratoires, la solution normale de permanganate est rarement employée, on emploie les solutions $\frac{N}{10}$ et $\frac{N}{100}$ que l'on prépare comme il a été dit au sujet des liqueurs titrées d'acide sulfurique. (Voir page 605.)

Solutions systématiques. — Pour certains dosages, on emploie des solutions très étendues de $MnO^4 K$ à titre arbitraire.

Ainsi, pour le dosage de la matière organique dans les eaux, on utilise une solution telle que 1^{re} corresponde à 0^{re}0001 d'oxygène, à 0^{re}000738 d'acide oxalique et à 0^{re}0035 CaO ; cette solution se prépare en mesurant à + 15° 125^{cc} de solution décime normale de permanganate de potasse et en l'étendant avec quantité suffisante d'eau distillée, pour avoir 1000^{cc} de solution à + 15°.

7° SOLUTION DÉCI-NORMALE D'IODE.

L'iode agit sur l'hyposulfite de soude pour le transformer en tétrathionate de soude



Il faut donc 2 molécules d'iode (127 gr.) pour transformer une molécule (248) d'hyposulfite de soude $Na^2 S^2 O^3 + 5 H^2 O$.

La solution d'iode dont on fait généralement usage est la solution *décime normale*, elle contient par litre le dixième de l'équivalent gramme 12^{gr}70, qui se confond ici avec l'atome gramme.

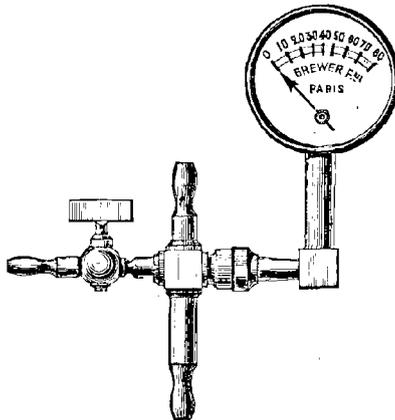


Fig. 57. Trompe à eau de Brewer avec son manomètre (1).

(1) L'appareil doit être monté verticalement ; l'eau qui sert à le faire fonctionner doit lui arriver d'une hauteur de 4^m50 dans un tuyau placé verticalement ayant un diamètre intérieur d'au moins 12 millimètres, en évitant les coudes. Le tube en caoutchouc pour la sortie de l'eau, fixé à la tubulure inférieure, doit avoir environ 1 mètre de longueur. Le robinet à eau doit être ouvert en plein pendant le fonctionnement. Eviter les eaux bourbeuses et limoneuses.

Préparation. — On commence par purifier l'iode en lui enlevant le Cl qu'il contient; pour cela, on le broie avec un quart de son poids de KI et on chauffe doucement le mélange intime, entre deux grands verres de montre ou deux capsules de porcelaine. La capsule inférieure reposant sur une plaque de fer chauffée, l'iode se sublime très pur.

On en pèse 12^{gr}70 exactement, que l'on pulvérise finement et on le projette dans un entonnoir à tige d'assez fort diamètre, placé sur un matras jaugé de 1 litre, on chasse avec un jet de pissette dans l'entonnoir, les parcelles d'iode qui sont restées adhérentes au mortier, dans lequel on a pulvérisé l'iode.

D'autre part on porte à 60°-70°, une solution faite avec 25 grammes KI (qui ne doit pas bleuir l'amidon si on y ajoute de l'acide acétique) et 100^{cc} d'eau. On verse ce liquide chaud sur les parois de l'entonnoir que contient l'iode, on agite et la dissolution s'effectue vite, on complète à 1000^{cc}.

Titrage. — Si on a eu soin d'employer de l'iode et KI purs, le titrage devient pratiquement inutile.

Dans le cas contraire, on titre la solution d'iode au moyen de l'hypo-sulfite titré ou de l'acide arsénieux.

Pour titrer la solution d'iode $\frac{N}{10}$ au moyen de l'acide arsénieux $\frac{N}{10}$ on fait une solution d'arsenite de potasse, en dissolvant 4^{gr}95 d'acide arsénieux du commerce dans 200^{cc} d'eau, ajoutant environ 15 grammes de bicarbonate de potasse (exempt de sulfures) et complétant à 1 litre avec de l'eau distillée.

On prend 10^{cc} de la solution d'acide arsénieux, que l'on place dans un verre de Bohême avec quelques gouttes d'eau amidonnée, puis on y fait tomber, goutte à goutte, la solution d'iode placée dans une burette graduée, jusqu'à ce que la solution arsénieuse prenne une teinte bleue.

Si la solution d'iode est juste, il faudra en employer 10^{cc}, sinon il faudra l'ajouter comme il est dit aux solutions normales acides et alcalines.

1 ^{cc} de la solution déci-normale d'iode correspond à.....	}	0 ^{gr} 0016 soufre.
		0 ^{gr} 032 SO ²
		0 ^{gr} 0017 H ² S
		0 ^{gr} 0248 S ² O ³ Na ² + 5 HO ²
		0 ^{gr} 0158 S ² O ³ Na ² anhydre
		0 ^{gr} 00495 AS ² O ³
		0 ^{gr} 00575 AS ² O ³

8° SOLUTION DÉCI-NORMALE D'HYPOSULFITE DE SOUDE.

D'après la réaction précédente, la solution déci-normale d'hypo-sulfite de soude doit contenir par litre une molécule de ce sel.

Mais l'hypo-sulfite du commerce cristallisé a pour formule S²O³Na² + 5H²O (248 gr.) et non S²O³Na² (158 gr.). On fera donc une dissolution de 24^{gr}80 de cristaux d'hypo-sulfite de soude dans 1000^{cc} d'eau.

Mais comme il est difficile d'obtenir un sel bien sec, il est nécessaire de titrer la liqueur au moyen de la solution d'iode.

Première méthode. — Prélever 10^{cc} de la solution déci-normale d'iode, ajouter de l'eau amidonnée, puis la solution d'hyposulfite à titrer, jusqu'à plus de coloration bleue.

Soit 9^{cc} d'hyposulfite.

Ces 9^{cc} correspondent à 10^{cc} de solution $\frac{\text{normale}}{10}$ d'iode; pour que les volumes soient égaux, il faut ajouter à 9^{cc} d'hyposulfite 1^{cc} d'eau.

Si donc à 9^{cc} il faut ajouter 1^{cc} d'eau,

$$\text{à } 1^{\text{cc}} \quad - \quad - \quad \frac{1}{9}$$

$$\text{et à } N^{\text{cc}} \text{ qui restent ajouter } \frac{N \times 1}{9}$$

Deuxième méthode. — Placer dans un verre 10^{cc} de solution d'hyposulfite additionnée d'empois d'amidon, y verser en agitant, la solution $\frac{N}{10}$ d'iode jusqu'à coloration bleue de l'amidon.

Soit N^{cc} d'iode employés.

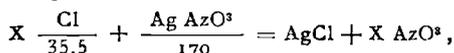
10^{cc} d'hyposulfite correspondent à n d'iode.

1^{cc} de la solution $\frac{N}{10}$ d'hyposulfite correspond à 0^{cc}0127 iode.

9° SOLUTION NORMALE D'AZOTATE D'ARGENT.

Lorsque dans une solution *neutre ou très faiblement alcaline* d'un chlorure, additionnée de chromate neutre de potassium, on ajoute une solution neutre d'azotate d'argent, il se produit, par double décomposition, un précipité de chlorure d'argent qui se rassemble facilement et du chromate d'argent rouge brique, qui indique l'excès d'azotate d'argent.

En vertu de l'équation



on voit que quelque soit X, c'est-à-dire le métal chloruré, un atome de Cl (pesant 35.5) nécessite 170 grammes d'Ag AzO₃ pour être entièrement précipité.

La solution normale d'azotate d'argent devra donc contenir pour 1000^{cc}, 170 grammes de ce sel.

On se sert ordinairement de la solution décime-normale à 17 grammes par litre.

Préparation. — A) Peser exactement 17 grammes d'azotate d'argent bien pur (desséché à 150-160°, puis abandonné au refroidissement sous un dessiccateur à acide sulfurique à l'abri de la lumière) et les dissoudre dans 1000^{cc} d'eau distillée additionnés de 1^{cc} AzO₃ H pur.

B) Dissoudre 10^{cc}766 d'argent pur (obtenu par électrolyse) dans 100^{cc} AzO₃ H pur, évaporer la solution à siccité pour chasser l'excès d'acide, dissoudre le résidu dans quantité suffisante d'eau distillée pour obtenir 1000^{cc}.

Cette solution ainsi préparée, n'a pas besoin d'être titrée ; elle est déci-normale.

$$1^{\text{re}} \text{ correspond à } \dots \begin{cases} 0^{\text{r}}00355 \text{ Cl} \\ 0^{\text{r}}00585 \text{ NaCl} \\ 0^{\text{r}}00365 \text{ HCl} \\ 0^{\text{r}}00745 \text{ KCl} \end{cases}$$

Application de cette solution au dosage d'un chlorure en solution. — Le chlorure à doser lorsqu'il s'agit de matières alimentaires peut être un chlorure de sodium (sel marin), ou un chlorure contenu dans les cendres. Le premier point est d'obtenir une solution neutre ou très faiblement alcaline de ce chlorure.

Si le chlorure à titrer est un chlorure de sodium, on dissoudra ce chlorure dans l'eau, et si la solution obtenue est fortement alcaline, on la neutralisera par de l'acide acétique, on y ajoutera quelques gouttes de chromate neutre de potassium, et on titrera le chlorure en solution en y versant goutte à goutte la solution titrée $\frac{N}{10}$ d'AgAzO³ jusqu'à précipité rouge brique. (Voir Chlorure de sodium.)

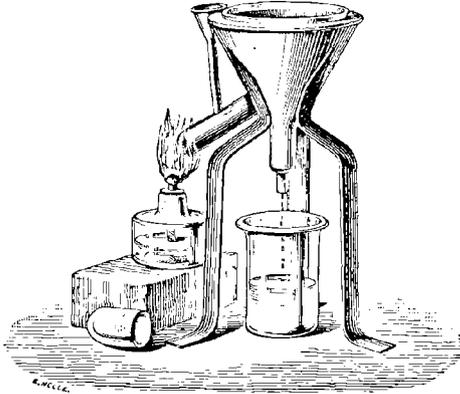


Fig. 58. Entonnoir à filtration chaude.

S'il s'agit de titrer les chlorures contenus dans les cendres d'une substance alimentaire, comme les chlorures sont volatils au rouge sombre, on fera les cendres en brûlant la matière juste assez pour avoir des cendres noires friables ; on les traitera par l'eau distillée bouillante aiguisée d'AzO³H, on filtrera, lavera le filtre avec de l'eau distillée et dans le filtrat on dosera les chlorures par l'une des méthodes suivantes :

A) *Méthode directe.* — On neutralisera la solution par addition de CO²Ca (exempt de chlorures), et on titrera le chlorure par la solution $\frac{N}{10}$ d'AgAzO³ en présence du chromate neutre de potassium comme il est dit précédemment.

B) *Méthode par reste.* — Elle consiste à ajouter à la solution acide obtenue, un excès de nitrate d'argent $\frac{N}{10}$ puis à déterminer l'excès de solution $\frac{N}{10}$ ajouté, au moyen du sulfocyanure d'ammonium. (Voir Sel marin.)

Solution $\frac{N}{10}$ de sulfocyanure d'ammonium : Cette solution souvent employée pour le dosage des chlorures, se prépare en dissolvant environ 9 grammes de ce sel dans 1000^{cc} d'eau distillée, et en la titrant de la façon suivante :

Prendre 10^{cc} de solution déci-normale d'azotate d'argent, y ajouter 2 ou 3 gouttes de solution d'azotate ferrique comme indicateur, et y verser goutte à goutte la solution de sulfocyanure à titrer, contenue dans une burette graduée, jusqu'à coloration rouge.

S'il faut 10^{cc} de solution de sulfocyanure, c'est que cette solution est exactement décime.

S'il en faut 8^{cc} par exemple, il faudra ajouter, pour l'ajuster, 10 — 8 = 2^{cc} d'eau à chaque volume de 8^{cc}; c'est-à-dire 20^{cc} d'eau pour 80^{cc} de solution.

S'il en faut 11, il faudra ajouter à la solution une nouvelle quantité de sel, titrer et ajuster de nouveau.

Solution systématique d'AgAzO₃. Si on fait une solution d'AgAzO₃ à 20^{cc}076 par litre, 1^{cc} de cette solution correspondra à 1 gramme de NaCl par litre de liquide examiné, si on opère sur 10^{cc} de ce liquide.

10° LIQUEUR D'URANE.

Préparation. — Dans un ballon jaugé de un litre, placer 50 grammes d'azotate d'urane en cristaux jaunes et 800^{cc} d'eau distillée; agiter pour dissoudre; après dissolution ajouter peu à peu de l'ammoniaque, jusqu'à ce que le précipité qui se produit après chaque addition d'ammoniaque ne se dissolve plus; rétablir la limpidité de la solution avec quelques gouttes d'acide acétique; compléter le volume de la solution à un litre avec de l'eau distillée; laisser reposer cinq à six jours; filtrer: titrer.

Titrage. — Préparer :

A) Solution acéto-acétique	{	Acétate de soude.....	10 ^{cc}
		Acide acétique cristallisable...	5 ^{cc}
		Eau distillée q. s. pour.....	100 ^{cc}
B) Solution de ferrocyanure de potassium à 10 %.			
C) Solution phosphatée titrée	{	Phosphate acide d'ammonium	3 ^{cc} 24 (1)
		Eau distillée q. s. pour	1000 ^{cc}

(1) Ou 10 gr. 084 phosphate disodique cristallisé non effleuré PO⁴HN³, 12 H²O; 5 gr. 889 phosphate double de soude et d'ammonium PO⁴HN³, AzH⁴, 11²O.

1000^{es} de cette solution contiennent 2 grammes anhydride phosphorique (P² O⁵).

1° Placer sur une soucoupe de porcelaine ou une feuille de papier blanc, une vingtaine de gouttes de solution B ;

2° Mesurer 50^{es} de la solution C dans une capsule de porcelaine ; y ajouter 5^{es} de solution A, porter à l'ébullition et y verser par 10 gouttes à la fois la solution de nitrate d'urane contenue dans une burette graduée, en ayant soin de prélever de temps en temps, à l'aide d'un agitateur en verre, une goutte du mélange que l'on porte au contact d'une goutte de solution B (que l'on a disposée sur la soucoupe de porcelaine ou la feuille de papier blanc), jusqu'à ce que la goutte du mélange produise au contact du ferrocyanure une coloration brun-chamois faible (1).

Soit N^{es} de liqueur uranique : ces N^{es} correspondront à 0^{es}10 ; 1^{es} correspondra à $\frac{0^{es}10}{N}$ P² O⁵.

Mais on peut s'arranger de façon à ce que 1^{es} de solution uranique corresponde à 0^{es}005 P² O⁵, titre généralement adopté. Pour cela, supposons que N = 18^{es} ; on diluera la liqueur uranique en écrivant ; 20 — 18 = 2 : c'est-à-dire qu'il faudra ajouter autant de fois 2^{es} d'eau qu'il y aura de fois 18^{es} dans la liqueur restante . La liqueur uranique sera alors telle que 20^{es} précipiteront 0^{es}10 P² O⁵ ; par conséquent, 1^{es} équivaudra à $\frac{0^{es}10}{20} = 0^{es}005$ P² O⁵.

Si N = 20, il n'y a donc aucun calcul à faire.

1^{es} liqueur d'urane correspondant à 0^{es}005 P² O⁵ correspond aussi à

Phosphate monocalcique....	0,0082
— bicalcique.....	0,0095
— tricalcique.....	0,0109

Vérification des Vases gradués et jaugés.

Un vase n'est exact que pour la température pour laquelle il est jaugé ; en France, la température officielle est de + 15° centigrades et les vases du commerce doivent être tous jaugés à cette température ; les vases allemands sont jaugés à + 17°5 centigrades.

Les ballons et carafes sont jaugés à sec, on ne doit donc pas s'en servir pour transvaser.

Les pipettes et burettes sont graduées mouillées.

(1) On peut remplacer le ferrocyanure de potassium en ajoutant dans la liqueur à titrer quelques gouttes de teinture de cochenille qui vire au vert en présence d'un léger excès d'azotate d'urane (mais il est nécessaire d'opérer en liqueur bien neutre).

Les éprouvettes à pied sont graduées sèches ou mouillées, dans ce dernier cas, elles serviront au transvasement, mais il faut se renseigner auprès du constructeur pour savoir de quelle façon la graduation a été faite.

Soit à vérifier une carafe jaugée de un litre : le volume doit être de 1000^{cc} à + 15° centigrades, en reportant cette valeur dans la formule $V = pR'$ de la table LXVI, on tire

$$p = \frac{1000}{1.00192} = 998^{\text{r}}083$$

pour le poids de l'eau à + 15° que doit contenir cette carafe, ce que l'on vérifie par la balance. On fait exactement la tare de la carafe sèche + 998^r08 en poids de laiton. On enlève les poids et on équilibre en remplissant la carafe d'eau distillée, on s'assure si l'air est bien chassé; le ménisque doit affleurer le trait de jauge; sinon rejeter le flacon.

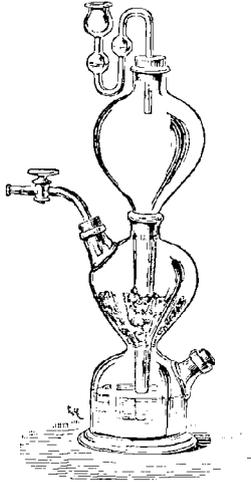


Fig. 5g. Appareil de Kipp, pour la production de H^sS CO^s.

Si on veut vérifier un vase jaugé mouillé, on commence par tarer un vase de Bohême et on ajoute le poids p correspondant, calculé comme précédemment; on enlève p et on verse le liquide du vase jaugé dans le vase de bohême; l'équilibre doit être rétabli.

Pour les pipettes à un trait on remplit la pipette de façon que le ménisque soit tangent au trait de jauge, on fait toucher sa pointe à la paroi mouillée du vase pour détacher la goutte; on laisse l'écoulement se faire librement dans le vase de Bohême et quand il est terminé on détache la goutte en touchant la paroi : *on ne doit pas souffler dans ces pipettes.*

CALCUL DE LA CAPACITÉ D'UN VASE DE VERRE JAUGÉ A $+ 15^{\circ}$
POUR UNE TEMPÉRATURE QUELCONQUE.

Table LXI.

Multiples du coefficient de dilatation cubique du verre. (Regnault).

de 0° à 100°	de 0° à 150°	de 0° à 200°	de 0° à 250°	de 0° à 300°
1 0.0000276	1 0.0000284	1 0.0000291	1 0.0000298	1 0.0000306
2 0.0000552	2 0.0000568	2 0.0000582	2 0.0000296	2 0.0000612
3 0.0000828	3 0.0000852	3 0.0000873	3 0.0000894	3 0.0000918
4 0.0001104	4 0.0001136	4 0.0001164	4 0.0001192	4 0.0001224
5 0.0001380	5 0.0001420	5 0.0001455	5 0.0001490	5 0.0001530
6 0.0001656	6 0.0001704	6 0.0001746	6 0.0001788	6 0.0001836
7 0.0001932	7 0.0001988	7 0.0002037	7 0.0002086	7 0.0002142
8 0.0002208	8 0.0002272	8 0.0002328	8 0.0002384	8 0.0002448
9 0.0002484	9 0.0002556	9 0.0002619	9 0.0002682	9 0.0002754

Supposons que nous voulions connaître la capacité à $+ 19^{\circ}$ d'un vase jaugé à 50° à $+ 15^{\circ}$.

Nous avons : Volume à $+ 19^{\circ} = 50^{cc} + 50^{cc} (19^{\circ} - 15^{\circ}) \times 0,0000276$.
 — — — — — $= 50^{cc} + 50^{cc} \times 4 \times 0,0000276 = 50^{cc} + 50^{cc} \times 0,0001104$.

Volume à $+ 19^{\circ} = 50^{cc} + 0^{cc} 00552 = 50^{cc} 00552$.

Thermométrie.

Table LXII.

Réductions des degrés du thermomètre de Farenheit.

Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.
— 40	— 40.00	— 4	— 20.00	33	0.56	70	21.11
— 39	— 39.44	— 3	— 19.44	34	1.11	71	21.67
— 38	— 38.89	— 2	— 18.89	35	1.67	72	22.22
— 37	— 38.33	— 1	— 18.33	36	2.22	73	22.78
— 36	— 37.78	0	— 17.78	37	2.78	74	23.33
— 35	— 37.22	1	— 17.22	38	3.33	75	23.89
— 34	— 36.67	2	— 16.67	39	3.89	76	24.44
— 33	— 36.11	3	— 16.11	40	4.44	77	25.00
— 32	— 35.66	4	— 15.66	41	5.00	78	25.56
— 31	— 35.00	5	— 15.00	42	5.56	79	26.11
— 30	— 34.44	6	— 14.44	43	6.11	80	26.67
— 29	— 33.89	7	— 13.89	44	6.67	81	27.22
— 28	— 33.33	8	— 13.33	45	7.22	82	27.78
— 27	— 32.78	9	— 12.78	46	7.78	83	28.33
— 26	— 32.22	10	— 12.22	47	8.33	84	28.89
— 25	— 31.67	11	— 11.67	48	8.89	85	29.44
— 24	— 31.11	12	— 11.11	49	9.44	86	30.00
— 23	— 30.56	13	— 10.56	50	10.00	87	30.56
— 22	— 30.00	14	— 10.00	51	10.56	88	31.11
— 21	— 29.44	15	— 9.44	52	11.11	89	31.67
— 20	— 28.89	16	— 8.89	53	11.67	90	32.22
— 19	— 28.33	17	— 8.33	54	12.22	91	32.78
— 18	— 27.78	18	— 7.78	55	12.78	92	33.33
— 17	— 27.22	19	— 7.22	56	13.33	93	33.89
— 16	— 26.67	20	— 6.67	57	13.89	94	34.44
— 15	— 26.11	21	— 6.11	58	14.44	95	35.00
— 14	— 25.66	22	— 5.66	59	15.00	96	35.56
— 13	— 25.00	23	— 5.00	60	15.56	97	36.11
— 12	— 24.44	24	— 4.44	61	16.11	98	36.67
— 11	— 23.89	25	— 3.89	62	16.67	99	37.22
— 10	— 23.33	26	— 3.33	63	17.22	100	37.78
— 9	— 22.78	27	— 2.78	64	17.78	101	38.33
— 8	— 22.22	28	— 2.22	65	18.33	102	38.89
— 7	— 21.67	29	— 1.67	66	18.89	103	39.45
— 6	— 21.11	30	— 1.11	67	19.44	104	40.00
— 5	— 20.56	31	— 0.56	68	20.00	105	40.56
		32	— 0.00	69	20.56	106	41.12

Pour les températures supérieures à 100° Fahr., on décomposera le nombre de degrés Fahr. en un nombre entier de centaines et en un reste. On ajoutera au chiffre des degrés centigrades correspondant à ce reste et pris dans la table (LXII) le nombre de degrés centigrades correspondant aux centaines entières et que l'on trouvera dans la table LXIII.

Exemple : 674° Fahr. = 600 + 74

Le 74° degré de Fahr. correspond à..... 23°.33 centigr. (Table LXII).

600 degrés Fahr., valent..... 333.33centigr. (Table LXIII).

Le 674° degré Fahr. correspond donc à 356°.66 centigr.

Table LXIII.

Valeurs en degrés centigrades d'une différence de 100, 200, etc... degrés Farenheit.

Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.
0	0	0	0	0	0	0	0
100	35.56	1000	556.56	1900	1035.56	2800	1335.56
200	111.11	1100	611.11	2000	1111.11	2900	1611.11
300	166.67	1200	666.67	2100	1166.67	3000	1666.67
400	222.22	1300	722.22	2200	1222.22	3100	1722.22
500	277.78	1400	777.78	2300	1277.78	3200	1777.78
600	333.33	1500	833.33	2400	1333.33	3300	1833.33
700	388.89	1600	888.89	2500	1388.84	3400	1888.89
800	444.44	1700	944.44	2600	1444.44	3500	1944.44
900	500.00	1800	1000.00	2700	1500.00	3600	2000.00

1° Fahr. = 0°55556 centigr. 1° centigr. = 1°800 Fahr.

5° centigr. = 9° Farenheit.

Le 32° degré Fahr. correspond à 0° centigr. Le 212° à + 100° centigr.
Le degré 0 Fahr., correspond à 17.78 centigrades.

Table LXIV.

Réduction des degrés du thermomètre Réaumur.

Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.
—	—	21	26.25	41	51.25	61	76.25
1	1.25	22	27.50	42	52.50	62	77.50
2	2.50	23	28.75	43	53.75	63	78.75
3	3.75	24	30.00	44	55.00	64	80.00
4	5.00	25	31.25	45	56.25	65	81.25
5	6.25	26	32.50	46	57.40	66	82.50
6	7.50	27	33.75	47	58.75	67	83.75
7	8.75	28	35.00	48	60.00	68	85.00
8	10.00	29	36.25	49	61.25	69	86.25
9	11.25	30	37.50	50	62.50	70	87.50
10	12.50	31	38.75	51	63.70	71	88.75
11	13.75	32	40.00	52	65.00	72	90.00
12	15.00	33	41.25	53	66.25	73	91.25
13	16.25	34	42.50	54	67.50	74	92.50
14	17.50	35	43.75	55	68.75	75	93.75
15	18.75	36	45.00	56	70.00	76	95.00
16	20.00	37	46.25	57	71.25	77	96.25
17	21.25	38	47.50	58	72.50	78	97.50
18	22.50	39	48.75	59	73.75	79	98.75
19	23.75	40	50.00	60	75.00	80	100.00

1° Réaum. = 1,250 cent. 1° cent. = 0°8 Réaum. 5° cent. = 4° Réaum.

0° Réaum. correspond à 0° cent.

80° Réaum. — a 100° cent.

Densités.

La densité absolue d'un corps est la masse de l'unité de volume de ce corps.

La densité relative est le rapport de la masse A d'un certain volume du corps à la masse A' d'un égal volume d'eau distillée à + 4° centigrades.

Le poids spécifique absolu d'un corps est le poids de l'unité de volume de ce corps.

Le poids spécifique relatif est le rapport qui existe en un même lieu entre le poids d'un certain volume de ce corps et le poids d'un égal volume d'eau distillée à + 4° centigrades.

L'unité de volume est le centimètre cube.

L'unité de poids est le gramme (celui-ci étant le poids de un centimètre cube d'eau distillée à + 4° centigrades).

En pratique, on confond le poids spécifique et la densité sous le même terme.

Par conséquent, les deux termes poids spécifique et densité relative sont identiques; il en est de même du poids spécifique absolu et de la densité absolue; ils ont la même valeur numérique :

$$\text{Poids spécifique relatif} = \frac{A}{A'} = \text{Densité relative.}$$

On appelle donc en résumé : Densité relative d'un corps, à une température donnée (*t*), le rapport qui existe entre le poids P d'un certain volume de ce corps et le poids P' d'un égal volume d'eau distillée à + 4° centigrades :

$$D_t = \frac{P}{P'}$$

ou encore le poids P' en grammes d'un volume d'eau à + 4° centigrades, étant exprimé par le même nombre que son volume V en centimètres cubes (puisque le gramme est le poids de un centimètre cube d'eau à + 4° centigrades.

$$D_t = \frac{P}{V}$$

La table LXV donne la densité et le volume de l'eau à différentes températures; la densité de l'eau ainsi que son volume à + 4° centigrades étant pris comme unités.

La densité absolue (en grammes par centimètre cube) de l'eau à + 4° centigrades étant non pas = 1, mais 1.00013; en multipliant par ce facteur les nombres de la table, on obtiendra la *densité absolue* correspondante.

Table LXV. — Table des Densités et Volumes de l'eau de 0° à 100°. Unité prise à + 4° (VOLKMANN).
(Extrait du « Chemiker Kalender »).

<i>t</i> °	DENSITÉ Poids de 1 cc. d'eau en gram.	VOLUME de 1 gr. d'eau en cc.	<i>t</i> °	DENSITÉ Poids de 1 cc. d'eau en gram.	VOLUME de 1 gr. d'eau en cc.	<i>t</i> °	DENSITÉ Poids de 1 cc. d'eau en gram.	VOLUME de 1 gr. d'eau en cc.
0	0.999878	1.000122	14	0.999297	1.000703	40	0.99236	1.00770
1	0.999933	1.000067	15	0.999154	1.000847	45	0.99035	1.00974
2	0.999972	1.000028	16	0.999004	1.000997	50	0.98817	1.01197
3	0.999993	1.000007	17	0.998839	1.001162	55	0.98584	1.01436
4	1.000000	1.000000	18	0.998663	1.001339	60	0.98334	1.01694
5	0.999992	1.000003	19	0.998475	1.001527	65	0.98071	1.01967
6	0.999969	1.000031	20	0.998272	1.001731	70	0.97789	1.02261
7	0.999933	1.000067	21	0.998065	1.001939	75	0.97493	1.02570
8	0.999882	1.000118	22	0.997849	1.002156	80	0.97190	1.02891
9	0.999819	1.000181	23	0.997623	1.002383	85	0.96876	1.03225
10	0.999739	1.000261	24	0.997386	1.002621	90	0.96549	1.03574
11	0.999650	1.000350	25	0.997140	1.002868	95	0.96203	1.03941
12	0.999544	1.000455	30	0.99577	1.00425	100	0.95856	1.04323
13	0.999450	1.000570	35	0.99417	1.00586			

La détermination de la densité d'un liquide (la seule qui soit nécessaire dans le courant de l'ouvrage) se fait par trois méthodes :

- 1° Méthode du flacon ;
- 2° — des aréomètres à poids constant et à volume variable, à volume constant et à poids variable ;
- 3° Méthode de la balance hydrostatique.

A) MÉTHODE DU FLACON.

On emploie un petit flacon bouché à l'émeri, à col capillaire et portant un trait de jauge (fig. 60). Quelques-uns sont munis d'un thermomètre [fig. 61] (picnomètres).

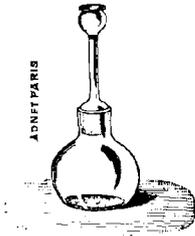


Figure. 60.

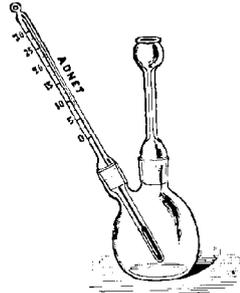


Figure 61.

Pour déterminer une densité, on commence par établir **une fois pour toutes le volume exact du flacon** ; pour cela on pèse d'abord le flacon vide, soit P son poids, ensuite on le remplit exactement jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée à la température du milieu où l'on opère, on le pèse de nouveau, soit P' le poids total, en observant exactement la température.

En retranchant la tare du flacon (P) du poids total (P'), on a le poids p de l'eau pesée dans l'air avec des poids en laiton (poids apparent), on en déduit le poids absolu de l'eau, c'est-à-dire son poids dans le vide par la formule

$$A = p \times \left(1 + \frac{L}{I} - \frac{L}{d} \right)$$

dans laquelle :

A = poids absolu cherché.

p = poids apparent déterminé précédemment.

L = densité de l'air (en moyenne 0,0012).

I = densité du corps pesé.

d = densité du laiton (d = 8,4).

A = généralement 1,00106.

Si on divise le poids de l'eau ainsi trouvé, par sa densité, pour la température de l'opération (V. Table LXV), on a le volume du centimètre cube.

La table suivante permet de calculer, non seulement le volume du flacon à la température t de l'observation, par la formule $V = p R$, mais aussi de calculer le volume respectif du flacon à 0° , 15° , 20° centigrades, en tenant compte de la dilatation du verre; dans ce cas, on aura $V = p R'$; R et R' étant les coefficients appliqués au poids apparent de l'eau.

Table LXVI (de LANDOLT et BORNSTEIN).

t°	VASES JAUGÉS A L'EAU.			
	R	R' à 0°.	R' à 15°	R' à 20°.
0	(1) 126	126	163	176
13	165	133	170	183
14	178	143	181	193
15	192	155	192	205
16	207	167	204	217
17	223	180	218	230
18	240	195	233	245
19	258	211	248	261
20	278	228	266	278
21	299	246	284	296
22	320	265	303	315
23	343	285	322	335
24	366	306	343	356
25	390	327	365	378
26	417	352	390	402

1^{er} Exemple: Si un flacon rempli à la température de 19° jusqu'au trait de jauge, a donné comme poids apparent de l'eau 49 grammes, son volume à cette température est de (Table LXVI).

$$V = 49 \times 1,00258 = 49^{\text{g}},126.$$

Son volume à $+ 15^\circ$ serait :

$$V' = 49 \times R' = 49 \times 1,00248 = 49^{\text{g}},031.$$

Son volume à $+ 20^\circ$ serait :

$$V'' = 49 \times R'' = 49 \times 1,00261 = 49^{\text{g}},127.$$

Son volume à 0° serait :

$$V''' = 49 \times R''' = 49 \times 1,02111 = 49^{\text{g}},103.$$

2^e Exemple. — Si un flacon rempli à la température de $20^\circ 6$ jusqu'au trait de jauge, a donné comme poids apparent de l'eau $99^{\text{g}},5$, son volume à cette température est :

$$V = 99,5 \times \left[1,00278 + (1,00299 - 1,00278) \times \frac{6}{10} \right]$$

$$V = 99,5 \times 1,002906 = 99^{\text{g}},789.$$

Son volume à 20° serait :

$$V' = 99,5 \times \left[1,00278 + (1,00296 - 1,00278) \times \frac{6}{10} \right]$$

$$V' = 99,5 \times 1,002888 = 99^{\text{g}},787.$$

(1) Il faut lire 1 00126 et de même pour tous les autres chiffres.

Le volume du flacon établi, on rince le flacon d'abord avec un peu de liquide à essayer, et on l'en remplit ensuite jusqu'au trait de jauge environ ; on le plonge dans un bain d'eau froide pour l'amener à + 15° centigrades, on l'essuie ensuite avec soin, on ramène le niveau du liquide au trait de jauge très exactement et on le pèse.

En divisant le poids du liquide par celui de l'eau distillée à + 4° centigrades, on obtient la densité (ou poids réel en kilogramme d'un litre) du liquide essayé.

Dans la pratique, on détermine d'abord le poids de ce flacon rempli d'eau distillée à + 4° centigrades, et on établit son volume en retranchant de ce poids la tare du flacon. Chaque gramme d'eau distillée à + 4° centigrades remplissant exactement un centimètre cube, on n'a aucun calcul à faire.

Ou bien encore on fait cette opération avec de l'eau à la température ambiante, qui est un peu moins dense que celle de 4° centigrades, et on divise le nombre de grammes par la densité de l'eau, à la température de l'essai qu'on trouve dans la table LXV, afin d'avoir son volume exact.

Exemple :

1° Volume du flacon.	}	Poids du flacon + eau (à 16° centigr.)	82 ^{rs} 8646
		— vide	28 ^{rs} 3698
		Poids de l'eau à + 16°	54 ^{rs} 4948
		Poids du même volume d'eau à 4° centigrades. (Voir Table LXIV.	
		où :	$54.4948 \times 1.000997 = 54rs5491$
		$\frac{55.4948}{0.999004} = 54rs5491$	
2° Densité du liquide.	}	Poids du flacon + liquide à + 18°	80.8646
		— vide	28.3698
		Poids du liquide	52.4948
		Poids de l'eau rapportée à 4° centigrades ..	54 ^{rs} 5476
		— du liquide	52 ^{rs} 4948
	Densité du liquide :	$\frac{52rs4948}{54rs5491} = 0.96234.$	

Si on voulait avoir la densité à + 15°, connaissant la densité à + 4°, on se reporterait à la Table LXV et multiplierait la densité trouvée à + 4° par 0.999154

$$0.96234 \times 0.999154 = 0.96152 : \text{Densité à } + 15^\circ.$$

Pycnomètre de Sprengel. — Pour obtenir des résultats de haute précision, on fait usage d'un pycnomètre proposé par M. Sprengel. Il consiste en un tube ayant la forme d'un U (fig. 62), en verre mince, et muni d'un thermomètre, dont les extrémités sont recourbées à angle droit. Le diamètre intérieur de ces deux tubes capillaires est inégal ; l'un, qui porte un trait indicateur, est le plus gros ; il a un diamètre d'environ 1/2^{mm}, l'autre n'a un diamètre que de 1/4^{mm}. Le remplissage de ce pycnomètre se fait en plongeant l'extrémité du tube étroit dans le liquide, et en aspirant par un tube à boule adapté à l'extrémité du tube

opposé. Lorsque le liquide sort par ce dernier, on enlève le tube à boule et on plonge l'instrument dans un bain maintenu à la température normale.

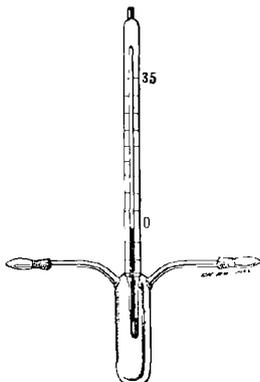


Figure 62.

On retire ensuite le pycnomètre qu'on essuie, et on observe le vide qui s'est formé dans le gros tube, le tube capillaire restant toujours plein. Si le liquide dépasse le trait indicateur, on touche avec un bout de papier à filtrer l'extrémité du tube opposé afin d'enlever une goutte ou deux de liquide. Dans le cas contraire, on touche l'extrémité du tube avec une baguette portant une goutte de liquide à essayer, que la capillarité de l'autre tube fait absorber ; le mouvement se produit à travers tout le liquide contenu dans l'appareil, de sorte qu'on parvient très facilement à régler ainsi l'arrière du liquide jusqu'au trait. On suspend alors l'appareil par le fil qui le porte au crochet de l'étrier d'une balance de précision et l'on pèse très exactement. En retranchant la tare du pycnomètre on a le poids, qu'on divise par le poids d'eau distillée préalablement déterminé, et on a la densité cherchée.

B) MÉTHODE DES ARÉOMÈTRES A POIDS CONSTANT

ET A VOLUME VARIABLE.

Les aréomètres de cette catégorie sont des flotteurs en verre creux, fermés aux deux extrémités, dont la partie supérieure est terminée par une tige graduée et la partie inférieure renflée, lestés avec du mercure ou de la grenaille de plomb, de telle façon que plongés dans l'eau distillée, l'affleurement se produit vers l'extrémité supérieure ou inférieure de la tige graduée, suivant qu'ils sont destinés à des liquides plus ou moins denses que l'eau (fig. 63).

On les divise en trois groupes :

Les aréomètres, qui portent des divisions arbitraires que l'on peut traduire en densité au moyen de Tables ou de formules renfermant une constante (module) : Ce sont les aréomètres Baumé, Cartier, etc.

Les volumètres, qui portent des graduations indiquant le volume de l'unité de poids ou *volume spécifique* des liquides dans lesquels ils sont plongés. On transforme leurs indications en densités au moyen d'une formule à module. Le type de ces instruments est le volumètre de Gay-Lussac.

Les densimètres, qui portent des graduations donnant directement la densité des liquides dans lesquels on les plonge.

Aréomètre Baumé. — Graduation ancienne. —

Pour liquides plus denses que l'eau (pèse-acides, pèse-sels, pèse-sirops), il marque 0° dans l'eau distillée à + 10°, et 10° dans une solution de sel marin à 10 % ($d = 1.07335$), à 12°5. On en tire la densité d d'après la formule :

$$d = \frac{145.88}{145.88 - n}$$

n étant le nombre de degrés lus. (V. Table LXVII.)

Pour liquides plus légers que l'eau (pèse-esprits, pèse-liqueurs), il marque 0° dans la solution de sel marin et 10° dans l'eau distillée. Il fournit la densité d'après les formules :

à + 15°

$$d = \frac{146.3}{146.3 + n}$$

à + 17°5

$$d = \frac{146.78}{146.78 + n}$$

Graduation nouvelle (1). — C'est l'appareil le plus employé dans l'industrie : pour les liquides plus denses que l'eau, il marque 0° dans l'eau distillée et 66° dans l'acide sulfurique à $d = 1.842$:

A + 15°, il donne la densité par la formule :

$$d = \frac{144.320}{144.320 - n}$$

Pour les liquides moins denses que l'eau, on a à + 15° :

$$d = \frac{144.320}{144.320 + n}$$

La Table LXVIII supprime les calculs.

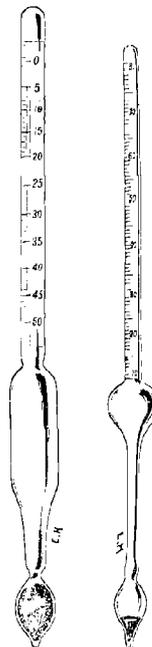


Fig. 63.

(1) Les opérations étant faites à + 15°, l'appareil pour liquides plus denses que l'eau marque 0° lorsque le densimètre marque 1000, et 66° lorsque le densimètre marque 1.842.7, le module du Baumé est dans ces conditions 144.320 ; pour les aréomètres moins lourds que l'eau, le point 10 correspond à une densité de 1.050, le point 20 à une densité de 0.935.2, le module restant 144.320 (module officiel).

Les divers constructeurs ont adopté le module précédent ou un module très voisin : ainsi Chabaud prend 144.3, Dujardin 144.4, Demichel 144.320, Baudin 144.3. Le module 144.320 correspond à une densité 1.842.7 ; une variation de 0,01 sur le module officiel 144.320, correspond, à 66°, à une différence de 0°0046 Baumé.

Table LXVII.

Table des densités à + 12°5 des liquides plus lourds que l'eau, correspondant aux degrés de l'aréomètre de Baumé (1), avec le poids du litre du liquide pesé dans l'air, sous la pression de 0^m760 et à la même température.

POIDS DU LITRE dans le vide ou densité à + 12°5.	DEGRÉS aréomé- triques.	POIDS DU LITRE dans l'air à + 12°5.	POIDS DU LITRE dans le vide ou densité à + 12°5.	DEGRÉS aréomé- triques.	POIDS DU LITRE dans l'air. à + 12°5.
0.99349	0	998.404	1.343	38	1342
1.0081	1	1005	1.355	39	1354
1.0131	2	1012	1.367	40	1366
1.0201	3	1019	1.380	41	1379
1.0271	4	1026	1.393	42	1392
1.0341	5	1033	1.406	43	1405
1.0411	6	1040	1.4195	44	1418.5
1.0486	7	1047.5	1.4335	45	1432.5
1.0561	8	1055	1.4475	46	1446.5
1.0641	9	1063	1.4615	47	1460.5
1.0716	10	1070.5	1.476	48	1475
1.0791	11	1078	1.491	49	1490
1.0871	12	1086	1.506	50	1505
1.0951	13	1094	1.5215	51	1520.5
1.1031	14	1102	1.537	52	1536
1.11164	15	1110.57	1.5535	53	1552.5
1.1201	16	1119	1.570	54	1569
1.1286	17	1127.5	1.587	55	1586
1.1371	18	1136	1.604	56	1603
1.1461	19	1145	1.621	57	1620
1.1551	20	1154	1.639	58	1638
1.164	21	1163	1.6575	59	1656.6
1.173	22	1172	1.676	60	1675
1.1825	23	1181.5	1.6949	61	1694
1.192	24	1191	1.7149	62	1714
1.2015	25	1200.5	1.7349	63	1734
1.211	26	1210	1.7554	64	1754.5
1.221	27	1220	1.7764	65	1775.5
1.231	28	1230	1.7979	66	1797
1.2415	29	1240.5	1.8199	67	1819.5
1.252	30	1251	1.8424	68	1841.5
1.263	31	1262	1.8659	69	1865
1.2735	32	1272.5	1.8899	70	1889
1.284	33	1283	1.9149	71	1914
1.296	34	1295	1.9389	72	1938
1.307	35	1306	1.9649	73	1964
1.319	36	1318	1.9909	74	1990
1.331	37	1330	2.01793	75	2017

(1) Ancienne graduation.

Table LXVIII.

TABLE DE COMPARAISON DES ALCOOMÈTRES ET ARÉOMÈTRES avec les densités correspondantes à + 15° cent. Liquides plus légers que l'eau.							TABLE DE COMPARAISON DES ARÉOMÈTRES avec les densités correspondantes à + 15° cent. Liquides plus lourds que l'eau.						
ARÉOMÈTRE BAUMÉ.	ARÉOMÈTRE CARTIER.	ALCOOMÈTRE GAY-LUSSAC. Alcool en vol.	ALCOOMÈTRE RICHTER. Alcool en poids.	ALCOOMÈTRE FRAJES. Alcool en vol.	DENSITÉS CORRESPOND.	ARÉOMÈTRE BAUMÉ.	HYDROMÈTRE TWADDELL.	DENSITÉS CORRESPOND.	ARÉOMÈTRE BAUMÉ.	HYDROMÈTRE TWADDELL.	DENSITÉS CORRESPOND.		
10	10	0	0	0	1000	0.13	0	999.12	36	67	1334		
11	11	5	4.3	4.8	993	1	0	1000	37	69	1346		
12	11.8	10	7.6	9.5	987	2	1.5	1007	38	72	1359		
13	12.8	17	12.0	16.5	979	3	3.0	1014	39	74.5	1372		
14	13.7	23	15.0	22.2	973	4	4.5	1022	40	77	1384		
15	14.6	29	18.6	28.0	967	5	6	1029	41	79.5	1398		
16	15.4	34	22.3	33.0	961	6	7	1036	42	82.5	1412		
17	16.4	39	25.8	38.0	954	7	9	1044	43	85	1426		
18	17.4	43	30.0	42.6	947	8	10.5	1052	44	88	1440		
19	18.4	47	33.3	46.5	940	9	12	1060	45	91	1454		
20	19.2	50	35.6	49.5	935	10	13.5	1067	46	94	1470		
21	20.1	53	38.5	52.5	929	11	15	1075	47	97	1485		
22	21.1	56	41.2	55.6	923	12	16.5	1083	48	100	1501		
23	22.1	59	44.3	58.9	916	13	18	1091	49	103	1516		
24	23.2	62	47.1	61.5	910	14	20	1100	50	106.5	1532		
25	23.9	64	49.0	63.2	905	15	21.5	1108	51	110	1549		
26	25.0	67	52.7	66.6	898	16	23	1116	52	113	1566		
27	25.8	69	55.0	68.6	893	17	25	1125	53	116.5	1583		
28	26.7	71	57.2	70.6	888	18	27	1134	54	120	1601		
29	27.5	73	59.5	72.7	883	19	29	1143	55	123.5	1618		
30	28.4	75	62.0	74.6	878	20	30.5	1152	56	127.5	1637		
31	29.3	77	64.3	76.5	873	21	32	1161	57	131	1656		
32	30.3	79	67.2	78.7	867	22	34	1171	58	135	1676		
33	31.3	81	69.6	80.6	862	23	36	1180	59	139	1695		
34	32.3	83	72.3	82.9	856	24	38	1190	60	143	1715		
35	32.8	84	73.8	83.9	853	25	40	1199	61	147	1736		
36	33.8	86	76.2	86.0	847	26	42	1209	62	151.5	1758		
37	35.0	88	78.7	87.9	841	27	44	1219	63	156	1779		
38	35.6	89	80.3	88.9	838	28	46	1229	64	160	1801		
39	36.9	91	83.3	91.2	831	29	48.5	1242	65	164.5	1823		
40	38.2	93	86.3	93.2	825	30	50.5	1252	66	169.5	1847		
41	38.9	94	88.0	94.3	820	31	52	1261	67	174.5	1872		
42	39.7	95	89.2	95.0	817	32	55	1275	68	179.5	1897		
43	40.3	96	91.0	96.2	813	33	57	1286	69	184	1921		
44	41.3	97	93.0	97.2	809	34	59.5	1298	70	189	1946		
45	42.3	98	95.5	98.3	804	35	62	1309					
46	43.2	99	98.3	99.4	799		64	1327					
47	44.2	100	100.0	100.0	795								

Voir aussi page 110 pour les degrés intermédiaires de Gay-Lussac, et page 283 pour les degrés intermédiaires de Baumé.

Cette table est calculée d'après l'aréomètre Baumé, construit par Dujardin-Salleron. Le premier chiffre 0.13 marque le point où s'enfonce l'appareil dans l'eau distillée à + 15°, la dernière les densités absolues correspondantes.

L'appareil étant gradué pour la température de + 15°, lorsque la lecture n'est pas faite à cette température, il faut faire une correction qui consiste, lorsque la lecture est faite à une température supérieure à + 15° à ajouter au chiffre trouvé autant de fois 0.04545 qu'il y a de degrés supplémentaires et à retrancher autant de fois ce même nombre qu'il y a de degrés au-dessous de + 15°.

Comme la table n'est construite que pour des différences de 1°, lorsqu'on aura des degrés intermédiaires il faudra faire le calcul suivant :

Supposons que l'aréomètre marque 11°2; à 11° correspond une densité de 1083 et à 12° une densité de 1091.

$$\frac{(1091 - 1083) \times 2}{10} = 1,6.$$

On ajoutera alors à 1083 le chiffre 1,6; on aura alors 1084.6 pour densité correspondant à 11°2 Baumé.

Aréomètres divers. — *Aréomètre Cartier.* — Pour liquides plus légers que l'eau.

$$d = \frac{136,8}{126,1 + n}$$

Voir aussi Table de l'Alcoométrie (p. 110-111-113 et Table LXVIII).

Aréomètre de Beck. — Il marque 0° dans l'eau et 30° dans les liquides ayant une densité de 0,850 à + 12°5. Pour liquides plus lourds que l'eau :

$$d = \frac{170}{170 - n} \text{ à } + 12^{\circ}5 \text{ cent.}$$

Pour liquides plus légers que l'eau :

$$d = \frac{170}{170 + n} \text{ à } + 12^{\circ}5 \text{ cent.}$$

Voir aussi page 112.

Aréomètre de Balling. — Pour liquides plus lourds :

$$d = \frac{200}{200 - n} \text{ à } + 17^{\circ}5.$$

Pour liquides plus légers :

$$d = \frac{200}{200 + n}$$

2° Balling = 1° Gay-Lussac.

Voir Saccharimétrie, pages 286, 287 et 288, pour tout ce qui se rapporte au Balling, ainsi que pour la correction de température.

Aréomètre de Brix. — Pour liquides plus lourds que l'eau.

$$d = \frac{400}{400 - n} \text{ à } + 15^{\circ} \text{ cent.}$$

4° Brix = 1° Gay-Lussac.

Pour liquides plus légers :

$$\frac{400}{400 + n} \text{ à } + 15^{\circ} \text{ cent.}$$

Voir Saccharimétrie, page 288, pour tout ce qui se rapporte au Brix.

Aréomètre de Twadell. — Pour liquides plus lourds que l'eau. (Voir aussi Table LXVIII.)

$$d = 1 + 0,005 n.$$

Aréomètre hollandais. — C'est l'aréomètre Baumé, dont 10° indiquent à + 12°5, la densité du liquide salin à 10 %/o, soit 1,07462.

Pour les liquides plus denses que l'eau, on a :

$$d = \frac{144}{144 - n} \text{ à } + 12^{\circ}5.$$

Pour les liquides moins denses que l'eau :

$$d = \frac{144}{144 + n} \text{ à } + 12^{\circ}5.$$

Volumètre de Gay-Lussac. — Peut servir à déterminer la densité des liquides plus légers que l'eau ou plus lourds.

Ses formules de densité sont :

$$d = \frac{100}{100 + n} \quad \text{et} \quad d = \frac{100}{100 - n}$$

Alcoomètres Legal et de Gay-Lussac (p. 76, 82, 83, 92, 110), *Tralles, Richter, Wolchmester* (v. page 112), *Tagliabue* (v. page 118), *hydromètre de Sykes* (page 116).

Pour convertir les indications de tel ou tel aréomètre en indications de tel ou tel autre, voir les Tables suivantes :

Correspondance des indications de l'alcoomètre légal en alcoomètre de Gay-Lussac et réciproquement, page 82.

Correspondance des densités avec les indications des alcoomètres Legal et de Gay-Lussac, pages 92 et 384.

Comparaison des degrés Baumé (moins lourds), Cartier et Gay-Lussac, page 110.

Conversion des degrés Baumé en Cartier, page 110.

Rapports des degrés Baumé, Cartier et Gay-Lussac, avec les densités, page 110.

Conversion des degrés centésimaux en Cartier, page 111.

Conversion des degrés Cartier en centésimaux, page 111.

Rapport du Tralles avec les densités, page 112.

Rapports entre le Tralles et les alcoomètres, page 112.

Concordance entre les degrés Tralles et Beck, page 112.

Conversion des degrés Gay-Lussac en degrés Tralles et Richter et inversement, page 113.

Rapports entre les Sykes et les degrés de l'alcoomètre, pag. 117 et 118.

Correction des degrés Balling, page 286.

Rapports entre le Tagliabue et les densités, page 119.

Comparaison entre les degrés Baumé, les densités et les degrés Balling, page 287.

Comparaison entre les degrés Balling ou de Brix, les densités et les degrés Baumé, page 288.

Densimètre. — Le densimètre marque la densité des liquides, telle qu'on l'observe quand on pèse un litre de ce liquide, c'est-à-dire la masse en grammes à + 15° d'un décimètre cube de liquide.

Le densimètre marque 1000 dans l'eau à + 4° et 0,999125 dans l'eau à + 15°, 0,998213 dans l'eau à + 20°.

Il fournit la *densité absolue* du liquide dans lequel il est plongé, quelles que soient la température et la pression atmosphérique, mais il est nécessaire d'opérer toujours à la même température, afin de pouvoir posséder des termes de comparaison entre les différents liquides dont le coefficient de dilatation peut différer de celui de l'eau ; la température adoptée est + 15° centigrades.

L'instrument porte, marquée sur sa tige, l'indication de la densité du liquide en nombres entiers, c'est-à-dire le poids du litre en grammes ; ainsi 996 veut dire densité 0,996, et le poids du litre 996 grammes ; 5,6 veut dire 1056.

Si on veut alors ramener la température à + 4°, après s'être servi de l'appareil, on consultera la table LXV.

Supposons que le liquide examiné indique une température de + 18°, pour ramener la densité à + 4°, on diviserait la densité obtenue par 0,998663. (V. aussi p. 624.)

Connaissant la densité à une température quelconque, si on veut ramener la densité à + 15°, on fera usage de la Table page 632 et suivantes, calculée par M. Dupont (*Bulletin de l'Association des chimistes*, t. I, p. 114). On cherche dans la colonne verticale à gauche, la température observée pendant l'essai et dans la colonne horizontale supérieure, la densité marquée par l'instrument au point d'intersection des deux colonnes, on lira la densité ramenée à + 15° centigrades.

1^{er} Exemple : Un liquide marquant 5°9 (c'est-à-dire 1059) à + 25° centigrades, aura comme densité à + 15°, 6,1 (c'est-à-dire 1060.1).

2^e Exemple : Un liquide marquant 6°4, c'est-à-dire 1064 à 19°4, aura comme densité à + 15° centigrades :

$$1064,75 + (1065 - 1064,75) \times \frac{4}{10} = 1064,85.$$

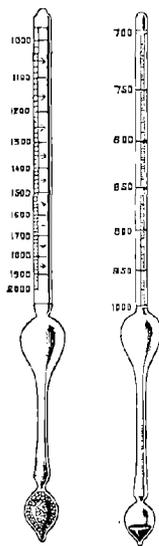


Fig. 64.

Correction des Densités suivant les Températures, d'après DUPONT.

DENSITÉS.

	5°	5°1	5°2	5°3	5°4	5°5	5°6	5°7	5°8	5°9
1	4°725	4°825	4.925	5°035	5°125	5°225	5°325	5°45	5.55	5.65
2	4.725	4.85	4.95	5.05	5.150	5.250	5.350	5.45	5.55	5.65
3	4.75	4.85	4.95	5.05	5.15	5.275	5.375	5.475	5.575	5.675
4	4.75	4.875	4.975	5.075	5.175	5.275	5.375	5.475	5.575	5.675
5	4.775	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7
6	4.8	4.9	5.0	5.1	5.225	5.325	5.425	5.525	5.625	5.725
7	4.8	4.925	5.025	5.125	5.225	5.325	5.425	5.525	5.625	5.725
8	4.825	4.95	5.05	5.15	5.25	5.35	5.45	5.550	5.65	5.75
9	4.85	4.975	5.075	5.175	5.275	5.375	5.475	5.575	5.675	5.775
10	4.875	4.975	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8
11	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.525	5.625	5.725	5.825
12	4.925	5.025	5.125	5.225	5.325	5.425	5.525	5.625	5.725	5.825
13	4.950	5.05	5.15	5.25	5.35	5.45	5.55	5.65	5.75	5.85
14	4.975	5.075	5.175	5.275	5.375	5.475	5.575	5.675	5.775	5.875
15	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9
16	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.925
17	5.025	5.125	5.225	5.325	5.425	5.525	5.625	5.725	5.825	5.925
18	5.05	5.150	5.25	5.35	5.45	5.55	5.65	5.75	5.85	5.95
19	5.075	5.15	5.275	5.35	5.475	5.575	5.675	5.775	5.875	5.975
20	5.1	5.175	5.275	5.375	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.
21	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.025
22	5.125	5.225	5.325	5.425	5.525	5.625	5.725	5.825	5.925	6.025
23	5.15	5.250	5.35	5.45	5.55	5.65	5.750	5.85	5.95	6.05
24	5.175	5.275	5.375	5.475	5.575	5.675	5.775	5.875	5.975	6.075
25	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.	6.1
26	5.225	5.325	5.425	5.525	5.625	5.725	5.825	5.925	6.025	6.125
27	5.25	5.35	5.45	5.50	5.65	5.75	5.85	5.95	5.0	6.15
28	5.275	5.375	5.475	5.575	5.675	5.775	5.875	5.975	6.075	6.175
29	5.3	5.4	5.5	5.7	5.7	5.8	5.9	6.	6.1	6.2
30	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.925	6.025	6.125	6.225

Correction des Densités suivant les Températures, d'après DUPONT.

DENSITÉS (Suite).

	6°	6°1	6°2	6°3	6°4	6°5	6°6	6°7	6°8	6°9
1	5° 725	5° 825	5° 925	6° 025	6° 125	6° 225	6° 325	6° 425	6° 525	6° 625
2	5. 75	5. 85	5. 95	6. 05	6. 15	6. 25	6. 35	6. 45	6. 55	6. 65
4	5. 75	5. 85	5. 95	6. 05	6. 15	6. 25	6. 35	6. 45	6. 55	6. 65
4	5. 775	5. 875	5. 975	6. 075	6. 175	6. 275	6. 375	6. 475	6. 575	6. 675
5	5. 8	5. 9	6	6. 1	6. 2	6. 3	6. 4	6. 5	6. 6	6. 7
6	5. 825	5. 925	6. 025	6. 125	6. 225	6. 325	6. 425	6. 525	6. 625	6. 725
7	5. 825	5. 950	6. 05	6. 15	6. 25	6. 35	6. 45	6. 55	6. 65	6. 75
8	5. 85	5. 95	6. 05	6. 15	6. 25	6. 35	6. 45	6. 55	6. 65	6. 75
9	5. 875	5. 975	6. 075	6. 175	6. 275	6. 375	6. 475	6. 575	6. 675	6. 775
10	5. 9	6	6. 1	6. 2	6. 3	6. 4	6. 5	6. 6	6. 7	6. 8
11	5. 925	6. 025	6. 125	6. 225	6. 325	6. 425	6. 525	6. 625	6. 725	6. 825
12	5. 925	6. 05	6. 15	6. 25	6. 35	6. 45	6. 55	6. 65	6. 75	6. 85
13	5. 95	6. 05	6. 15	6. 25	6. 35	6. 45	6. 55	6. 65	6. 75	6. 85
14	5. 975	6. 075	6. 175	6. 275	6. 375	6. 475	6. 575	6. 675	6. 775	6. 875
15	6	6. 1	6. 2	6. 3	6. 4	6. 5	6. 6	6. 7	6. 8	6. 9
16	6. 025	6. 125	6. 225	6. 325	6. 425	6. 525	6. 625	6. 725	6. 825	6. 925
17	6. 025	6. 15	6. 25	6. 35	6. 45	6. 55	6. 65	6. 75	6. 85	6. 95
18	6. 05	6. 15	6. 25	6. 35	6. 45	6. 55	6. 65	6. 75	6. 85	6. 95
19	6. 075	6. 175	6. 275	6. 375	6. 475	6. 575	6. 675	6. 775	6. 875	6. 975
20	6. 1	6. 2	6. 3	6. 4	6. 5	6. 6	6. 7	6. 8	6. 9	7
21	6. 125	6. 225	6. 325	6. 425	6. 525	6. 625	6. 725	6. 825	6. 925	7. 025
22	6. 15	6. 25	6. 35	6. 45	6. 55	6. 65	6. 75	6. 85	6. 95	7. 05
23	6. 175	6. 275	6. 375	6. 475	6. 575	6. 675	6. 775	6. 875	6. 975	7. 075
24	6. 2	6. 3	6. 4	6. 5	6. 6	6. 7	6. 8	6. 9	7	7. 1
25	6. 225	6. 325	6. 425	6. 525	6. 625	6. 725	6. 825	6. 925	7. 025	7. 125
26	6. 25	6. 35	6. 45	6. 55	6. 65	6. 75	6. 85	6. 95	7. 05	7. 15
27	6. 275	6. 375	6. 475	6. 575	6. 675	6. 775	6. 875	6. 975	7. 075	7. 175
28	6. 3	6. 4	6. 5	6. 6	6. 7	6. 8	6. 9	7	7. 1	7. 2
29	6. 325	6. 425	6. 525	6. 625	6. 725	6. 825	6. 925	7. 025	7. 125	7. 225
30	6. 35	6. 45	6. 55	6. 65	6. 75	6. 850	6. 95	7. 050	7. 150	7. 250

Correction des Densités suivant les Températures, d'après DUPONT.

DENSITÉS (Suite).

	7°	7°1	7°2	7°3	7°4	7°5	7°6	7°7	7°8	7°9	8°
1	6°725	6°825	6°925	7°	7°1	7°2	7°3	7.4	7.475	7°575	7.675
2	6.75	6.85	6.95	7.025	7.125	7.225	7.325	7.425	7.5	7.6	7.7
3	6.75	6.85	6.95	7.05	7.15	7.250	7.35	7.45	7.525	7.625	7.725
4	6.775	6.875	6.975	7.075	7.125	7.275	7.375	7.475	7.55	7.65	7.75
5	6.8	6.9	7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.5	7.675	7.775
6	6.825	6.925	7.025	7.125	7.225	7.325	7.425	7.525	7.6	7.7	7.8
7	6.85	6.95	7.05	7.15	7.25	7.35	7.45	7.55	7.625	7.725	7.825
8	6.85	6.95	7.05	7.175	7.275	7.375	7.475	7.575	7.65	7.75	7.85
9	6.875	6.975	7.075	7.175	7.275	7.375	7.475	7.575	7.675	7.775	7.875
10	6.9	7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9
11	6.925	7.025	7.125	7.225	7.325	7.425	7.525	7.625	7.725	7.825	7.925
12	6.95	7.05	7.15	7.250	7.35	7.45	7.55	7.65	7.75	7.85	7.95
13	6.975	7.075	7.175	7.275	7.375	7.475	7.575	7.675	7.775	7.875	7.975
14	6.975	7.075	7.175	7.275	7.375	7.475	7.575	7.675	7.775	7.9	8
15	7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8
16	7.025	7.125	7.225	7.325	7.425	7.525	7.625	7.725	7.825	7.925	8.025
17	7.05	7.15	7.250	7.35	7.45	7.55	7.65	7.75	7.85	7.95	8.05
18	7.075	7.175	7.275	7.375	7.475	7.575	7.675	7.775	7.875	7.975	8.075
19	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8	8.1
20	7.125	7.225	7.325	7.425	7.525	7.625	7.725	7.825	7.925	8.025	8.125
21	7.150	7.250	7.350	7.45	7.545	7.65	7.75	7.85	7.95	8.05	8.150
22	7.175	7.275	7.375	7.475	7.575	7.675	7.775	7.875	7.975	8.075	8.175
23	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8	8.1	8.2
24	7.225	7.325	7.425	7.525	7.625	7.725	7.825	7.925	8.025	8.125	8.225
25	7.250	7.350	7.450	7.55	7.65	7.75	7.85	7.95	8.050	8.15	8.25
26	7.275	7.375	7.475	7.575	7.675	7.775	7.875	7.975	8.075	8.175	8.275
27	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8	8.1	8.2	8.3
28	7.325	7.450	7.525	7.625	7.750	7.85	7.950	8.05	8.15	8.25	8.350
29	7.375	7.475	7.575	7.65	7.775	7.875	7.075	8.075	8.175	8.275	8.375
30	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8	8.1	8.2	8.3	8.4

MÉTHODE DES ARÉOMÈTRES A POIDS ET A VOLUME VARIABLES

Densimètre de Rousseau. — C'est un aréomètre de la forme ordinaire dont la tige est surmontée d'une petite capsule jaugée à un centimètre cube.

Cet appareil permet de prendre la densité d'un liquide en employant un très petit volume (un centimètre cube).

Pour les liquides plus lourds que l'eau, le densimètre muni de sa capsule remplie d'eau distillée jusqu'au trait qui limite un centimètre cube affleure dans l'eau distillée à la partie inférieure de la tige en un point marqué 100; on ajoute un gramme dans la capsule, l'appareil s'enfonce, ou marque 200 au point d'affleurement, l'intervalle entre les deux traits est ensuite divisé en 100 parties égales.

Pour les liquides plus légers que l'eau, l'appareil est lesté de telle façon que muni de sa capsule vide, il affleure dans l'eau distillée vers la partie inférieure de la tige, en un point qu'on marque 0: on verse dans la capsule 1^{cc} d'eau distillée, l'affleurement se fait alors vers la partie supérieure de la tige, en un point qu'on marque 100; on divise ensuite l'intervalle entre les deux traits, en 100 parties égales.

Dans les deux cas les divisions de l'échelle correspondent à 1/1000^e de centimètre cube d'eau distillée, c'est-à-dire à un centigramme.

Si on veut prendre la densité d'un liquide au moyen de cet appareil, on l'immerge dans l'eau distillée, et on verse dans la capsule 1^{cc} du liquide dont on cherche la densité.

Si l'affleurement se fait en un point n , la densité d sera :

$$d = \frac{n \times 001}{100} = \frac{n}{100}$$

Poids d'un litre ou densité de divers liquides.

Eau à 0°	0 ^g ,99987
Eau à + 4°	1 ^g ,00000
Eau à + 12 ^g ,5	0 ^g ,99949
Eau à + 15°	0 ^g ,99916
Eau à + 17°	0 ^g ,99884
Acide acétique monohydraté	à + 15°... 1 ^g ,063
Acide acétique au maximum de densité.....	id. ... 1 ^g ,073
Acide chlorhydrique pur officinal	id. ... 1 ^g ,171
Acide azotique pur officinal.....	id. ... 1 ^g ,390
Acide azotique quadrihydraté	id. ... 1 ^g ,420
Acide azotique monohydraté.....	id. ... 1 ^g ,514
Acide phosphorique officinal à 50 p. 100	id. ... 1 ^g ,349
Acide sulfurique monohydraté.....	id. ... 1 ^g ,843
Alcool absolu.....	id. ... 0 ^g ,7940
Alcool à 95°	id. ... 0 ^g ,8161
Alcool à 90°	id. ... 0 ^g ,8339
Alcool à 85°	id. ... 0 ^g ,8495
Alcool à 80°	id. ... 0 ^g ,8638
Alcool à 60°	id. ... 0 ^g ,8133

Alcool amylique (bouillant à 132°).....	à + 15° ...	0 ^h ,818
Alcool méthylique	id. ...	0 ^h ,804
Ammoniaque liquide officinale.....	id. ...	0 ^h ,925
Chloroforme.....	id. ...	1 ^h ,500
Essence de pétrole blanche	id. ...	0 ^h ,710
Ether ordinaire pur.....	id. ...	0 ^h ,720
Ether de pétrole	id. ...	0 ^h ,650
Huile d'amande	id. ...	0 ^h ,918
Huile de colza.....	id. ...	0 ^h ,914
Huile de coton	id. ...	0 ^h ,928
Huile de faine.....	id. ...	0 ^h ,921
Huile de lin.....	id. ...	0 ^h ,933
Huile d'œillette (pavot)	id. ...	0 ^h ,925
Huile d'olive.....	id. ...	0 ^h ,917
Huile de pétrole (huile minérale).....	id. ...	0 ^h ,800
Huile de pied de bœuf.....	id. ...	0 ^h ,916
Huile de sésame	id. ...	0 ^h ,922
Huile volatile de térébenthine	id. ...	0 ^h ,864
Lait de vache.....	id. ...	1 ^h ,032
Petit-lait de vache.....	id. ...	1 ^h ,029
Sulfure de carbone	id. ...	1 ^h ,271
Vinaigre d'Orléans.....		1 ^h ,028

Table LXIX.

Densité des liqueurs titrées normales les plus usuelles (KOHBRAUSH).

Solution normale de	Équivalent.	%. grammes de solution.	Densité à + 18°.	Correction de densité par degré centigr.
KOH	56.14	5.357	1.0479	0.00020
KI	166.04	14.845	1.1185	
SO ⁴ K ²	87.17	8.177	1.0660	0.00026
AzH ⁴ Cl	53.49	5.268	1.0153	0.00024
NaOH	40.06	3.844	1.0422	0.00022
NaCL	58.51	5.630	1.0392	0.00028
BaCL ²	104.0	9.550	1.0890	0.00031
Ag AzO ³	170.0	14.91	1.140	
HCL	36.45	3.587	1.0162	
AzO ³ H	63.04	6.109	1.0319	
SO ⁴ H ²	49.06	4.762	1.0302	0.00024

C) MÉTHODE DE LA BALANCE HYDROSTATIQUE.

(Balance aréothermique de Mohr.)

L'instrument de F. Mohr, connu sous le nom de balance aréothermique, permet de déterminer, jusqu'à la quatrième décimale, les poids spécifiques (densités) des corps solides, plus lourds ou plus légers que l'eau, et de tous les liquides, tels que : alcool, essences, huiles, éthers, glycérines, solutions acides ou alcalines, jus sucrés, etc., avec autant d'exactitude que par la méthode du flacon ou avec la rapidité des aréomètres. En outre, il a le grand avantage de ne nécessiter l'emploi que d'une très petite quantité de liquide, soit environ 60 centimètres cubes.

La balance de Mohr présente encore le grand avantage de ne nécessiter l'emploi d'aucune table ni d'aucune formule pour faire la correction de la température.

La figure ci-contre représente les divers éléments dont l'appareil se compose, savoir :

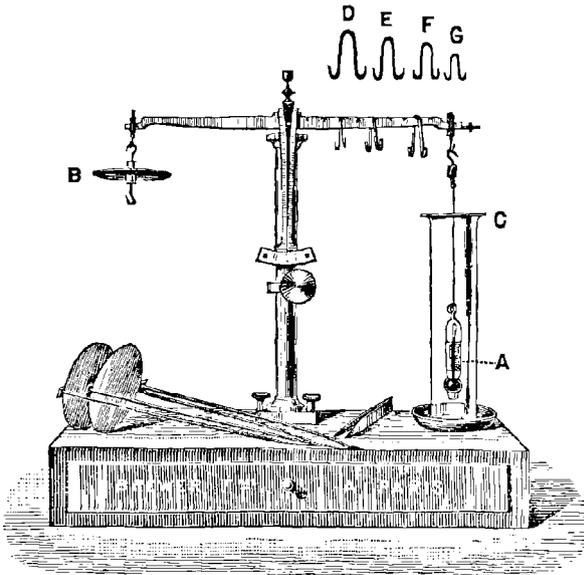


Figure 65.

1° Un fléau à bras égaux dont l'un, celui de droite, est divisé en dix parties égales entaillées dans le métal, afin de recevoir les poids cavaliers D, E, F, G. Ce fléau peut être élevé ou abaissé au moyen d'un système à crémaillère, le long d'une colonne fixée sur la boîte à tiroir en acajou, servant à l'emballage de la balance.

2° Un flotteur en verre A, suspendu à un fil de platine et contenant un thermomètre soudé à l'intérieur.

3° Un petit plateau en laiton B, avec deux crochets servant de tare au flotteur thermométrique, pesé dans l'air ambiant et utilisé aussi pour prendre les densités des solides.

4° Une petite éprouvette à pied en verre C de 60 centimètres cubes environ.

5° Une série en double de poids cavaliers D, E, F, G destinés à être placés dans les entailles du fléau.

Le cavalier D est égal au poids de l'eau distillée à la température de 15° centigrades déplacée par le flotteur.

$$» \quad E = \frac{1}{10} \text{ de D.}$$

$$» \quad F = \frac{1}{10} \text{ de E ou } \frac{1}{100} \text{ de D.}$$

$$» \quad G = \frac{1}{10} \text{ de F ou } \frac{1}{100} \text{ de E ou } \frac{1}{1000} \text{ de D.}$$

6° Une paire de plateaux avec fils de laiton pour transformer l'appareil en balance ordinaire.

7° Accessoires divers : plateau en corne pour mettre sous l'éprouvette en verre, pince à poids, etc.

Vérification de la balance. — La balance étant montée comme dans la figure 65, le flotteur thermométrique A, suspendu à droite, et à gauche sa tare B (le petit plateau à deux crochets), l'équilibre doit être parfait. Mais si l'on plonge le flotteur dans de l'eau distillée à 15° centig., en faisant usage de la petite éprouvette en verre C, l'équilibre est de suite rompu. Pour le rétablir il suffit d'accrocher l'un des poids cavaliers D au crochet placé à l'extrémité droite du fléau et qui soutient le flotteur; donc, le cavalier D est égal au poids de l'eau déplacée par le flotteur.

Détermination de la densité d'un liquide plus léger que l'eau. — On verse le liquide à peser dans l'éprouvette C, on y plonge *entièrement* le flotteur, puis on place le grand cavalier D dans l'une des entailles du bras droit du fléau subdivisé, afin de rétablir l'équilibre. Mais si cet équilibre n'est possible qu'entre deux des entailles marquées 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (admettons que ce soit entre 8 et 9), on place ce grand cavalier D à un chiffre voisin plus bas (soit 8) et l'on cherche à rétablir l'équilibre au moyen du cavalier E (soit entre 5 et 6, donc 5). Dans ce cas, le cavalier D donne la première décimale 8 et le cavalier E la seconde 5 (soit 0,05).

Si l'équilibre n'est pas encore rétabli, on essaye avec le cavalier F qui se place entre 4 et 5 (soit 4, la troisième décimale); et enfin le cavalier G rétablit l'équilibre en se plaçant entre 3 et 4 (soit 3, la quatrième décimale). On a alors la densité 0,8543.

S'il arrive que deux cavaliers se placent dans la même entaille on accroche le plus petit à l'un des crochets inférieurs du plus grand. Exemple : le cavalier D a été placé au n° 7, E et F au n° 6 et G au n° 2, on aura la densité 0,7662.

Détermination de la densité d'un liquide plus lourd que l'eau. — Dans ce cas, on suspend l'un des grands cavaliers D au crochet placé à l'extrémité droite du fléau, lequel soutient le flotteur. Pour les décimales on procède comme précédemment. Exemple : le premier cavalier D représente le poids de l'eau distillée déplacée par le flotteur, soit l'unité 1; le second cavalier D ayant été placé au n° 3 donne la première densité décimale (soit 1, 3), E placé au n° 5, F au n° 6 et G au n° 8 on aura la densité 1,3568.

Densité d'un corps solide. — On suspend au crochet du bras droit du fléau le petit plateau à deux crochets B et au bras gauche un des plateaux à fils de laiton. L'appareil se trouve alors transformé en balance hydrostatique.

On fixe le corps solide, à l'aide d'un fil métallique, au crochet inférieur du petit plateau B, on le pèse dans l'air, en ayant soin de mettre un fil de même poids sur le plateau de gauche, on aura le poids de P, puis on plonge le corps dans l'eau distillée contenue dans l'éprouvette C. Les poids qu'il faudra mettre sur le petit plateau B pour rétablir l'équilibre représenteront le poids du volume d'eau distillée déplacé par le corps, soit le poids P'. On en déduira la densité par la formule $D = \frac{P}{P'}$.

Flotteurs thermométriques. — Ces flotteurs sont identiques pour toutes les balances et concordent avec les poids existants; leurs poids est de 10 grammes, y compris le fil de platine et la petite masse de laiton à crochet.

L'eau distillée à 15° centigrades déplacée par ce flotteur pèse 5 grammes, et, comme le cavalier D représente ce poids, on a :

- Cavalier D = 5 grammes.
- E = 1/10 de D = 0,5
- F = 1/10 de E = 0,05
- G = 1/10 de F = 0,005

La vérification du flotteur est donc très facile, soit avec les cavaliers, soit avec les poids ordinaires.

Balance de Westphal. — La balance de Westphal est basée sur le même principe que la précédente, mais elle fonctionne à la façon d'une balance romaine dont le grand bras peut être surchargé de poids convenables (cavaliers) et supporte un thermomètre servant de plongeur.

La figure 66 représente le modèle de M. Gallois, très pratique dans les laboratoires.

Le bras libre du fléau est divisé en dix parties égales par des crans numérotés destinés à recevoir les cavaliers servant de poids. A la dixième division se trouve un couteau à arête supérieure supportant un crochet auquel, par un fil de platine fermé en S, est suspendu le plongeur à thermomètre.

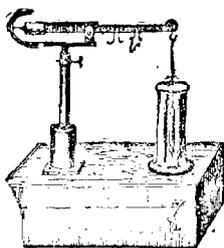


Figure 66.

Les poids, ou cavaliers, sont au nombre de cinq : les trois premiers, 1, 2, 3, sont égaux, quoique de forme différente ; le poids 4 est égal à $1/10^{\circ}$, et le poids 5 à $1/100$ des trois premiers. D'après le perfectionnement du constructeur, ces poids, tous munis de crochets permettant de les suspendre les uns aux autres, ont, en outre, leurs extrémités creuses, ce qui facilite le réglage de l'appareil en cas de bri du thermomètre. Le poids 1, suspendu au crochet du fléau, s'emploie pour les liquides plus denses que l'eau, et représente l'unité ; le poids 2 est parfois nécessaire pour le réglage de l'appareil ; le poids 3 représente les dixièmes ; le poids 4, les centièmes ; le poids 5, les millièmes. Les chiffres de ces unités successives sont donnés par les crans auxquels on a été amené à accrocher ces poids pour obtenir l'équilibre du fléau, quand le plongeur est immergé dans le liquide dont on recherche la densité.

Pour les liquides plus légers que l'eau, on plonge complètement le flotteur dans le liquide à essayer contenu dans une éprouvette, puis on place dans l'une des encoches un cavalier dont le poids est égal au poids de l'eau distillée à $+15^{\circ}$ déplacée par le flotteur, afin de chercher à rétablir l'équilibre, ce qui n'est généralement pas possible, on le place à un chiffre plus bas, 7, par exemple ; on cherche ensuite à rétablir l'équilibre avec un cavalier dont le poids est égal à $1/10^{\circ}$ du premier, soit 5 la division la plus voisine ; puis un cavalier de poids égal au $1/100^{\circ}$ du premier, soit 3 ; on obtient finalement la densité 0,753.

Si deux cavaliers se placent sur la même encoche, on accroche le plus petit à l'un des crochets du plus grand.

Voici des exemples numériques :

α) Le cavalier 1 est placé à l'encoche 7, le cavalier 4 est sur l'encoche 4 et le cavalier 5 est suspendu au crochet du cavalier 1 ; la densité est 0,747.

β) Le cavalier 3 est sur l'encoche 8, le cavalier 5 sur l'encoche 3; la densité est 0,803.

γ) Le cavalier 3 est sur l'encoche 9, le cavalier 4 sur l'encoche 1, la densité est 0,910.

Pour les liquides plus lourds que l'eau, on suspend le grand cavalier 1 de poids égal à l'eau déplacée par le flotteur, au crochet placé à l'extrémité du fléau, et on procède comme précédemment.

Voici des exemples numériques :

α) Le cavalier 3 est sur l'encoche 6, le cavalier 4 est suspendu au cavalier 3; le cavalier 5 est sur l'encoche 9; la densité est 1.669.

β) Le cavalier 3 est sur l'encoche 8, le cavalier 4 sur l'encoche 4, le cavalier 5 sur l'encoche 6, la densité est 1,846.

OBSERVATIONS CONCERNANT LES DENSITÉS PRISES A LA BALANCE
ARÉOTHERMIQUE (1).

L'accord n'est pas toujours satisfaisant entre les indications fournies par les aréomètres et la balance de Mohr. Ceci tient beaucoup à ce que les nombres fournis par celle-ci sont exprimés en unités différentes de ceux fournis par les aréomètres. D'après le mode opératoire de chacun d'eux, il est en effet facile de comprendre que les aréomètres donnent le poids spécifique des corps soumis à l'expérience, rapporté à l'eau à + 4° centigrades, tandis que la balance de Mohr donne leur densité rapportée à l'eau à + 15°.

Soit donc G le poids spécifique donné par un aréomètre; la densité D du même corps fournie par la balance de Mohr, devra être fournie par la formule suivante :

$$D = 1,002069 G - 0,001228.$$

Les différences de valeurs de D et de G sont appréciables, puisque pour l'eau, en particulier, elle est presque égale à une unité de troisième ordre.

(1) Extrait des comptes-rendus du IV^e Congrès de Chimie appliquée. Communication de M. A. Demichel.

Table LXX.

Densités à + 15° des solutions d'acide acétique donnant leur richesse en acide acétique cristallisable (OUDEMANS).

DENSITÉS.	C ² H ⁴ O ² %.	DENSITÉS.	C ² H ⁴ O ² %.	DENSITÉS.	C ² H ⁴ O ² %.
1.0007	1	1.0470	35	1.0729	69
1.0022	2	1.0481	36	1.0733	70
1.0037	3	1.0492	37	1.0737	71
1.0052	4	1.0502	38	1.0740	72
1.0067	5	1.0513	39	1.0742	73
1.0083	6	1.0523	40	1.0744	74
1.0098	7	1.0533	41	1.0746	75
1.0113	8	1.0543	42	1.0747	76
1.0127	9	1.0552	43	1.0748	77
1.0142	10	1.0562	44	<i>idem</i>	78
1.0157	11	1.0571	45	<i>idem</i>	79
1.0171	12	1.0580	46	<i>idem</i>	80
1.0185	13	1.0589	47	1.0747	81
1.0201	14	1.0598	48	1.0746	82
1.0214	15	1.0607	49	1.0744	83
1.0228	16	1.0615	50	1.0742	84
1.0242	17	1.0623	51	1.0739	85
1.0255	18	1.0631	52	1.0736	86
1.0270	19	1.0638	53	1.0731	87
1.0284	20	1.0646	54	1.0726	88
1.0298	21	1.0653	55	1.0720	89
1.0311	22	1.0660	56	1.0713	90
1.0324	23	1.0666	57	1.0705	91
1.0337	24	1.0673	58	1.0695	92
1.0350	25	1.0679	59	1.0686	93
1.0363	26	1.0685	60	1.0674	94
1.0375	27	1.0691	61	1.0660	95
1.0388	28	1.0697	62	1.0644	96
1.0400	29	1.0702	63	1.0625	97
1.0412	30	1.0707	64	1.0604	98
1.0424	31	1.0712	65	1.0580	99
1.0436	32	1.0717	66	1.0553	100
1.0447	33	1.0721	67		
1.0459	34	1.0725	68		

Nota. — Toutes les densités supérieures à 1,0553 correspondent à deux solutions de richesse très différente (65 et 90 p. 100 par exemple). Pour savoir si l'on a affaire à un mélange plus riche que celui qui correspond à la densité maxima (78 p. 100), il suffit d'ajouter un peu d'eau : la densité doit alors s'élever. C'est le contraire qui arrive si la quantité d'acide réel est inférieure à 78 p. 100.

Table LXXI.

*Densités à + 15° des solutions d'acide sulfurique,
donnant leur richesse en acide et en anhydride sulfurique*

(BINEAU. — Calcul par OTTO.)

Densités.	SO ⁴ H ² %.	SO ³ %.	Densités.	SO ⁴ H ² %.	SO ³ %.
1.8426	100	81.63	1.501	60	48.98
1.842	99	80.81	1.490	59	48.16
1.8406	98	80.00	1.480	58	47.34
1.840	97	79.18	1.469	57	46.53
1.8384	96	78.36	1.4586	56	45.71
1.8376	95	77.55	1.448	55	44.89
1.8366	94	76.73	1.438	54	44.07
1.834	93	75.91	1.428	53	43.26
1.831	92	75.10	1.418	52	42.45
1.827	91	74.28	1.408	51	41.63
1.822	90	73.47	1.398	50	40.81
1.816	89	72.65	1.3886	49	40.00
1.809	88	71.83	1.379	48	39.18
1.802	87	71.02	1.370	47	38.36
1.794	86	70.10	1.361	46	37.55
1.786	85	69.38	1.351	45	36.73
1.777	84	68.57	1.342	44	35.92
1.767	83	67.75	1.333	43	35.10
1.756	82	66.94	1.324	42	34.28
1.745	81	66.12	1.315	41	33.47
1.734	80	65.30	1.306	40	32.65
1.722	79	64.48	1.2976	39	31.83
1.710	78	63.67	1.289	38	31.02
1.698	77	62.85	1.281	37	30.20
1.686	76	62.04	1.272	36	29.38
1.675	75	61.22	1.264	35	28.57
1.663	74	60.40	1.256	34	27.75
1.651	73	59.59	1.2476	33	26.94
1.639	72	58.77	1.239	32	26.12
1.627	71	57.95	1.231	31	25.30
1.615	70	57.14	1.223	30	24.49
1.604	69	56.32	1.215	29	23.67
1.592	68	55.59	1.2066	28	22.85
1.580	67	54.69	1.198	27	22.03
1.568	66	53.87	1.190	26	21.22
1.557	65	53.05	1.182	25	20.40
1.545	64	52.24	1.174	24	19.58
1.534	63	51.42	1.167	23	18.77
1.523	62	50.61	1.159	22	17.95
1.512	61	49.79	1.1516	21	17.14

Table LXXII.

Préparation d'un acide sulfurique de densité donnée d.

(Par mélange de 100 parties d'eau à 16°-20° avec *n* partie d'acide à 66° Baumé (*d* = 1,85).

<i>n</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	<i>d</i>
2	1.009	85	1.357	250	1.630	430	1.743
4	1.015	90	1.372	260	1.640	440	1.746
5	1.035	95	1.386	270	1.648	450	1.750
10	1.060	100	1.398	280	1.654	460	1.754
15	1.090	110	1.420	290	1.667	470	1.757
20	1.113	120	1.438	300	1.678	480	1.760
25	1.140	130	1.456	310	1.689	490	1.763
30	1.165	140	1.473	320	1.700	500	1.766
35	1.187	150	1.490	330	1.705	510	1.768
40	1.210	160	1.510	340	1.710	520	1.770
45	1.229	170	1.530	350	1.714	530	1.772
50	1.248	180	1.543	360	1.719	540	1.774
55	1.265	190	1.556	370	1.723	550	1.776
60	1.280	200	1.568	380	1.727	560	1.777
65	1.297	210	1.580	390	1.730	570	1.778
70	1.312	220	1.593	400	1.733	580	1.779
75	1.326	230	1.606	410	1.737	590	1.780
80	1.340	240	1.620	420	1.740	600	1.782

Table LXXIII.

Densités à + 15° de solutions d'acide azotique donnant leur richesse en acide (AzHO³) ou en anhydride azotique (Az²O⁵) %.

Densités à + 15°.	Degrés de l'aréomètre Baumé.	Composition.	Eau %.	Acide réel % (AzHO ³).	Anhydride azotique % (Az ² O ⁵).	Point d'ébullition.
1.522	49.3	Az HO ³	)	100.00	85.8	86°
1.486	56.5	+ 1/2 H ² O	11.25	88.75	75.1	99
1.452	45	H ² O	22.22	77.78	66.7	115
1.420	42.6	3/2 H ² O	30.00	70.00	60.1	123
1.390	40.40	2 H ² O	36.36	63.64	54.5	119
1.364	38.20	5/2 H ² O	44.67	55.33	50.1	117
1.338	36.5	3 H ² O	46.16	53.84	46.2	
1.315	34.5	7/2 H ² O	50.00	50.00	42.9	113
1.297	33.2	4 H ² O	53.33	46.67	40.1	
1.277	31.4	9/2 H ² O	56.25	43.75	37.6	
1.260	29.7	5 H ² O	58.82	41.18	35.4	
1.245	28.4	11/2 H ² O	61.11	38.89	33.4	
1.232	27.2	6 H ² O	63.16	36.84	31.6	
1.219	25.8	13/2 H ² O	65.00	35.00	30.1	
1.207	24.7	7 H ² O	66.67	33.33	28.6	108
1.197	23.8	15/2 H ² O	68.18	31.82	27.3	
1.188	22.9	8 H ² O	69.56	30.44	26.1	
1.180	22.0	17/2 H ² O	70.83	29.17	25.0	
1.173	21.0	9 H ² O	72.00	28.00	24.0	
1.166	20.4	19/2 H ² O	73.08	26.92	23.1	
1.160	19.9	10 H ² O	74.07	25.93	22.2	
1.155	19.3	21/2 H ² O	75.00	25.00	21.4	envir. 104°

Table LXXIV.

Densités à + 15° des solutions d'acide chlorhydrique donnant leur richesse en gaz chlorhydrique (URE).

Densités.	Degrés à l'aréomètre Baume.	HCl %.	Densités.	Degrés à l'aréomètre Baumé.	HCl %.
1.2000	24-5	40.777	1.1578	20-19	31.805
1.1982	24	40.369	1.1557		31.398
1.1964	24-23	39.961	1.1536		30.990
1.1946		39.554	1.1515		30.582
1.1928		39.146	1.1494	30.174	
1.1910	23-22	38.738	1.1473	19-18	29.767
1.1893		38.330	1.1452		29.359
1.1875		37.923	1.1431		28.951
1.1859	23-22	37.516	1.1410	18-17	28.544
1.1846		37.108	1.1389		28.136
1.1822		36.700	1.1369		27.728
1.1802		36.292	1.1349		27.321
1.1782	22-21	35.884	1.1328	17-16	26.913
1.1762		35.476	1.1308		26.505
1.1741		35.068	1.1287		26.098
1.1721		34.660	1.1267		25.690
1.1701	21-20	34.252	1.1247	16-15	25.282
1.1681		33.845	1.1226		24.874
1.1661		33.437	1.1206		24.466
1.1641		33.029	1.1185		24.058
1.1620	20	32.621	1.1164		23.650
1.1599		32.213	1.1143		23.242
			1.1123		22.834

Table LXXV.

Donnant la teneur en ammoniac d'une solution de densité connue.

Densité à + 15°.	AzH ³ %.	Un litre contient AzH ³ en grammes.
1.000	»	»
0.990	2.31	22.9
0.980	4.80	47.0
0.970	7.31	70.9
0.960	9.91	95.1
0.950	12.74	121.0
0.940	15.63	146.9
0.930	18.64	175.4
0.920	21.75	200.1
0.910	24.99	227.4
0.900	28.33	255.0
0.890	31.75	282.6

Table LXXVI. — Densités des Solutions salines de diverses concentrations (15° C.).

%	KOH	KCl	KBr	KI	K ₂ O ₃	K ₂ SO ₄	K ₂ CO ₃	AzH ₃	AzH ₃ Cl	NaOH	NaCl	NaAzO ₂	Acétate de soude	Na ₂ SO ₄	BaCl ₂	SrCl ₂	CaCl ₂	MgCl ₂	MgSO ₄	ZnSO ₄	CuSO ₄	AgAzO ₂	Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	HCl	H ₂ SO ₄	H ₂ PO ₄	Sucre		
0	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	
5	1.045	1.0316	1.034	1.037	1.040	1.045	0.978	1.0449	1.056	1.0354	1.032	1.026	1.045	1.045	1.044	1.044	1.042	1.041	1.0307	1.032	1.030	1.043	1.037	1.0242	1.029	1.034	1.027	1.0188	
10	1.092	1.0619	1.071	1.077	1.083	1.092	0.958	1.0299	1.111	1.0724	1.067	1.062	1.092	1.091	1.092	1.086	1.086	1.085	1.085	1.1044	1.108	1.103	1.090	1.076	1.0490	1.058	1.0687	1.065	1.0394
15	1.141	1.0944	1.112	1.119	1.099	1.144	0.944	1.0443	1.166	1.1105	1.103	1.078	1.143	1.143	1.148	1.143	1.133	1.133	1.130	1.1612	1.168	1.161	1.144	1.119	1.0744	1.089	1.1048	1.094	1.0696
20	1.191	1.1361	1.115	1.123	1.125	1.192	0.924	1.0534	1.222	1.1304	1.141	1.105	1.205	1.198	1.205	1.198	1.181	1.177	1.177	1.2211	1.236	1.225	1.197	1.164	1.1001	1.121	1.1430	1.145	1.0826
25	1.242	1.172	1.203	1.217	1.217	1.245	0.910	1.0721	1.277	1.1913	1.181	1.133	1.269	1.237	1.269	1.237	1.232	1.225	1.225	1.2837	1.307	1.287	1.257	1.213	1.1262	1.151	1.1816	1.177	1.1054
30	1.295	1.215	1.233	1.250	1.250	1.300	0.897	1.100	1.333	1.223	1.161	1.161	1.321	1.286	1.321	1.286	1.278	1.278	1.333	1.382	1.382	1.323	1.286	1.266	1.1324	1.187	1.223	1.181	1.1290
35	1.349	1.269	1.287	1.306	1.306	1.358	0.885	1.135	1.387	1.387	1.314	1.314	1.343	1.333	1.343	1.333	1.333	1.333	1.333	1.433	1.433	1.390	1.333	1.324	1.1475	1.220	1.264	1.216	1.1455
40	1.405	1.314	1.333	1.353	1.353	1.417	0.870	1.170	1.442	1.442	1.314	1.314	1.343	1.333	1.343	1.333	1.333	1.333	1.333	1.479	1.479	1.430	1.372	1.358	1.2007	1.253	1.307	1.253	1.1789
45	1.466	1.361	1.381	1.403	1.403	1.479	0.855	1.210	1.496	1.496	1.365	1.365	1.395	1.385	1.395	1.385	1.385	1.385	1.385	1.521	1.521	1.479	1.421	1.407	1.257	1.332	1.392	1.341	1.2041
50	1.528	1.419	1.440	1.463	1.463	1.543	0.843	1.250	1.548	1.548	1.417	1.417	1.447	1.437	1.447	1.437	1.437	1.437	1.437	1.607	1.607	1.572	1.514	1.497	1.287	1.389	1.453	1.402	1.2322

Table LXXVII. — *Densités de quelques solutions salines saturées à + 15° C.*

Acétate de plomb	1.236	Azotate de baryum	1.064
Borax	1.0119	Azotate de potasse	1.134
Carbonate de soude	1.167	Azotate de plomb	1.390
Chlorure d'ammonium	1.075	Phosphate de soude	1.046
Chlorure de baryum	1.282	Alun	1.048
Chlorure de d'étain	1.827	Sulfate d'ammonium	1.248
Chlorure de potassium	1.181	— de cuivre	1.285
Chlorure de sodium	1.207	— de magnésie	1.275
Chromate de potassium	1.303	— de potasse	1.077
Bichromat. de potassium	1.061	— de soude	1.108
Gyano-ferrure de potassium	1.444	— de zinc	1.144
		Sucre candi	1.345

DILUTION AU DEGRÉ VOULU DES SOLUTIONS DE CONCENTRATION CONNUE D'APRÈS LA DENSITÉ (1).

Voici les formules qui permettent de diluer au degré voulu des solutions de concentration donnée, connaissant la densité, ou la richesse en sel, et en supposant que la dilution de ces solutions s'accomplisse sans contraction ni augmentation de volume :

Soit a la teneur en sel % du liquide concentré.
 — b — — — — — cherché.

Le quotient $\frac{a}{b}$ est égal à la somme des volumes du liquide concentré (1 volume) et de l'eau à ajouter.

Ainsi, soit un acide nitrique à 45° Baumé à ramener à 22°.

L'acide à 45° Baumé (Table LXXIII) renferme 77.8% d'acide réel (2).
 — à 22° — — — — — 29.2 —

(1) *Agenda du Chimiste*, 1897.

(2) On peut opérer aussi de la façon suivante :
 Soit 3 kilogrammes d'acide nitrique à 40° B., qu'on se propose d'amener à 22°.
 On prend la différence des deux degrés :
 $40 - 22 = 18$
 on la multiplie par le poids de l'acide :
 $18 \times 3 = 54$
 et on divise le produit par la moitié du degré de l'acide concentré :
 $\frac{54}{20} = 2.700$
 d'eau à ajouter.
 (La contraction qui en résulte est négligeable).

Le rapport $\frac{77.8}{29.2} = 2.67$; il faut donc à 1 volume d'acide à 45° ajouter 1.67 volume d'eau pour la ramener à 22°.

On peut aussi résoudre le problème inverse : combien d'eau a-t-on ajouté à un produit de densité D pour obtenir 100 parties de mélange de densité d ? La quantité d'eau %, dans le produit = $\frac{100 \left(\frac{D}{d} - 1 \right)}{D - 1}$.

En général, soit D la densité d'une solution de volume V : on veut l'amener à la densité d' en ajoutant un volume v de solution de densité d :

$$d' = \frac{VD + vd}{V + v} \qquad v = \frac{V(D - d')}{d' - d}$$

Une solution à 15 % de sel en renferme	17.3 ^{er}	pour 100 ^{es} d'eau.
— 20	25	—
— 25	23.3	—
— 30	43	—
— 35	54	—
— 40	67	—
— 45	82	—
— 50	100	—
— 55	122	—
— 60	150	—
— 70	225	—

Mélanges réfrigérants.

Mélange de neige et de sel à 0°.

	Proportion	Temp. obtenue.
Neige.....	1	— 18°
Sel marin.....	1	
Neige.....	2	51
Chlorure de calcium cristallisé, pulvérisé..	3	
Neige refroidie à — 18°.....	1	53
Chlorure de calcium cristallisé, pulvérisé, à — 18°.....	2	
Acide sulfurique avec 1/2 v. d'eau, refroidi à 0°.....	1	33
Neige.....	2	

Mélanges réfrigérants de liquides et de sels pris à 10°.

	Proportion.	Temp. obtenue.
Eau.....	1	— 16°
Azotate d'ammonium pulvérisé.....	1	
Sel ammoniac pulvérisé.....	5	— 12
Azotate de potassium pulvérisé.....	5	
Eau.....	16	— 18
Acide chlorhydrique.....	5	
Sulfate de sodium pulvérisé.....	8	

Table LXXVIII. -- Points d'ébullition de solutions salines (LEGRAND).

Température d'ébullition.	Chlorure de calcium.	Acétate de potasse.	Nitrate d'ammoniaque.	Nitrate de chaux.	Carbonate de potasse.	Acétate de soude.	Nitrate de soude.	Chlorure de strontium.	Nitrate de potasse.	Chlorhydrate d'ammoniaque.	Tartrate de potasse neutre.	Chlorate de potasse.	Chlorure de sodium.	Chlorure de soude.	Phosphate de soude.	Chlorure de baryum.	Carbonate de soude.
101	10.0	40.5	40.0	15.0	43.0	9.9	9.3	16.7	42.2	7.8	26.9	14.64	7.7	9.0	21.0	49.6	14.4
102	46.5	20.0	20.5	23.5	22.5	17.6	18.7	25.2	26.4	43.9	47.2	29.28	43.4	7.1	40.8	32.5	26.7
103	21.6	28.6	31.3	36.4	31.0	24.1	28.2	32.1	42.2	49.7	63.0	43.92	48.3	24.5	39.4	44.5	36.4
104	25.8	36.4	42.4	42.6	38.8	30.5	31.9	37.9	59.6	25.2	82.3	58.46	23.1	31.4	76.4	56.0	44.7
105	29.4	43.4	53.3	50.4	46.1	36.7	47.7	43.4	78.3	30.6	100.4		27.7	37.8	91.5		
106	32.6	49.8	65.4	57.8	53.4	42.9	57.6	48.4	119.2	35.7	118.6	104.2	31.8	44.2	105.0	104.4	104.4
107	35.6	55.8	77.3	64.9	59.6	49.3	67.7	54.0	149.0	41.3	137.3	61.5	35.8	50.5	106.6	60.1	48.5
108	38.5	61.6	89.4	71.8	65.9	55.8	77.9	59.0	140.6	47.3	156.5		39.7	56.9	111.6		
109	41.3	67.4	101.9	78.6	71.9	62.4	88.3	63.9	163.0	53.5	176.1						
110	44.0	73.3	114.9	85.8	77.6	69.2	98.9	68.9	185.9	59.9	196.2						
112	89.7	85.3	142.4	98.4	88.2	83.4	120.7	79.6	233.0	73.3	237.9						
114	55.6	97.6	172.0	111.2	98.0	98.8	142.4	91.2	283.8	88.1	281.6						
116	61.6	110.3	204.4	123.8	107.5	115.8	165.2	104.0		115.9	114.7						
118	67.6	123.4	238.8	136.1	117.1	134.9	188.6			114.2	114.7						
120	73.6	136.9	275.3	148.4	127.0	156.1	212.6			88.9	276.2						
124	86.2	165.1	394.0	172.2	147.1	204.5		117.8	335.1								
128	92.4	196.4	440.2	197.0	167.7		121	117.3									
132	110.9	230.6	537.3	232.2	188.8	124.4	224.8										
136	123.5	267.5	645.0	243.4													
140	136.3	308.3	770.0	274.7	133												
144	149.4	354.9	915.5	302.6	205.0												
148	163.2	407.9	1081.5	333.2													
152	178.4	467.6	1273 »														
156	194.3	534.1	1504 »	151													
160	212.1	607.4	1775 »	362.2													
164	231.5	687.6	2084 »														
168	252.8	775.0															
172	276.4																
176	301.4	169.0															
178	325.0	798.2															

Nora. — Les chiffres contenus dans ces diverses colonnes indiquent les grammes de sel dissous dans 100 grammes d'eau. Dans les bas des colonnes sont indiquées la teneur en sel et le point d'ébullition de solutions saturées.

Colorimètre de Duboscq. — Cet appareil est représenté fig. 67. Il comprend deux vases cylindriques CC, dont les fonds sont des glaces bien planes, et destinés à recevoir la solution type et la solution à analyser. Dans ces récipients peuvent se mouvoir, au moyen de deux crémaillères, deux cylindres en verre plein et à faces planes TT', qui permettent de faire varier les épaisseurs de liquide traversées par les rayons lumineux réfléchis par le miroir M, suivant CP et C'P'. La distance qui existe dans chaque vase, entre le fond du vase et la base du cylindre plein en verre, c'est-à-dire l'épaisseur traversée par la lumière, est donnée par une graduation en millimètres gravée sur la face postérieure de l'appareil et devant laquelle se déplace, en même temps que les cylindres mobiles, un index muni d'un vernier au $1/10^e$. Les rayons transmis à travers chacune des cuves, tombent sur les parallélogrammes PP' qui, par deux réflexions totales les renvoient dans la lunette A, au-dessus de laquelle se place l'œil de l'observateur.

Le système optique est disposé de telle sorte que les images des deux faisceaux soient deux demi-circonférences, séparées par une ligne diamétrale obscure.

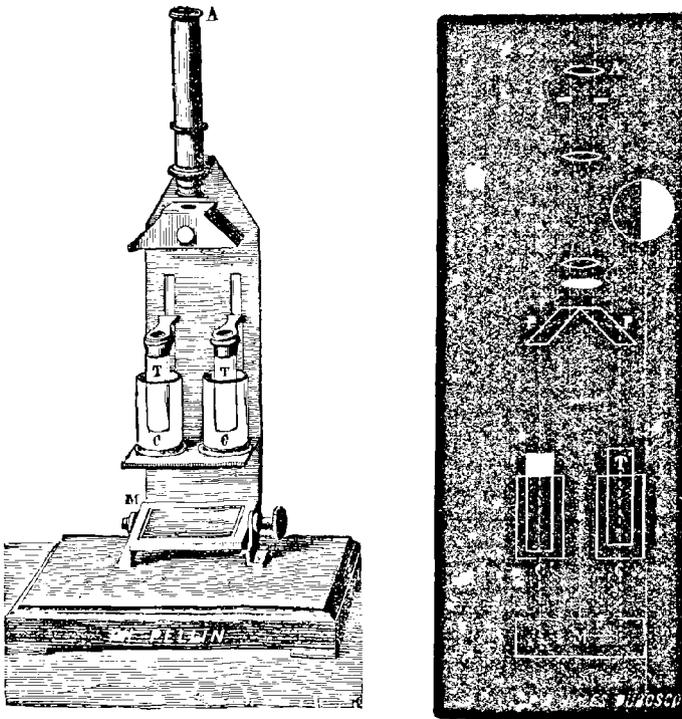


Figure 67.

Quand on veut faire une comparaison colorimétrique avec cet appareil, on commence par régler le miroir en regardant à travers la lunette, on oriente l'appareil devant une fenêtre, et on fait tourner le miroir de manière que les deux moitiés du champ circulaire qu'on voit paraissent d'égal intensité. Il est bien entendu que pour cette première opération, les godets doivent être vides, parfaitement nettoyés et au bas de leur course. On verse ensuite les solutions dans les godets à l'aide d'une pipette.

On soulève alors le plongeur du côté de la solution titrée, de manière à donner à cette solution une épaisseur déterminée entre le fond du godet et la base du plongeur. On voit s'assombrir la moitié du champ visuel qui correspond à la liqueur titrée, tandis que l'autre moitié demeure lumineuse et incolore. Si l'on déplace à son tour le second plongeur, on peut ramener facilement les deux moitiés du champ à la même intensité. Il ne reste plus qu'à lire sur les échelles les hauteurs des deux couches liquides douées d'un égal pouvoir d'absorption, pour en déduire la proportion de matière colorante contenue dans le liquide soumis à l'essai.

Si la solution titrée est trop foncée par rapport à l'autre, l'égalisation lumineuse du champ peut devenir impossible attendu qu'on ne peut pas augmenter l'épaisseur de la couche à comparer au-delà de ce que permet la course du plongeur. Il faut alors amincir la couche de liqueur titrée, en baissant le plongeur jusqu'à ce qu'on obtienne un éclaircissement uniforme.

Pour une même teinte des deux demi-disques, les colorations propres des deux solutions sont en raison inverse des hauteurs qu'on a dû donner aux colonnes liquides de ces dissolutions.

Supposons que les chiffres lus sur l'échelle, soient :

Pour la liqueur titrée	45
Pour la liqueur à essayer.....	15
Coloration de la liqueur à essayer	hauteur de la liqueur titrée
Coloration de la liqueur titrée	hauteur de la liqueur à essayer
$= \frac{45}{15} = 3$	

c'est-à-dire que la coloration titrée étant 1, celle du liquide est 3 et proportionnelle à la quantité de matière dissoute dans le même volume.

Supposons que la liqueur titrée contienne 4^{mg} de matières colorantes dans 100^{cc}, la liqueur à essayer contiendra 4 × 3 soit 12^{mg} dans 100^{cc}.

Soit à titrer une solution de permanganate de potasse, par exemple : on commence par faire une solution de titre connue à 1 gramme pour 1000^{cc} d'eau par exemple ; on opère comme il est dit plus haut.

Supposons que le vernier pour la solution type accuse une épaisseur de 5^{mm}, et pour la solution à titrer de 7^{mm}5.

On aura :

$$x = \frac{1 \times 5}{7.5} = 0,666$$

x est le poids de permanganate contenu dans 1000^{cc} de solution à titrer.

RÉFRACTOMÉTRIE.

L'indice de réfraction d'un milieu A par rapport à un autre milieu B, pour une radiation donnée, est le rapport qui existe entre les vitesses de propagation de la lumière considérée dans le milieu B et dans le milieu A.

L'indice de réfraction est une constante caractéristique d'un intérêt pratique, important pour l'analyse des corps gras purs et mélangés ou pour l'identification des essences.

Les appareils le plus communément employés sont :

Le *Réfractomètre d'Abbe-Zeiss* et le *Réfractomètre de Fery*.

Réfractomètre d'Abbe-Zeiss.

Le Réfractomètre d'Abbe-Zeiss est basé sur le phénomène de la réfraction totale ; il se présente dans les laboratoires sous deux formes : le *Réfractomètre grand modèle à prismes chauffables* ; le *Réfractomètre à lait*, modification du précédent et qui a été décrit page 412 : ces deux appareils peuvent servir à déterminer l'indice de réfraction d'une substance grasse liquide ou solide ; le *Réfractomètre grand modèle à prismes chauffables* est représenté par la fig. 68.

Il sert à mesurer les indices de réfraction et la dispersion moyenne des liquides, des corps mous et des solides.

Son maniement est excessivement simple (l'indice de réfraction n_D est directement lu sur l'échelle, après un seul réglage très facile), l'étendue de l'échelle va de $n_D = 1.3$ à $n_D = 1.7$.

La méthode de mesure est basée sur l'observation de la limite de la réflexion totale que forme la lumière en pénétrant dans un prisme en flint après avoir traversé la substance soumise à la mesure.

Les organes essentiels du réfractomètre sont :

1° *Le système des deux prismes d'Abbe, A, B* qui reçoivent le liquide. Ce système, mobile autour d'un axe horizontal, est déplacé au moyen de l'alidade ;

2° *La lunette* servant à observer la limite de la réflexion totale qui se produit dans les prismes ;

3° *Le secteur S* qui fait corps avec la lunette et porte l'échelle donnant les indices.

Le système des deux prismes A, B est constitué par deux prismes égaux en flint (indice $n_D = 1.75$) encastés, chacun séparément, dans une monture métallique ; quelques gouttes du liquide à examiner sont introduites entre les deux surfaces internes des prismes où elles forment une couche d'environ 0.15 millimètres d'épaisseur. Le premier des deux prismes (qui tourne autour d'une charnière ou s'enlève) ne sert qu'à

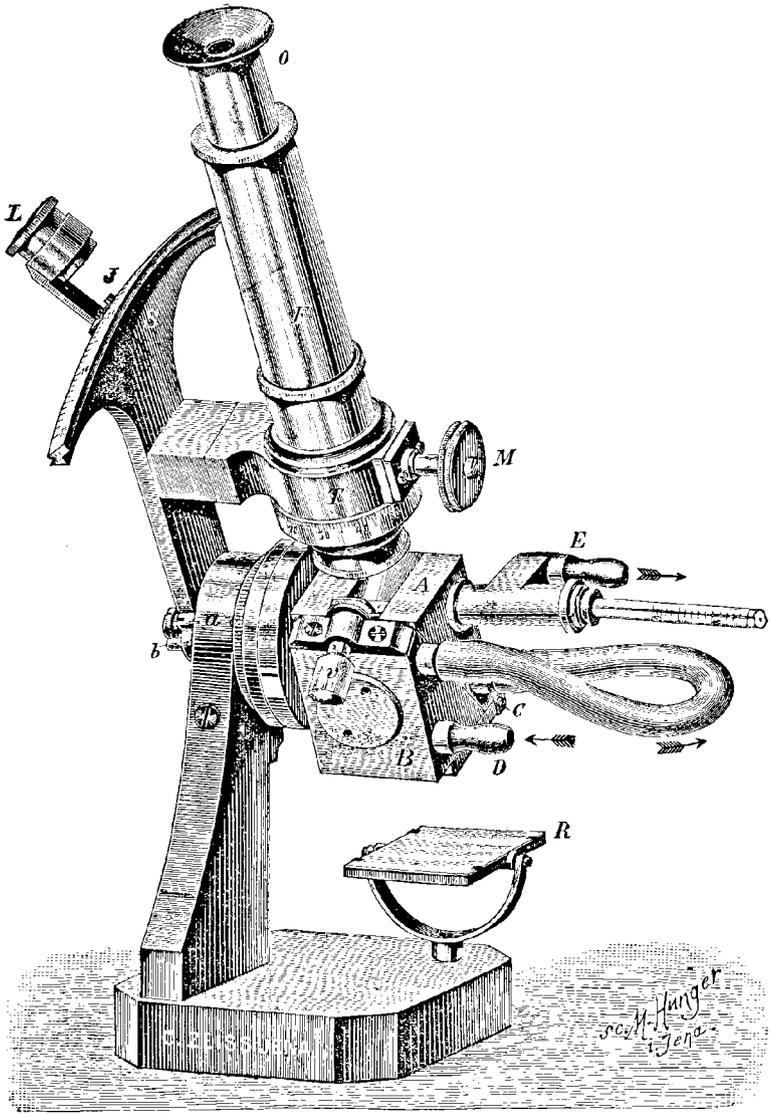


Fig. 68. Réfractomètre d'Abbe-Zeiss.

l'éclairage, la réflexion totale se produit sur le second qui fait face à la lumière. (Pour plus de détails, ainsi que pour l'examen des corps mous et solides, voir page 364 et suivantes.)

La limite est amenée dans le champ de la lunette en déplaçant le système des deux prismes à l'aide de l'alidade. Le secteur restant immobile, on tourne l'alidade dans le sens des indices croissants, en partant de la position $n = 1.3$, jusqu'à ce que le champ, d'abord clair dans toute son étendue, devienne sombre dans sa moitié inférieure. *La ligne qui sépare la plage claire de la plage sombre est la limite.* Lorsqu'on emploie la lumière du jour ou d'une lampe, la dispersion produite par la réflexion totale et par la réfraction dans le second prisme, fait apparaître sur la limite une frange colorée qui rendrait les mesures inexactes, mais, au moyen du compensateur, il est facile de supprimer cette frange et de rendre incolore la ligne de séparation entre les plages claire et obscure.

Le compensateur est placé entre le système des deux prismes et l'objectif de la lunette, dans le tube de celle-ci (prolongé au-delà de l'objectif). Il est constitué par deux prismes à vision directe d'Amici. Ces deux prismes, égaux et calculés de manière à ne pas faire dévier la ligne D, peuvent être tournés simultanément, mais en sens opposé autour de l'axe de la lunette, au moyen du bouton M. Ce mouvement de rotation donne à la dispersion du compensateur toutes les valeurs comprises entre zéro (les arêtes réfringentes des deux prismes d'Amici sont parallèles mais disposées de part et d'autre de l'axe de la lunette) et le double de la dispersion d'un seul prisme d'Amici (les deux arêtes parallèles et du même côté de l'axe). On peut, par conséquent, en tournant le bouton M, compenser la dispersion qui se manifeste par la coloration de la limite, par une dispersion de même valeur absolue, mais de signe contraire du compensateur. Les deux dispersions se détruisent et la limite devient incolore et nette.

On amène alors la limite sur la croisée des fils en déplaçant légèrement, à l'aide de l'alidade, le système des deux prismes par rapport à la lunette. Ceci fait, on lit la position de l'index sur l'échelle du secteur en s'aidant de la loupe fixée sur l'alidade. La lecture fournit, sans aucun calcul, à environ deux unités du quatrième chiffre décimal près, l'indice de réfraction n_D de la substance examinée. En outre, la lecture du tambour T, du compensateur permet d'obtenir, par un petit calcul, la dispersion moyenne $n_F - n_C$ en consultant un tableau spécial. La mesure de la dispersion devient plus exacte, si on prend la moyenne de deux lectures du tambour différant de 180° .

L'indice de réfraction des liquides dépendant de leur température, il importe de savoir quelle température la couche liquide renfermée entre les deux prismes avait au moment de la mesure; pour les corps solides la température n'a pas une influence sensible sur les mesures réfractométriques obtenues à la température d'appartement.

Si l'on veut déterminer l'indice d'un liquide avec toute la précision (1 à 2 unités du quatrième chiffre décimal) que le réfractomètre est susceptible de fournir, il faut, par conséquent, amener le liquide, c'est-à-dire le système des deux prismes qui le renferment à une température déterminée et mesurable et il faut, au besoin, être à même de

maintenir cette température, à quelques dixièmes de degré près, pendant des heures ; un réfractomètre, en première ligne destiné à l'examen des liquides, devra donc posséder des *prismes chauffables*.

Pour ouvrir et fermer le système des deux prismes A, B, on se sert du bouton ν qui commande une fermeture genre baïonnette. Si l'on veut introduire une petite quantité de liquide dans les prismes sans ouvrir la monture, on en fait couler quelques gouttes dans l'embouchure élargie en forme d'entonnoir d'un petit canal qui n'est pas marqué sur la figure, après avoir desserré le bouton ν . Dès qu'on resserre ν , le liquide pénètre par capillarité dans l'espace libre entre les deux prismes et le remplit. Ce dispositif permet d'examiner même les liquides qui s'évaporent rapidement comme, par exemple, les solutions éthériques de corps gras employées dans l'examen réfractométrique du lait. — Lorsqu'il s'agit de liquides visqueux (résines, etc.), on dépose, à l'aide d'une baguette en verre, une assez petite goutte de la substance sur la surface mate du premier prisme rendue accessible en ouvrant la monture ; on referme et on abandonne le réfractomètre quelques minutes à lui-même avant de faire la mesure, pour que les prismes, refroidis ou échauffés par l'ouverture de la monture, reprennent leur température normale.

Le chauffage des prismes est basé sur un dispositif proposé par le docteur R. Wollny : on fait circuler de l'eau maintenue à une température constante dans une boîte métallique à double paroi qui entoure les prismes. Le même dispositif a été adopté pour les réfractomètres à beurre et à lait (page 371). Le thermomètre mesure la température du courant d'eau qui circule dans la boîte métallique au moment où il en sort.

Le *Réfractomètre à lait d'Abbe-Zeiss* (voir page 412 et suivantes), permet aussi de déterminer les indices de réfraction d'après les degrés lus au réfractomètre ; le tableau

Degrés de l'échelle.	n_D	Différences.	Degrés de l'échelle.	n_D	Différences.	Degrés de l'échelle.	n_D	Différences.
— 5	1.3279	10.6	35	1.3683	9.4	75	1.4033	7.9
0	1.3332	10.3	40	1.3730	9.2	80	1.4072	7.7
5	1.3385	10.3	45	1.3776	9.0	85	1.4111	7.5
10	1.3436	10.2	50	1.3821	8.8	90	1.4148	7.3
15	1.3487	10.0	55	1.3866	8.6	95	1.4185	7.1
20	1.3537	9.9	60	1.3909	8.5	100	1.4220	7.0
25	1.3587	9.7	65	1.3951	8.3	105	1.4255	—
30	1.3636	9.6	70	1.3993	8.1	—	—	—

ci-contre permet de passer des degrés lus sur l'échelle aux indices de réfraction (n_n), pourvu que ces indices soient compris entre 1.33 et 1.42.

La colonne de différence donne le double de la différence des deux indices de réfraction, à moins de une unité de la 4^e décimale près : pour obtenir la différence pour 1° il suffira de diviser par 10.

Si par exemple on lit 2° on aura comme indice de réfraction :

$$1.3332 + (1.05 \times 2) = 1.3353$$

pour 2°5 on aurait :

$$1.3332 + (1.05 \times 2.5) = 1.3358.$$

Réfractomètre Fery.

Ce réfractomètre (fig. 69), donne sans aucun calcul et par une simple lecture au vernier l'indice de réfraction à une unité près de la 4^e décimale soit 0.0001.

La cuve renfermant le liquide à examiner est constituée par un prisme creux d'angle convenable, dont les faces sont également prismatique; mais placées de telle manière que l'ensemble constitue un système à faces parallèles (a, b, c, d , fig. 1).

Les trois prismes constituant ainsi la cuve à liquides sont montés dans une garniture métallique portant deux fentes horizontales de trois millimètres de hauteur.

La fente inférieure permet aux rayons de passer par le fond de la cuve et de traverser ainsi l'ensemble des trois prismes solides agissant comme une lame à faces parallèles, ces trois prismes étant constitués par le même verre qui est un crown.

La fente supérieure permet de recevoir les rayons qui traversent le liquide; c'est à la hauteur de cette fente que l'on doit disposer le réservoir du thermomètre coudé t porté par le couvercle en verre rodé de cette cuve.

Cette première cuve est placée dans une seconde $M N P Q$ (fig. 1) entièrement métallique, sauf les deux grands côtés $M N$ et $P Q$ constitués par des lentilles de compensation plan-convexes, dont la face courbe est tournée vers l'extérieur.

L'espace compris entre les deux cuves doit être rempli d'eau, ce qui se fait facilement par un entonnoir e , visible sur la vue d'ensemble de l'appareil.

Le réglage de l'appareil ainsi que toutes les mesures doivent être faits avec de l'eau entre les deux cuves.

C'est la présence de ce liquide, qui d'ailleurs ne joue aucun rôle optique dans les mesures, car il forme une double lame à faces parallèles, qui assure la stabilité de la température de la cuve centrale, et permet de l'élever au degré désiré au moyen d'une petite lampe l qui chauffe un thermo-siphon.

On pourrait, sans crainte de changer les indications de l'appareil, remplacer l'eau par un autre liquide, si le besoin s'en faisait sentir, par exemple pour prendre les indices au-dessous de 0°.

La cuve centrale qui déborde légèrement la cuve de chauffage est fermée par un couvercle en verre rodé portant le thermomètre coudé *t*.

La cuve extérieure est munie d'un couvercle métallique percé d'une ouverture rectangulaire livrant passage à la cuve centrale.

L'ensemble de ces deux cuves, porté par une glissière, peut se déplacer perpendiculairement à l'axe optique de l'instrument, déterminé par la fente à réticule du collimateur *C* et le réticule en croix de Saint-André de la Lunette *L*. Ces deux réticules sont mobiles au moyen des boutons *b*, *b'*.

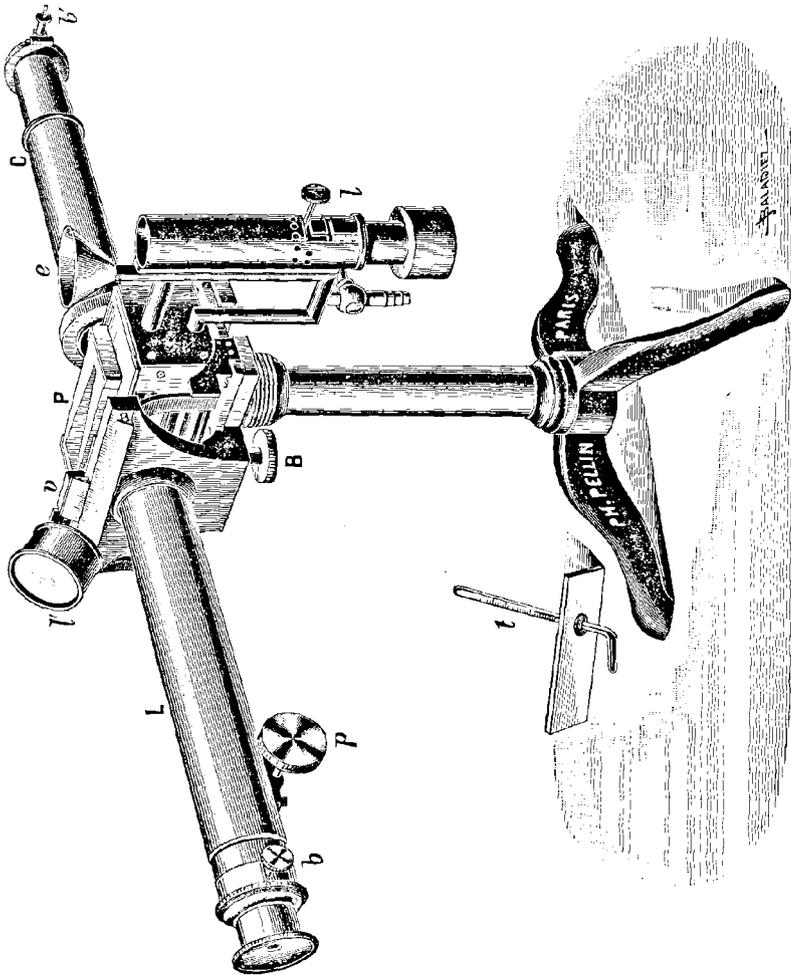


Fig. 69. Réfractomètre Féry.

Dans son mouvement, la cuve extérieure entraîne un vernier v et une loupe F devant une échelle fixe, ce qui permet d'apprécier son déplacement à $3/100$ de millimètre près, correspondant à $1/10000$ d'indice.

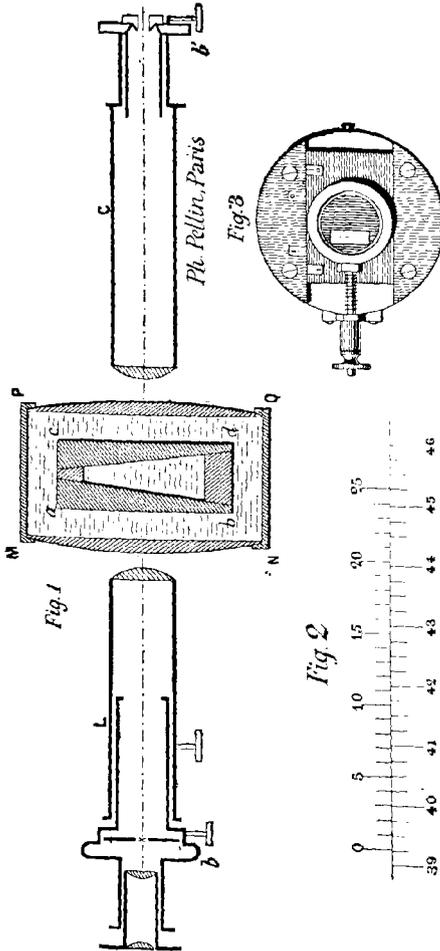


Figure 70.

Description du vernier. — L'échelle est divisée de 1.33 à 1.59 mais, pour ne pas charger la chiffration, on n'a indiqué que les deux premières décimales des indices. Chacune des grandes divisions qui vaut presque 4 millimètres est divisée en quatre parties.

Chacune de ces subdivisions représente $25/10\ 000$ ou 0.0025 . Le vernier est lui-même divisé en 25 parties dont la longueur totale représente 24 des petites divisions de l'échelle.

On lira donc de la façon suivante l'exemple (fig. 70) :

Trente-neuf grandes divisions plus une petite valant $0,0025$ ce qui donne 3925.

Plus ce qu'on lit au vernier; dans l'exemple, c'est la division 4 qui coïncide.

L'indice est donc 1.3929.

Réglage de l'appareil et détermination des indices. — La cuve centrale étant en place et la cuve extérieure remplie d'eau jusqu'à un niveau supérieur à celui du liquide à mesurer, pour être sûr d'obtenir l'uniformité de la température de ce dernier, on ferme les deux cuves par leurs couvercles respectifs et on règle la hauteur du thermomètre de manière à ce que son réservoir soit visible par la fente supérieure de la cuve.

On amène en coïncidence les repères O de la fente du collimateur C au moyen du bouton *b'* (fig. 69), on fait marquer au vernier, au moyen du bouton B, l'indice du verre de la cuve, indice qui sert de point de réglage et qui est gravé sur chaque appareil.

L'indice du verre n'est pas affecté par la température ou tout au moins les variations ne portent que sur une décimale très éloignée de celle qu'on se propose d'atteindre.

On met au point, au moyen du tirage de l'oculaire, le réticule en croix de Saint-André que porte la lunette L, puis on obtient la mise au point du réticule vertical du collimateur par la manœuvre du pignon P de la lunette. (L'appareil étant éclairé par la lumière monochromatique du sodium).

On fait coïncider, par le bouton de réglage *b* de l'oculaire, qu'il ne faudra pas toucher désormais, le réticule vertical avec le centre de la croix.

Aucune parallaxe ne doit exister entre la croix de Saint-André et le réticule vertical du collimateur, quand on déplace l'œil près de l'oculaire.

Nota. — On devra se conformer à ces indications pour le réglage.

L'appareil est réglé et on ne devra plus se servir que du bouton B pour effectuer les mesures.

Pour cela, on introduit le liquide dans la cuve centrale, s'il n'y était déjà, car sa présence n'empêche nullement le réglage de l'appareil.

Quand la température de ce liquide, indiquée par le thermomètre qui y plonge est bien stationnaire, on tourne le bouton B jusqu'à ce qu'une nouvelle image apparaisse dans le champ de la lunette.

Cette image est formée par les rayons qui ont traversé la fente horizontale supérieure de la cuve centrale. On l'amène en coïncidence avec le réticule de la lunette, comme on l'a fait pour l'image de réglage du verre de la cuve, et il ne reste plus qu'à lire l'indice sur l'échelle de l'instrument.

Ainsi réglé l'appareil fonctionne entre 1.3300 et 1.5326; ce réglage convient d'ailleurs à la majorité des huiles grasses.

Si cependant on s'aperçoit que l'indice n'est pas contenu dans ces limites, il est très facile de faire la mesure.

Pour cela, on déplace le point de réglage, donné par l'indice du verre, d'une quantité connue; par exemple dans un appareil dont l'indice du verre est 1.5126 on veut mesurer le sulfure de carbone dont l'indice est 1.634 environ. On amène en coïncidence les repères 1 de la fente porteur-réticulaire du collimateur au moyen du bouton *b'* (fig. 69); on fait marquer au vernier 1.3726 au moyen du bouton B, on fait enfin coïncider les réticules par la manœuvre du bouton *b* de l'oculaire.

On a ainsi augmenté de 0.14 l'étendue de l'échelle et l'appareil fonctionne entre 1.5126 et 1.6726. Il suffira de se rappeler que toutes les indications doivent être majorées de 0.14, le point de départ ayant été déplacé de cette quantité.

Si donc on trouve 1.5227 on ajoutera 0.1400 et on aura pour l'indice cherché 1.6627.

Nota. — On peut déplacer le point de départ entre 1.3726 et 1.5126 de la quantité dont on a besoin pour trouver l'indice cherché.

Mesure d'indices à une température différente de la température ambiante. — Les précautions suivantes doivent être prises, si on opère à une température supérieure à celle de la salle où on opère.

La petite lampe *l* est allumée, la flamme étant réglée très petite; le tube de laiton faisant tirage et auquel est brasé un tube de petit diamètre en cuivre, constituant un thermo-siphon, s'échauffe rapidement, une circulation active de liquide se produit.

On suit la marche du thermomètre et on éteint la lampe quand la température est de 0°5 au-dessous de celle qu'on veut atteindre. Le thermomètre continue alors à monter très lentement, puis devient stationnaire avant de redescendre; c'est l'instant que l'on choisit pour effectuer la mesure, à ce moment en effet, l'équilibre thermique est complètement établi entre les différents milieux traversés par le rayon lumineux.

Si on opère autrement, il peut se produire un retard entre les indications du thermomètre et celles du réfractomètre, de sorte qu'on trouve par exemple, à une même température un indice plus élevé pendant l'échauffement, et plus bas si le refroidissement est trop rapide.

Il peut arriver que l'indice du liquide soit extrêmement voisin de celui du verre de la cuve; dans ce cas, les deux images du réticule vertical sont superposées et la mesure est difficile.

Dans une expérience, M. Ch. Féry a trouvé un corps, l'isoeugénol commercial, dont l'indice à la température de l'expérience avait exactement le même indice que le verre de la cuve. Les deux images coïncidaient absolument et on pouvait déplacer la cuve dans toute sa longueur sans retrouver une seconde image.

Dans ce cas, il suffit de faire basculer un écran non visible sur la figure devant la fente inférieure correspondant au verre et l'image du liquide subsistera seule.

Enfin, si on opère sur un liquide très mauvais conducteur de la chaleur, comme le carvacrol qui, mis dans la cuve, a un aspect sirupeux, on ne peut avoir d'image; il faut le laisser plusieurs heures pour que l'équilibre de température s'établisse ou ce qui est plus simple, on

chauffe comme il est dit plus haut et on laisse refroidir très lentement au degré ou l'on veut mesurer l'indice ; on peut même, par ce moyen, prendre les indices à diverses températures décroissantes.

Voir Table XLIX pour les diverses indices de réfraction.

Le tableau de la page 374 donne les indices de réfraction des principaux corps gras.

Viscosimétrie.

La viscosité d'un liquide est la résistance au déplacement des molécules, les unes par rapport aux autres ; c'est ce qu'on nomme le frottement interne ; l'effort qu'il faut développer pour vaincre la cohésion du liquide considéré mesure la viscosité de ce liquide.

La détermination du coefficient de frottement interne absolu est chose très délicate, on se contente de mesurer le frottement interne d'un liquide comparativement à celui d'un autre pris comme type, et à la même température ; on a ainsi la viscosité relative. On prend comme unité de comparaison la viscosité de l'eau à une température déterminée (+ 20° centigrades).

La méthode la plus pratique pour déterminer la viscosité d'un liquide consiste à étudier l'écoulement du liquide à travers des tubes cylindriques.

Si H est la pression exprimée en hauteur du liquide ; r le rayon du tube ; $\pi = 3.1416$; l la longueur et ν le volume du liquide qui s'écoule pendant l'unité de temps ; la viscosité n du liquide est donnée par la formule de Poiseuille :

$$n = \frac{H \pi r^4}{8 l \nu}$$

Si on rend la valeur $\frac{H \pi r^4}{8 l}$ invariable et = à A , on aura $n\nu = A$; c'est-à-dire, que le volume écoulé pendant l'unité de temps est inversement proportionnel à la viscosité. Si donc l'appareil est disposé de façon à ce que le volume soit toujours le même, mais le temps d'écoulement variable, ce sera le temps T d'écoulement du liquide type qui exprimera la viscosité.

On a fabriqué un grand nombre d'appareils pour déterminer la viscosité d'un liquide, mais au point de vue pratique de l'analyse alimentaire, la viscosité du lait est seule intéressante ; le viscosimètre de Micault, décrit page 428, est l'appareil le plus pratique pour cette détermination.

Cryoscopie.

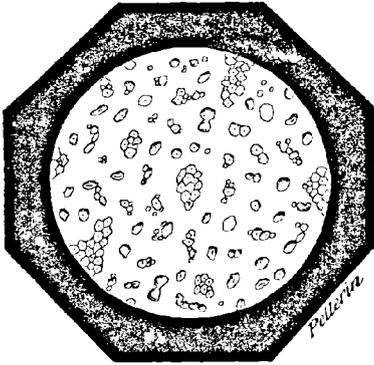
La cryoscopie n'étant utilisée que pour rechercher certaines falsifications du lait, voir article Lait, page 423.

ERRATA

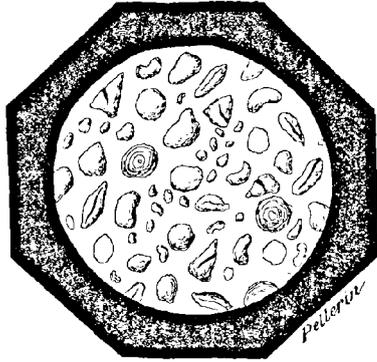
Page	8, ligne	12 :	Au lieu de $1^{\text{er}} \text{SO}^4 \text{H}^2$	$\frac{\text{N}}{10} \cdot 0^{\text{er}} 005$	Lire	1 ^{er} $\text{SO}^4 \text{H}^2$	$\frac{\text{N}}{10} = 0^{\text{er}} 005$.
—	15, —	1 :	Calcul de CO^2		—	Calcul de CO^2	
—	» —	29 :	Soit CO^2 total		—	Soit CO^2 total	
—	16, —	25 :	10 ^{es} contient		—	10 ^{es} contiennent	
—	23, « Dosage en milieu alcalin » :		Au lieu de 50 ^{es} de bicarbonate de soude				
	—					Lire	5 ^{es} de bicarbonate de soude.
Page	27, ligne	18 :	Au lieu de $\text{A}^3 \text{O}^3$			Lire	$\text{Az}^2 \text{O}^3$
—	29, —	18 :	SO		—	SO ²	
—	» —	25 :	CO		—	CO ²	
—	54, —	13 :	$\text{SO}^3 \text{H}^4$		—	$\text{SO}^4 \text{H}^2$	
—	150, —	15 :	1 ^{mm} de tannin		—	1 ^{ms} de tannin	
—	168, —	15 :	sa matière		—	leur matière	
—	212, —	10 :	4 ^{er} 4 %		—	44 %	
—	212, —	11 :	Supprimer A : degré alcoolique de la bière.				
—	241, —	22 et 23 :	Au lieu de Dubosq, Lire Dubosq.				
—	286, —	8 :	Remplacer tout le paragraphe : « La correction de température... »			Par « Si on	désire ramener à + 15° les indications du saccharomètre Balling, faire usage de la Table XXXIII.
Page	287, ligne	3 :	Au lieu de 17 ^o 5			Lire	15 ^o
—	287, —	5 :	—			17 ^o 5	— 15 ^o
—	—	—	remplacer la Table XXXIV par celle qui est jointe à l'errata.				
—	307, —	note 1, au bas de la page :	Au lieu de charbonniers, Lire savonniers,				
—	318, —	dernière ligne :	Au lieu de authentité, Lire authenticité.				
—	614, —	ligne 21 :	Au lieu de 20 ^o 076, Lire 29 ^o 076 ; note 1 : Au lieu de effleuré, Lire effleuri.				

Table XXXIV.

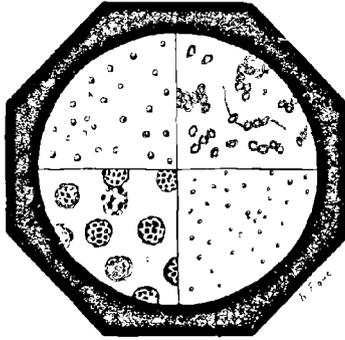
Degrés BAUMÉ	DENSITÉS	Degrés BALLING	Degrés BAUMÉ.	DENSITÉS	Degrés BALLING
0.13	0.999		20	1.161	36.4
0.0	1.000		21	1.171	38.3
0.5	1.003		22	1.180	40.1
1	1.007	1.8	23	1.190	42.0
1.5	1.010	2.75	24	1.200	43.9
2	1.015	3.7	25	1.210	45.8
2.5	1.018	4.6	26	1.220	47.7
3	1.022	5.5	27	1.231	49.6
3.5	1.025	6.35	28	1.241	51.5
4	1.028	7.2	29	1.252	53.5
4.5	1.032	8.1	30	1.263	55.4
5	1.036	9.0	31	1.274	57.3
5.5	1.040	9.9	32	1.286	59.3
6	1.043	10.8	33	1.297	61.2
6.5	1.047	11.7	34	1.309	63.2
7	1.051	12.6	35	1.321	65.2
7.5	1.055	13.65	36	1.333	67.1
8	1.059	14.5	37	1.344	68.9
8.5	1.063	15.35	38	1.356	70.8
9	1.067	16.2	39	1.368	72.7
9.5	1.070	17.1	40	1.380	74.5
10	1.074	18.0	41	1.392	76.4
11	1.082	19.8	42	1.404	78.2
12	1.091	21.7	43	1.417	80.1
13	1.099	23.5	44	1.429	82.0
14	1.107	25.3	45	1.442	83.8
15	1.116	27.2	46	1.455	85.7
16	1.125	29.0			
17	1.134	30.8			
18	1.143	32.7			
19	1.152	34.6			



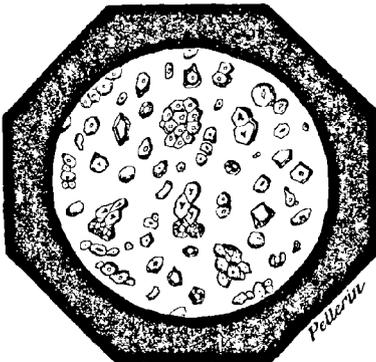
AMIDON DE SARRASIN



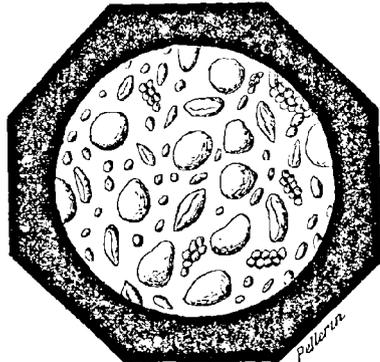
AMIDON D'ORGE



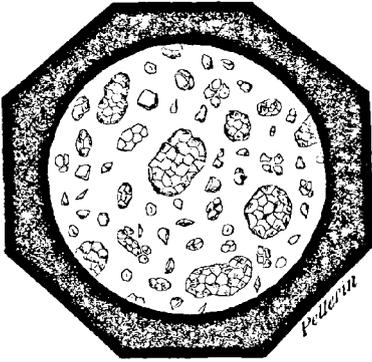
- A: Spores de l'ustilago carbo
- B: Spores de l'uredo segetum
- C: Spores du tilletia caries
- D: Rouille orangé



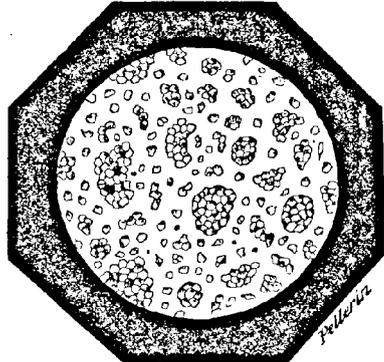
AMIDON DE MAÏS



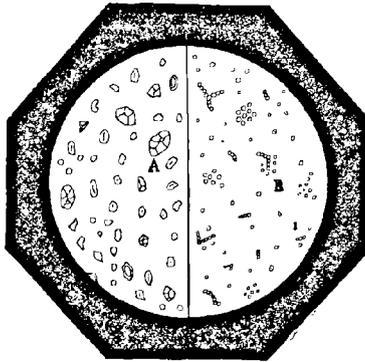
AMIDON DE BLÉ



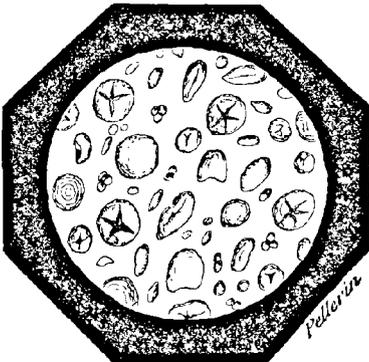
AMIDON D'AVOINE



AMIDON DE RIZ



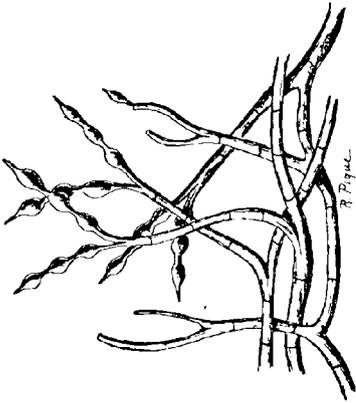
*A: Amidon d'ivraie enivrante.
B: Amidon de la nuelle des blés.*



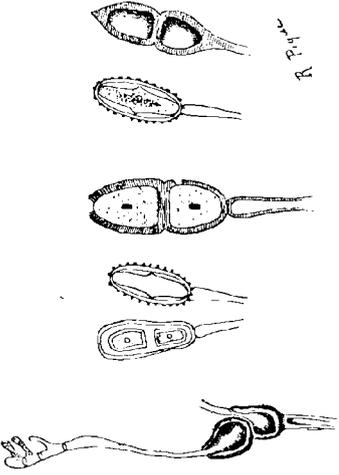
AMIDON DE SEIGLE



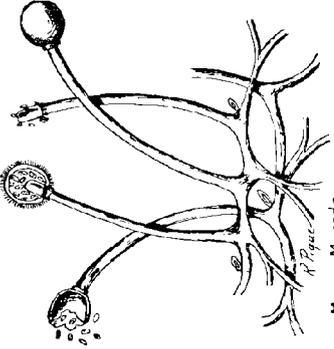
AMIDON DE POMME DE TERRE



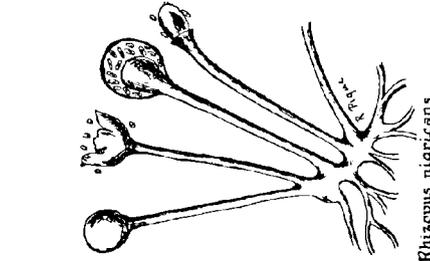
Oidium aureum
R. Piquet



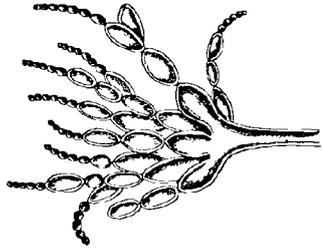
Puccinia Graminis (Rouille) avec ses Téliospores
d'ont l'une en germination.



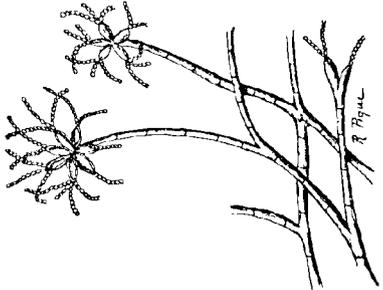
Mucor Mucedo
R. Piquet



Rhizopus nigricans
R. Piquet



Penicillium glaucum
R. Piquet



Aspergillus niger
R. Piquet

TABLE DES MATIÈRES

I. — Eaux Potables.

Prélèvement de l'échantillon d'eau à analyser.....	1
1° Détermination des caractères organoleptiques.....	2
2° Analyse chimique.....	2
<i>Essais préliminaires qualitatifs.....</i>	<i>2</i>
<i>Déterminations hydrotimétriques. — Principe de la méthode, 3. —</i> <i>Préparation de la liqueur de savon, son titrage, 4. — Détermination</i> <i>du degré hydrotimétrique total. Marche systématique de</i> <i>l'opération, 6. — Détermination du degré hydrotimétrique perma-</i> <i>nent, 7. — Classification des eaux suivant leur titre hydrotimé-</i> <i>trique, 8. — Conversion des degrés Anglais, Allemand, Français.</i> <i>Application des méthodes hydrotimétriques au dosage de l'acide</i> <i>carbonique, des sels de chaux, de magnésie, 8. — Dosage du carbo-</i> <i>bonate de magnésie, 9.</i>	
<i>Analyse chimique proprement dite. — Détermination du résidu sec</i> <i>à 110, du résidu fixe après calcination, dosage des matières miné-</i> <i>rales, 10. — Fer et alumine, chaux, 11. — Magnésie, sulfates, 12.</i> <i>— Chlorures, phosphates, 13. — Limite de potabilité des matières</i> <i>minérales, 14. — Dosage de l'acide carbonique (acide libre, com-</i> <i>biné, demi-combiné), 14. — Calcul de l'acide carbonique demi-</i> <i>combiné, libre et combiné, 15. — Dosage de ces mêmes éléments,</i> <i>16. — Dosage rapide de ces mêmes éléments, 17.</i>	
3° Recherches générales.....	18
<i>Oxygène dissous. — Principe de la méthode de A. Lévy, 18. — Pra-</i> <i>tique du dosage, 19. — Exemple de calcul des résultats. Limites</i> <i>de potabilité, 20.</i>	
<i>Matières organiques, 21. — Méthode du Comité consultatif d'hy-</i> <i>giène, 22. — Dosages en milieux acide et alcalin, 23. — Limites de</i> <i>potabilité, 24.</i>	
<i>• Matières azotées, 24. Azote (ammoniacal, 24, albuminoïde, limites</i> <i>de potabilité, 25). — Acide nitrique, 25. — Limites de potabilité,</i> <i>26. — Acide nitreux, procédé Tiemann et Preuss, 26. — Procédé</i> <i>Robin, 28.</i>	
<i>Groupement hypothétique des éléments, 29. — Exemple de groupe-</i> <i>ment hypothétique, 30.</i>	
4° Examen microscopique.....	34
<i>Etablissement des bulletins d'analyse.....</i>	<i>35</i>
Analyse rapide de l'eau par les comprimés.....	37
Glace.....	39

II. — Boissons distillées.

ALCOOLS ET EAUX-DE-VIE : ALCOOMÉTRIE.

Alcools d'industrie. — Désignations commerciales, 40. — Caractères généraux, 41.

Analyse chimique, 41. — Caractères organoleptiques, 41. — Recherche des aldéhydes et du furfurole, 42. — Appréciation de la pureté, 42. — Dosage de l'acidité, 43. — Recherche des altérations et des falsifications, 43. — Recherche de l'esprit de bois et de l'alcool amylique, 45.

Spiritueux ou Eaux-de-vie. — Eaux-de-vie naturelles et artificielles, caractères généraux, 45.

Analyse chimique, 46. — Dégustation, titrage de l'alcool, dosage de l'extrait sec, des matières minérales, du sucre, 47. — Recherche et dosage des impuretés alcooliques, 48. — Préparation de l'échantillon, recherche et dosage des aldéhydes, 51 ; des éthers, 52 ; du furfurole, 53 ; des alcools supérieurs, 54 ; de l'alcool méthylique et de l'acétone, 55. — Interprétation des résultats coefficient d'impuretés, 55. — Conclusions, 56. — Recherche des altérations et des falsifications, 57.

Rhum, 59. — *Kirsch* et *Quetsch*, 60. — *Absinthe*, 62. — (Analyse sommaire, 63 ; complète, 66). — *Liqueurs de table*, 70. — *Apéritifs amers*, 73.

Alcoométrie. — Alcoomètres, 75. — Correction des degrés alcooliques, 77. — Alcoomètres de Gay-Lussac et Légal, 83. — Usage, 84. — Dosage de l'alcool dans les vins et les liquides contenant de 4° à 14° d'alcool environ, 85. — Dosage de l'alcool dans les liquides très peu alcooliques, dans les vins de liqueurs et les liqueurs dépassant 14°, 86. — Dosage de l'alcool dans les eaux-de-vie, rhums sirupés et les liqueurs alcooliques à haut degré, 87. — Degrés apparent, réel, absolu, titre pondéral, 87. — Densité, 86. — Dosage de l'alcool dans un liquide industriel fermenté, 89. — Solution des problèmes de coupage, mouillage, remontage des liquides alcooliques, 93 et 96. — Tables de mouillage, 94, 95, 100. — Aréomètres Cartier, Baumé, 110 ; Wolchmester, Tralles, Richter, Beck, 112. — Hydromètre de Sikes, 115. — Alcoomètre de Tagliabue, 118. — Ebulliomètres, 119.

III. — Boissons fermentées.

Vin. — *Examen des caractères physiques.* — Densité, 123. — Détermination de l'intensité colorante, 125. — Problèmes de colorimétrie, 129. — Epreuve de dégustation. Examen polarimétrique, 131.

Analyse chimique, 131. — Dosages de l'alcool, 132 ; de l'extrait sec, 133 ; des cendres, 141. (Analyse de ces cendres, alcalinité totale, dosage des chlorures, 142), de l'acidité, 142 (totale et volatile), de la crème de tartre, 144 ; des matières réductrices, 145 ; du sulfate

- de potasse, 146 (gypsométrie); des principes astringents, 150; de la glycérine, 150; de l'acide succinique, 151. — Détermination du mutage, 151.
- Recherche des falsifications, des substances étrangères et des altérations.* — Plâtrage, vinage, 153. — Mouillage, 155. — Mouillage et vinage, 156. — Mouillage et sucrage, extrait factice, 156. — Alunage, glycération, 157. — Déplâtrage, 158. — Saccharine, Dulcine, Acide tartrique, 159. — Recherche des agents de conservation, des matières colorantes étrangères, 160; des métaux étrangers (plomb, zinc, cuivre, arsenic), 165; des ferments étrangers et maladies, 166. — Conclusions, 167.
- Appendice.* — Vins de 2^e et 3^e cuvées, 168. — Piquettes, 169. — Vins de raisins secs, 169. — Vins de luxe ou de liqueurs, 170. — Moûts 171 (Gluco-œnomètre, Glucomètre, Mustimètre), vins, 177. — Vins mousseux naturels, 181 (Champagne, 186, Saumur, 188, Vins ordinaires, 189). — Vins mousseux artificiels, 189. — Boissons diverses, 190. (Vins de groseilles, de framboises, de fraises, de cerises, de prunes, de palmier, d'orge, 190; hydromel, 191). — Vermouth, 192.
- Vinaigre.** — *Examen des caractères organoleptiques et densité*, 195.
- Analyse chimique.* — Dosage de l'extrait, des cendres, de l'acidité totale, 196. — Acétimètre, 197 (Essai des vinaigres de vins rouges; des vinaigres concentrés et acides acétiques du commerce, 199). — Dosage de la crème de tartre, des sucres, de l'alcool, 200.
- Recherche des falsifications.* — Mouillage, Recherche des vinaigres d'alcool, de glucose, des acides minéraux libres, 201 (Acide sulfurique et sulfates, Acide chlorhydrique et chlorures, Acide azotique, 202). — Recherche des acides organiques (tartrique et oxalique, 203), des matières colorantes, des substances aigres, des substances antiseptiques. Recherche de l'origine du vinaigre, 203.
- Bière** 204
- Examen des caractères organoleptiques et détermination de la densité*, 205.
- Analyse chimique.* — Dosage de l'alcool, 205; de l'Extrait (Extrait apparent, réel), 206. — Recherche de la concentration du moût avant fermentation, 211. — Détermination du degré réel de fermentation, 212. — Dosage de l'acidité totale, fixe, volatile; de l'acide carbonique total, 213; des cendres; des acides phosphorique et chlorhydrique; du maltose; de la dextrine et des matières albuminoïdes, 213; de la glycérine, 214; interprétation des résultats, 214.
- Recherche des falsifications, des substances étrangères et des altérations.* — Mouillage, 215. — Addition d'alcool, 215. — Matières colorantes étrangères, succédanés du malt, Recherche des antiseptiques, Succédanés du houblon, 216. — Altérations spontanées, Acétification, 217. — Examen microscopique, 218.
- Cidre**..... 219
- Détermination de la densité*..... 219
- Analyse chimique.* — Dosage de l'alcool, de l'extrait sec, des cendres, 219; de l'acidité, des matières réductrices, des matières pectiques et astringentes; interprétation des résultats, 220. 43

Recherche des falsifications des matières étrangères et des altérations.
— Mouillage, 221. — Vinage et sucrage, 222. — Matières antiseptiques, colorantes, 223. — Acétification, noircissement, graisse, 224.

IV. — Saccharimétrie et Matières sucrées.

I. SACCHARIMÉTRIE.

Saccharimétrie optique. — Principe, 225. — Pouvoir rotatoire spécifique, 226. — Saccharimètre et polarimètre. Saccharimètre à lumière blanche, 227; leur graduation, Saccharimètre Soleil-Dubosq, 229; Laurent, 232; Gallois, 237. — Polarimètre simple et à double échelle, 237; leurs graduations, 239. — Transformation des degrés saccharimétriques en degrés d'arc et réciproquement, 240. — Polarimètre à pénombre de Dubosq, 241; de Laurent, 243. — Divisions et charges-types, 247. — Brûleurs Laurent, 248; Eolipyle, 250. — Poids normal, 252. — Volume des dissolutions (litre vrai, litre de Mohr), 253. — Usage des polarimètres. (Déterminations du poids de sucre contenu dans 100 grammes de sucre brut, 253; dans 100^{cc} de solution, 254. — Du pouvoir rotatoire des sucres, 255). — Conversion des minutes d'arc en fractions décimales et réciproquement, 255. — Saccharimètres allemands, 256. — Equivalence des diverses graduations, 257. — Emploi général du saccharimètre, 257. — Vérification des échelles saccharimétriques, 258.

Saccharimétrie chimique. — *Méthode volumétrique*, 260. — Formule et préparation du réactif cupro-alcalin (Fehling, Violette, Pasteur, 261; Boussingault, Allihn, 262). — Titrage: préparation de la liqueur titrante, 262. — Titrage du réactif, 263. — Dosage des sucres réducteurs, 264; du saccharose, 265.

Méthode pondérale. — Procédés Girard, Allihn, 269. — Modifications pour les mélanges de sucre, 274. — Dosages du lactose et du maltose, 277.

Dosage d'un mélange de saccharose et de glucose, 277. — (Méthode directe, par réduction, 277; par polarisation, 280. — Méthode mixte, 281.

Saccharométrie ou Glycométrie. — Aréomètres, 282. — Densimètres, 283. — Saccharomètres de Balling, 285; de Brix, 288; de Vivien, de Dupont, 289. — Problèmes concernant la concentration et la dilution des sirops, 289.

II. MATIÈRES SUCRÉES.

Essai d'un sucre brut. — (Saccharose brut, 292. — Titre commercial, 293. — Rendement, essai par inversion, 293. — Glucose et sirop de glucose, 297. — *Essai d'un sucre raffiné*, 298. — Propriétés physiques, Analyse chimique (humidité, cendres, saccharose, 299. — Recherche des falsifications, 300. — Sucre d'orge, de pomme, sucre rosat, 301. — *Sucs et jus de fruits.* — Détermina-

tion de la densité, de l'acidité, dosage des cendres, de l'extrait, 301 ; des matières précipitables par l'alcool, des sucres, 302. — Recherche des acides citrique, tartrique et malique, 307. — Examen des matières colorantes, 308. — *Miel*. — Examen physique. (Examen microscopique et poids spécifique), 308. — Analyse chimique (Dosage de l'eau, de l'acidité, des cendres, des sucres), 309. — Recherche des falsifications et des altérations (Amidon, mucilages, gommés, gélatine, sirop de fécule, saccharose), 311.

Confiseries, 312. — Classification, 313.

Sirops : *Sirop simple*, 314. — Détermination de la densité, dosage des sucres, 316. — Recherche des falsifications, dosage du sirop de glucose dans le sirop de sucre. *Sirops de fruits*, 317. — Sirops de groscilles et de framboises, analyse chimique, 318. — Examen de la coloration, recherche des édulcorants artificiels, des sucres et acides étrangers, 321. — Dosage des sucres, 322. — *Sirops de limons, d'écorces d'oranges amères, de poires et de pommes*, 324. — *Sirop de betteraves*, 325. — *Sirop de gomme*, analyse chimique, 325. — *Confitures et gelées*, 327. — Exemples numériques de dosage des sucres, 328. — Recherche de la gélatine, 329. — *Marmelades*, 330. — *Fruits confits*, 332. — Tableaux de la composition des fruits, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341 ; *Bonbons*, 342. — *Pâtisseries*, 343. — *Dosage des acides tartrique, malique, citrique, dans les fruits et leurs dérivés*, 344. — *Limona-des gazeuses*, 345.

V. — Matières grasses.

Beurre. — *Examen des caractères organoleptiques, Détermination des caractères physiques*, 348. — Densité à + 100° et à + 40°, 348. — *Examen microscopique, analyse chimique*, 350. — Dosage de l'eau, des cendres, de la matière grasse, de la caséine, du lactose et du chlorure de sodium, 351. — Recherche des falsifications, 352. — Eau, matières colorantes, 353. — Corps gras étrangers, 354. — *Détermination des constantes chimiques* (Indices de Hühner, de Reichert-Meissl, de Kœttstorfer, d'Iode, 356. — *Détermination des constantes physiques*, 359. — Indice oléo-réfractométrique, 360. — Indice de réfraction Abbe-Zeiss, 363. — Indice de Crismér, 369. — Recherche des antiseptiques, 370. — Constantes admises pour le beurre pur, 371.

Graisses alimentaires. — *Beurre de coco; végétaline*, 375. — *Margarine*, 376. — *Saindoux*, 377. — Analyse chimique, 378. — Recherche des altérations et des falsifications, 379.

Huiles comestibles, 382. — *Procédés généraux d'essai des huiles*. — Densité (alcoométrique). Balance de Mohr, méthode du flacon ; aréomètres de Baumé, de Lefebvre, de Massie ; alcoomètre centésimal 383. — Aréomètre de Pinchon, 384. — Indices au réfractomètre Abbe-Zeiss, à l'oléoréfractomètre de Jean et Amagat, 385. — Aci-

dité (chiffre de Burstynn). Echauffement sulfurique, 386. — Thermo-oléomètre de Tortelli, 387. — Indice de Crismer, 388. — Détermination de la siccativité; du point de congélation: indices d'iode, 389; de brome-soude, 390. — Point de fusion et de solidification des acides gras, 391. — Constantes des principales huiles, 392.

Essai de l'huile d'olive, 393. — Recherche des falsifications (huiles de sésame, de coton, d'œillette), 394. — Dosage des différentes huiles étrangères, 395. — Méthode de Tambon pour la recherche des falsifications de l'huile d'olive, 396, 397, 398.

Lait. — Préparation et prélèvement de l'échantillon à analyser; détermination des caractères organoleptiques, 399; de la crème, 400. Examens microscopique et lactoscopique, 401. — Détermination de la densité, 403; de la densité du sérum, 403. — Analyse chimique, 407. — Dosage de l'extrait sec, extrait dégraissé, méthode Akermann, 407. — Dosage des cendres et séparation des cendres solubles et insolubles, 408. — Dosage du beurre (méthodes de Marchand, d'Adam; par épuisement, procédé Lecomte), 412. — Méthode réfractométrique, 413. — Dosage du lactose, 416, de la caséine, 417. — Recherche des falsifications, écrémage, mouillage, 418. — Ecrémage et mouillage, 419. — Contrôle du mouillage (méthode Lescœur), 420. — Matières amylacées et sucrées, antiseptiques et anticoagulants, 422. — Matières colorantes étrangères, 423. — *Applications de la cryoscopie, de la réfractométrie, de la viscosimétrie à la recherche du mouillage et des falsifications du lait*, 423.

Conesrves de lait..... 448

Lait de femme..... 450

Fromages, 454. — Classification des fromages, 455. — Analyse chimique, humidité, cendres, matières grasses, azotées, caséine, 456. — Composition des principaux fromages, 457.

VI. — Matières féculentes et leurs dérivés.

Farine de froment. — Détermination des caractères organoleptiques, 459. — Analyse chimique sommaire, 460. — Eau, acidité, gluten humide et gluten sec, 460. — Examen de l'élasticité du gluten (aleuromètre), 461. — Analyse chimique complète: Dosage des cendres totales et de leurs phosphates, 463. — Dosage des matières grasses, 464; de l'amidon, de la dextrine, de l'azote total et des matières azotées, 465. — Dosage de la cellulose, 469. — *Détermination de la valeur boulangère d'une farine* (essais Pekar, Lencuf), 469. — Pouvoir de fixation d'eau, influence de l'air sur la pâte, 470. — Détermination de la quantité de pain que peut fournir la farine. Appréciateur Robine, 471. — Détermination du taux de blutage. (Méthode de A. Girard, 472.)

Recherche des falsifications, des avaries et altérations. Substitution ou addition d'une farine vicille, avariée ou étrangère, 472. — Examen microscopique: caractères microscopiques des différents

amidons, 474. — Examen du gluten, addition de matières minérales, essai Cailletet; farines avariées, 480. — Farines altérées, 481. — (Recherches du melampyre, de l'ivraie, de la nielle, de la vesce, de la carie, de la rouille, du charbon, de l'ergot de seigle, 482). — *Conclusions à tirer de l'analyse chimique des farines.* Composition des principales farines, 485.

<i>Farine lactée</i>	486
Pain , 486. — Détermination des caractères organoleptiques, analyse chimique, 486. — Recherche des altérations et des falsifications, 487. — Composition des pains et du pain de guerre, 488.	
Semoules et Pâtes alimentaires	488
<i>Pains d'épices</i>	489

VII. — Epices, Condiments, Aromates.

Sel, 491. — *Poivre*, 495. — Poivre noir (entier, en poudre), 499. — Poivre blanc (entier et en poudre), 500. — Poivre d'Espagne, 501. — *Piments*, 501. — *Muscade et Macis*, 502. — *Moutarde*, 504. — *Vanille*, 507. — *Cornichons*, 508. — *Girofle*, 509.

VIII. — Aliments stimulants.

Café . <i>Café vert</i> : Examen des caractères organoleptiques; Analyse chimique, 510. — Recherche des altérations et des falsifications, 514.	
<i>Café torréfié en grains</i>	515
<i>Café torréfié et moulu</i>	516
Succédanés du Café , 519. — Composition; <i>Chicorée</i> , 520.	
Thé , 521. — Caractères morphologiques et microscopiques, 521. — Analyse chimique, 522. — Recherche des altérations et des falsifications, 523.	
Chocolat , 524. — Examen des caractères organoleptiques; Analyse chimique, 525. — Recherche des altérations et des falsifications, 527.	
Cacao , 529. — Diverses sortes de Cacao; Analyse chimique, 530. — Poudre pure de Cacao; Pâte de Cacao; Cacao dégraissé; Cacao soluble, 531. — Beurre de Cacao, 536.	

IX. — Viande et ses dérivés.

Viande fraîche de boucherie , 537. — Recherche de la viande de cheval, d'âne ou de mulet; Recherche des altérations, 540.	
Charcuteries (saucisses, saucissons, boudins, jambons, galantines), 541.	
Conserves de viande	544
<i>Viandes conservées par le froid</i> , 544. — <i>Viandes cuites et conservées en boîtes</i> , 545. — Examen des caractères extérieurs de la boîte, des caractères organoleptiques du contenu; Recherche des altérations et des falsifications; Examen des soudures intérieures, 545. — Recherche des métaux toxiques, 546. — <i>Analyse des conserves de viande de l'Armée</i> , 546.	

Extrait de viande , 550. — Séparation et dosage des différentes matières azotées, 551.	
Peptones	553
Bouillon, Tablettes de bouillon, Poudre de viande	560
Essai d'une Saumure	561
Conserves de Légumes	562
Conserves de Poissons	563

X. — Recherche des Agents conservateurs et des Antiseptiques.

<i>Chlorure de sodium</i>	566
<i>Nitrate de potasse</i>	567
<i>Acide sulfureux et sulfites</i> , 567. — Recherche, 567. — Dosage, 568. — Dosage de l'acide sulfureux total, libre et combiné, dans les vins blancs, 568.	
<i>Acide borique et borates</i> , 569. — Recherche et dosage rapides dans le lait, 571.	
<i>Acide salicylique</i>	572
<i>Aldéhyde formique</i> , 573. — Recherche et dosage dans le lait, 574.	
<i>Acide fluorhydrique et fluorures</i> , 575. — Recherche dans les vins, 575.	
<i>Abrastol</i> , 577. — Recherche dans les vins, 578.	
β <i>Naphtol</i>	578
<i>Recherche des phénols dans la viande</i>	579
<i>Saccharine</i>	579

XI. — Essai des Étamages.

Ordonnances de police réglementant le titre de l'étain.....	581
<i>Marche systématique de l'analyse d'un étamage</i>	582
<i>Analyse des soudures, feuilles et poteries d'étain; analyse d'étain</i> , 583. — Recherche du plomb, du cuivre, de l'arsenic et de l'antimoine, 583. — Dosage des mêmes métaux, 585.	
<i>Poteries vernissées</i> , 590. — Recherche du plomb dans les caoutchoucs sertisseurs, 590. — Email des ustensiles en fonte et en tôle, 591.	

XII. Documents Physico-Chimiques.

Équivalents en poids atomiques des corps simples , 592. — Pesées ; Détermination du poids d'un corps, 593. — Faire une prise d'essai de la substance à analyser, 593. — Pesées des précipités recueillis sur les filtres, 594. — Filtres tarés et filtres pesés, 596. — Usage du cavalier dans une balance, 597.	
Calcul des analyses pondérales	597
Liquéurs normales , 603. — Liqueur normale d'acide sulfurique, 603. d'acide oxalique, 605; d'acides chlorhydrique et azotique, 607. — Liquéurs normales de potasse et de soude, 607. — Équivalents	

acidimétriques et alcalimétriques des solutions acides et alcalines, 607. — Solutions normales : de permanganate de potasse, 608 ; d'iode, 610 ; d'hyposulfite de soude, 611 ; d'azotate d'argent, 612 ; liqueur d'urane, 614.

Vérification des vases gradués et jaugés 615

Thermométrie 618

Densités, 620. — *Méthode du flacon*, 622. — Picnomètre de Sprengel, 624.

Méthode des aréomètres, 625. — Aréomètre Baumé, 626. — Aréomètre de Cartier, de Beck, de Balling, de Brix, 629. — Aréomètres de Twadell, Hollandais, de Tralles, de Richter, de Wolchmester, de Tagliabue, hydromètre de Sykes, volumètre de Gay-Lussac, 630. — Transformation des indications des différents aréomètres les uns dans les autres, 630.

Méthode des densimètres, 631. — Densimètre légal, 631. — Densimètre de Rousseau, 635. — Table de correction des indications densimétriques.

Poids d'un litre ou densité des divers liquides..... 635

Densité des liqueurs titrées normales les plus usuelles 636

Méthode de la balance hydrostatique, 637. — Balances de Mohr, 637 ; de Westphal, 639. — Observations concernant les densités prises à la balance aréothermique, 641.

Densités à + 15° des solutions d'acide acétique, 642 ; d'acide sulfurique, 643. — Préparation d'une solution d'acide sulfurique de densité donnée, 644. — Densités à + 15° des solutions d'acide azotique, 644 ; d'acide chlorhydrique, 645 ; d'ammoniac, 645 ; des solutions salines, 646 et 647.

Dilution des solutions de concentration connue 647

Mélanges réfrigérants..... 648

Point d'ébullition des solutions salines..... 649

Colorimètre Dubosq 650

Réfractométrie, 652. — Réfractomètres de Zeiss, 652. — Réfractomètre de Ferry, 656.

Viscosimètre..... 661

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

Absinthe (Liqueur).....	62	Cornichons.....	503
Acidimétrie	607	Crème	445
Alcalimétrie.....	603	Dattes.....	519
Alcools d'industrie	40	Densimétrie.....	631
Alcoométrie.....	75	Densités.....	620
Amandes de cacao.....	534	Eaux-de-vie	45
Antiseptiques (Substances)..	564	Eaux potables	1
Apéritifs amers	73	Email des ustensiles.....	591
Aréométrie.....	625	Epices	491
Aromates	491	Etamages	580
Balances de Mohr et de West-		Etain en feuilles.....	583
phal.....	637	Extraits de viande.....	550
Beurre de vache	348	Farine de froment.....	459
— de cacao.....	536	Farine lactée.....	484
— de coco.....	375	Figues	519
Bière.....	204	Fromages.....	454
Bonbons.....	342	Fruits confits.....	332
Boudins.....	541	Galantines	541
Bouillons	560	Gelées	327
Cacao.....	529	Girofle.....	509
— soluble.....	529 et 533	Glace	39
— dégraissé.....	529 et 533	Glands	519
— en pâte.....	529 et 533	Glucose du commerce.....	297
— en poudre.....	529 et 533	Graisses alimentaires.....	375
— en amandes.....	534	Huiles comestibles	382
— en coques.....	535	— d'olive	393
Café.....	511	Hydromel.....	191
— succédanés.....	519	Jambons	541
Calcul des analyses.....	597	Jus de fruits.....	301
Caoutchoucs sertisseurs.....	590	Kirsch	60
Caroubes.....	519	Lait de beurre	434
Cavaliers d'une balance.....	597	— vache	399
Charcuteries.....	541	— condensé.....	448
Chicorée	520	— conservé.....	448
Chocolat	524	— de femme.....	450
Cidre.....	219	Limonades gazeuses.....	345
Clous de girofle.....	509	Liqueurs de table	70
Colorimétrie	650	Liqueurs normales.....	603
Condiments	491	Macaroni.....	489
Confiseries.....	312	Macis	502
Confitures.....	327	Margarine.....	376
Coques de cacao	535	— allemande.....	377
Conserves de légume.....	562	— de coton	377
— de poissons.....	563	Marmelades.....	330
— de viandes.....	544	Miel	308

Mouûs de vins.....	171	Sirop de sucre.....	314
Moutarde.....	504	Solutions normales.....	603
Muscade.....	502	— systématiques.....	608
Nouilles.....	489	Spiritueux.....	45
Pain.....	486	Substances*conservatrices.....	564
— de guerre.....	488	Sucs de fruits.....	301
— d'épices.....	489	Sucre brut.....	292
Pâtes alimentaires.....	488	— raffiné.....	299
— d'Italie.....	489	— mélangé.....	277
— de cacao..... 529 et	533	Tapioca.....	489
Pâtisseries.....	343	Tablettes de bouillon.....	560
Peptones.....	553	Thé.....	521
Pesées.....	593	Thermométric.....	618
Piment.....	501	Ustensiles en fonte et en tôle.....	590
Piquettes.....	169	Vanille.....	507
Poivre.....	495	Vases gradués et jaugés.....	615
Poteries d'étain.....	503	Végétaline.....	375
— vernissées.....	590	Vermicelle.....	489
Poudre de cacao..... 529 et	533	Vermouth.....	194
— de viande.....	560	Viande fraîche.....	537
Quetsch.....	60	Vinaigre.....	195
Récipients en étain.....	560	Vin.....	123
Réfractométrie.....	652	— de 2° et 3° cuvées.....	168
Rhum.....	59	— de figues.....	190
Saindoux.....	377	— de framboises et fraises.....	190
Saucisses.....	541	— de groseilles.....	190
Saucissons.....	541	— de raisins secs.....	169
Saumuré.....	561	— de luxe.....	170
Sel.....	491	— mousseux.....	180
Semoule.....	488	— de liqueur.....	170
Sirops.....	314	— d'orge.....	190
— de framboisc.....	318	— de prunes.....	190
— de gomme.....	325	de palmier.....	190
— de groseille.....	318	Viscosimétrie.....	661
— de glucose.....	297		



DÉSINFECTANT-PARASITICIDE

CRÉSYL-JEYES

Exposition universelle 1900 : **GRAND PRIX**
(Collectivité vétérinaire)

MÉDAILLE D'OR (la seule décernée aux désinfectants).

Le plus efficace et le moins coûteux

Adopté par les Hôpitaux, les Service d'hygiène, les Ecoles Nationales Vétérinaires et les Ecoles d'Agricultures, les Syndicats Agricoles, etc.

Indispensable dans les *Habitations, Ecuries, Etables, Porcheries, Poulailers*, pour prévenir et enrayer les Epidémies et Epizooties.

Le **CRÉSYL-JEYES** cicatrise les plaies, blessures, éloigne les mouches et toutes les vermines des locaux où il est employé.

SAVONS ANTISEPTIQUES au Créysl-Jeyes pour la toilette et les bains, adoucissant la peau.

SAVONS VÉTÉRINAIRES pour animaux, contre les maladies de la peau, les parasites, la gale, etc.

Envoi franco sur demande d'une Brochure avec Références, Prix et mode d'emploi
35, rue des Francs-Bourgeois — PARIS.

Se méfier des contrefaçons. Exiger rigoureusement les *marques, cachets* et le *nom* exact :

CRÉSYL-JEYES

M^{ON} GALLOIS

37, Rue de Dunkerque, 37

Télégrammes : **PARIS** Téléphone :
SIOLLAG. PARIS  **N° 405.80**

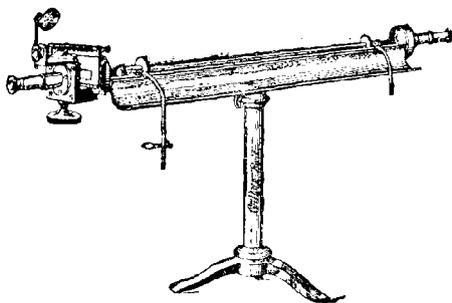
Laboratoire d'Analyses

COMMERCIALES : Sucres, Mélasses, Féculs.
INDUSTRIELLES : Eaux, Charbons, Huiles.
AGRICOLLES : Terres, Engrais, Fourrages.
MAT^{RES} ALIMENTAIRES : Vins, Laits, Beurre,
Farine, Chocolat, Confitures.
MÉDICALES : Urines, Crachats, etc., etc.

Examens
microscopiques

Recherches

ADMISSION
D'ÉLÈVES

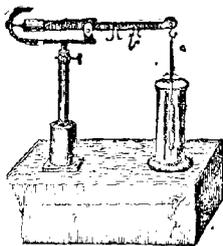


FOURNITURE de tous APPAREILS

Balances

Microscopes

Étuves



Saccharimètres

Colorimètres

Fours

VERRERIE GRADUÉE DE PRÉCISION

Appareils de Chauffage de tous systèmes

J. DUJARDIN ^{***}, Suc^r de SALLERON

Constructeur d'Instruments Œnologiques de précision

24, rue Pavée — PARIS (IV^e)

FOURNISSEUR DES ADMINISTRATIONS FISCALES ET DES LABORATOIRES DE L'ÉTAT
DES STATIONS ŒNOLOGIQUES

DES LABORATOIRES DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, ETC.

La réputation de nos INSTRUMENTS destinés à vulgariser la chimie œnologique n'est plus à faire ; partout où nous les avons exposés ils nous ont valu les plus hautes récompenses. Ils permettent au Viticulteur, au Négociant en vins, sans aucune connaissance scientifique, sans aucun calcul, d'effectuer les essais suivants qui leur sont indispensables et leur rendent journellement les plus grands services :

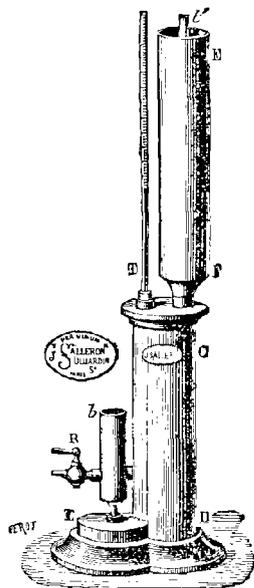
Essai de la Maturité des Raisins
Déduction de leur richesse saccharine
Du degré alcool probable
Préparation des Mistelles
Dosages de l'Alcool (Alambics et Ebulliomètres)
De l'extrait sec, de l'acidité, du plâtre
Applications à la recherche du MOUILLAGE et du VINAGE
(Règle Acide-Alcool)

Nous venons d'adjoindre à nos Magasins, un petit Laboratoire Modèle, où nous sommes tous les matins, de 9 heures à 11 heures, à la disposition des intéressés pour leur montrer, à titre gracieux, la pratique de ces analyses élémentaire dont la simplicité les surprendra.

CATALOGUE SUR DEMANDE

Notice sur les Instruments de précision appliqués à l'analyse des Vins et des Vinaigres et à la recherche de leurs falsifications. 4^e édition des publications œnologiques de la Maison SALLERON, mise à jour d'après les méthodes officielles du Comité consultatif des Arts et Manufactures et les ouvrages œnologiques les plus récents, par J. DUJARDIN, 1905. — 1 vol. in-8°, 500 pages, avec 200 gravures et planche. Prix, broché, 3 fr. 50. — Franco (France), 4 fr. 35.

Exiger notre Nom sur nos appareils comme garantie de précision.





FABRIQUE SPÉCIALE

DE

Papiers à Filtrer

(Fondée en 1840)

PRAT-DUMAS & C^o

à Couze-St-Front (Dordogne)

*PAPIERS SPÉCIAUX POUR LABORATOIRES
ET ANALYSES CHIMIQUES*

FILTRES PLISSÉS PRAT-DUMAS

**Se méfier des imitations
et bien exiger la marque
PRAT-DUMAS**





IMP. E. THOMAS, MALZÉVILLE



