



Section de l'Ingénieur

D^r MAGNIER DE LA SOURCE

ANALYSE DES VINS

GAUTHIER-VILLARS ET FILS

G. MASSON.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

COLLABORATEURS

Section de l'Ingénieur

MM.	MM.	MM.
Alain-Abadie.	Godard.	Matignon.
Alheilig.	Gossot (Comm ^t).	Meyer (Ernest).
Armengaud jeune.	Gouilly.	Michel-Lévy.
Arnaud.	Grimaux.	Minel (P.).
Bassot (Colonel).	Grouvelle (Jules).	Minet (Ad.).
Baume-Pluvinel(dela).	Guenez.	Moëssard (Comm ^t).
Bérard (A.).	Guillaume (Ch.-Ed.).	Moissan.
Bergeron (J.).	Guilloux.	Monnier.
Berthelot.	Guye (Ph.-A.).	Moreau (Aug.).
Bertin.	Guyou (Comm ^t).	Naudin (Laurent).
Biglia.	Hatt.	Ouvrard.
Billy (Ed. de).	Hébert.	Perrin.
Bloch (Fr.).	Hennebert (Cl.).	Perrotin.
Blondel.	Hérisson.	Picou (R.-V.).
Boire (Em.).	Hospitalier (E.).	Poulet (J.).
Boucheron (II.).	Hubert (II.).	Prudhomme.
Candlot.	Hutin.	Rateau.
Caspari.	Jacométy.	Resal (J.).
Charpy (G.).	Jacquet (Louis).	Ricaud.
Clugnet.	Jean (Ferdinand).	Rocques-Desvallées.
Croneau.	Launay (de).	Rouché.
Damour.	Laurent (H.).	Sarrau.
Deforges (Comm ^t).	Lavergne (Gérard).	Sauvage.
Delafond.	Léauté (H.).	Schloesing fils (Th.).
Dudebout.	Le Chatelier (H.).	Schützenberger.
Duquesnay.	Lecomte.	Seyrig (T.).
Durin.	Leloutre.	Sinigaglia.
Dwelshauvers-Dery.	Lenicque.	Sorel.
Etard.	Le Verrier.	Trillat.
Fabre (C.).	Lindet (L.).	Urbain.
Fourment.	Lippmann (G.).	Vallier (Comm ^t).
Fribourg (Comm ^t).	Lumière (A.).	Vermand.
Frouin.	Lumière (L.).	Viaris (de).
Garnier.	Madamet (A.).	Vivet (L.).
Gassaud.	Magnier de la Source.	Wallon (E.).
Gautier (Armand).	Marchena (de).	Widmann.
Gautier (Henri).	Margerie.	Witz (Aimé).

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

DES

AIDE-MÉMOIRE,

PUBLIÉE

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

*Ce volume est une publication de l'Encyclopédie
scientifique des Aide-Mémoire ; F. Lafargue, ancien
élève de l'Ecole Polytechnique, Secrétaire général,
46, rue Jouffroy (boulevard Malesherbes), Paris.*

N° 7, A.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

ANALYSE
DES VINS

PAR

LE D^r L. MAGNIER DE LA SOURCE

Expert-Chimiste



PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET FILS,

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

Quai des Grands-Augustins, 55

G. MASSON, ÉDITEUR,

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain, 120

(Tous droits réservés)

AVANT-PROPOS

Ce petit livre n'est pas un traité complet d'analyse des vins. Ses dimensions restreintes ne pouvaient permettre à l'auteur de présenter une étude approfondie de chacune des méthodes de recherche, de séparation et de dosage des éléments si divers qui se rencontrent dans le vin, mais seulement d'indiquer celles dont on tirera le meilleur parti pour résoudre les problèmes les plus simples et les plus fréquemment posés tant aux essayeurs de commerce qu'aux experts des tribunaux.

La place de cet Aide-Mémoire est sur la table du laboratoire et non dans la bibliothèque du cabinet de travail. Permettre aux chimistes peu habitués aux analyses de vin d'exécuter rapide-

ment et sûrement ces analyses sans interrompre à chaque instant leurs opérations pour se reporter aux traités ou aux mémoires originaux, les faire profiter de l'expérience que nous avons acquise par une longue pratique des analyses de vin, tel est le but que nous nous sommes proposé d'atteindre et vers lequel nous avons dirigé tous nos efforts.

D^r L. MAGNIER DE LA SOURCE.

CHAPITRE PREMIER

LE VIN; SA COMPOSITION.

1. Qu'est-ce que le vin? De quels principes se compose-t-il? — Le vin est le liquide obtenu par la fermentation du jus de raisins frais, cette fermentation pouvant avoir lieu, soit en présence des éléments solides du fruit (râfle, pulpe, pépins, tégument plus ou moins coloré), soit en dehors de ce contact.

Je ne saurais entrer ici, sans m'écarter par trop de l'objet de cette étude, dans les détails si

intéressants de la préparation du vin, ni dans l'examen des phénomènes qui accompagnent la fermentation alcoolique. Je rappellerai seulement qu'outre l'alcool éthylique et l'acide carbonique qui en sont les termes principaux, cette fermentation s'accompagne de la production de petites quantités de glycérine et d'acide succinique, d'alcools et d'acides divers, d'aldéhyde, de furfurool, et de traces d'éthers. Tous les autres matériaux de vin préexistent dans le raisin.

Le tableau suivant renferme la liste à peu près complète des produits minéraux et organiques, dont la présence dans le vin, soit à l'état libre, soit à l'état de combinaison (sels, éthers, etc...) a été signalée jusqu'à présent :

PRODUITS MINÉRAUX

<i>Acides</i>	{ Carbonique. Silicique. Sulfurique. Phosphorique. Chlorhydrique.	<i>Bases</i>	{ Potasse. Soude. Ammoniaque. Magnésie. Chaux. Alumine. Oxyde de fer. Oxyde de man- ganèse.
---------------	-------------------------------------------------------------------------------	--------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

EAU

PRODUITS ORGANIQUES

<i>Alcools</i>	Ethylique.	<i>Acides</i>	Acétique.
	Propylique.		Propionique.
	Butylique.		Butyrique.
	Amylique.		Caproïque.
	Caproïque.		Œnanthylrique.
	Œnanthylrique.		Caprylique.
	Caprylique.		Tartrique.
	Pélargonique.		Malique.
	Caprique.		Succinique.
	Isobutylglycol.		<i>Aldéhydes</i>
Glycérine.	Furfurol.		
Mannite.	<i>Bases</i>	Amines.	
Glycose.		Bases volatiles	
Lévulose.		de la série pyridique.	

Le vin renferme en outre diverses matières colorantes, les unes azotées, d'autres non azotées, un tannin d'une nature spéciale, des gommés et des principes albuminoïdes.

Sa réaction est toujours acide.

Tels sont les éléments normaux du vin. Le chimiste, quelque complète que soit l'analyse à laquelle il se livre, n'en déterminera jamais qu'un nombre assez restreint; par contre, il aura toujours à rechercher les éléments étrangers dont suit l'énumération :

1° Matières colorantes (végétales ou dérivées de la houille).

2° Glycose du commerce et mannite.

3° Acide salicylique.

4° Acide borique.

5° Acide sulfureux.

6° Alumine.

Dans certains cas, il devra rechercher en outre :

7° Les acides minéraux libres (sulfurique, nitrique et chlorhydrique).

8° L'arsenic et les métaux toxiques.

9° Les divers ferments donnant naissance aux maladies du vin.

CHAPITRE II

ANALYSE DU VIN

— Les recherches analytiques pouvant conduire à la découverte soit de la composition d'un vin, soit des falsifications qu'on lui a fait subir comprennent donc, en somme, un nombre considérable de déterminations, les unes qualitatives, les autres quantitatives.

Il est rare, à la vérité, que l'examen d'un vin suspect nécessite une analyse absolument complète ; le chimiste n'utilise généralement pas à la fois toutes les données que lui peut procurer une semblable analyse, et c'est à lui qu'il appartient,

dans chaque cas particulier, de savoir distinguer celles dont la connaissance importe le plus au succès de son travail. Il n'y a pas, à proprement parler, de règles générales à tracer en cette matière, si ce n'est que les conclusions d'une analyse s'imposent d'autant plus qu'elles s'appuient sur un plus grand nombre de déterminations.

Une étude complète du vin comprend :

- 1° L'examen des caractères physiques
- 2° La séparation et le dosage des éléments normaux.
- 3° La recherche des éléments anormaux.

CARACTÈRES PHYSIQUES

3. Densité. — La détermination de la densité du vin ne diffère pas de celle d'un liquide quelconque. Elle peut être faite soit par la méthode du flacon, soit au moyen d'un densimètre sensible.

De tous les densimètres, celui dont l'emploi nous semble le plus recommandable est l'œno-baromètre de E. Houdart. Une table, jointe à l'appareil, permet de ramener toutes les indications à la température de 15°. La graduation

de l'œnobaromètre est d'ailleurs telle que le 10^e degré de l'instrument correspond à un poids spécifique de 0,996. Chaque degré en plus ou en moins, indique une augmentation ou une diminution de 0,001 dans le poids spécifique.

4. Pouvoir rotatoire. — Le vin traité par $\frac{1}{10}$ de sous-acétate de plomb, est amené ensuite au double du volume primitif par une addition convenable d'une solution étendue de sulfate de sodium. Après filtration, on procède à l'examen au polarimètre sur une épaisseur de 200 millimètres. Lorsque les vins sont purs et bien fermentés, ils ne donnent, en général, qu'une déviation insignifiante.

Renferment-ils encore du sucre fermentescible en proportion appréciable? Ils dévient alors le plan de polarisation vers la gauche d'une quantité à peu près proportionnelle au poids de la matière sucrée qu'ils contiennent.

On voit donc qu'un vin traité comme il a été dit ci-dessus, peut se montrer lévogyre, jamais sensiblement dextrogyre. Toute déviation à droite supérieure à $+ 0^{\circ}, 15'$ suffit à le faire tenir pour suspect.

L'action sur la lumière polarisée peut être rendue plus manifeste. Il suffit pour cela d'évaporer

doucement au bain-marie un quart de litre de vin jusqu'à commencement de cristallisation des sels. Le résidu, exposé au froid pendant quelque temps est alors séparé des sels, ramené à 50 centimètres cubes, décoloré par le charbon animal bien pur, et introduit dans le tube du polarimètre.

En opérant de la sorte, et en répétant les observations polarimétriques sur un grand nombre de moûts pendant toute la durée de la fermentation, C. Neubauer (1) a constaté que le pouvoir rotatoire lévogyre du moût disparaît peu à peu au fur et mesure que la fermentation s'achève, et finit par faire place dans tous les vins ordinaires moyens à un léger pouvoir dextrogyre qui ne s'élève pas à plus de $0^{\circ},1$ à $0^{\circ},2$ pour une colonne de 200 millimètres. Si la décoloration, au lieu d'être faite par le noir animal, est faite au moyen de sous-acétate de plomb, le liquide soumis à l'essai demeure toujours légèrement lévogyre.

5. Intensité de la coloration. — La valeur de ce caractère devient chaque jour plus grande

(1) *Bulletin de la Société Chimique*, t. XXVIII, p. 233 et 234.

depuis que, pour suppléer à l'insuffisance des récoltes, le commerce a imaginé le coupage des vins rouges naturels avec les vins de raisins secs d'abord, puis avec les vins de seconde cuvée ou vins de sucre. Un pareil coupage, s'il n'a pas été additionné d'une matière colorante artificielle, sera, en effet, d'autant plus pauvre en matière colorante qu'il renfermera, toutes choses égales d'ailleurs, une plus grande proportion de piquette. Il convient d'ajouter ici qu'aucun élément n'est plus variable que la coloration naturelle des vins ; certains cépages donnent un produit à peine rosé, tandis qu'avec d'autres le vin est doué d'un pouvoir colorant d'une intensité extrême.

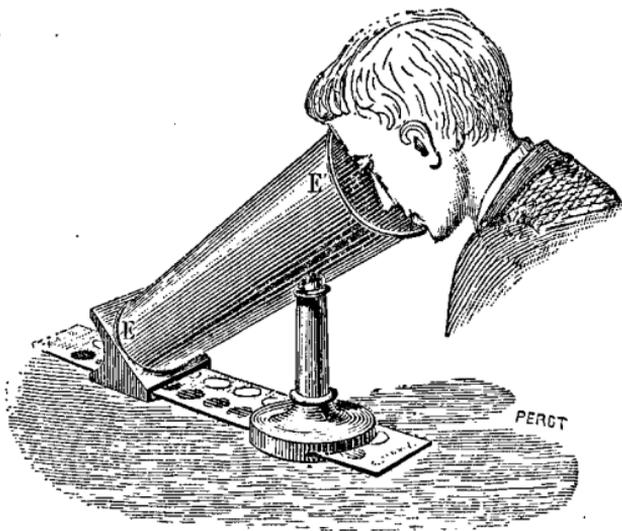
Divers appareils, connus sous le nom de *colorimètres*, sont employés pour déterminer le coefficient de coloration des vins, coefficient qu'on exprime en fonction d'une unité choisie arbitrairement et qui consiste d'ordinaire soit en une liqueur type, soit en une lame mince de verre coloré en rose vineux. Le vin dont on veut apprécier le degré de coloration étant introduit dans une auge dont la forme varie suivant les instruments, on s'arrange de manière à rendre sa coloration égale à celle de l'unité choisie. Ce but peut être atteint soit en étendant le vin avec

de l'eau, soit en diminuant l'épaisseur de la couche liquide qui traverse la lumière avant d'arriver à l'œil de l'observateur.

Malheureusement, tous les vins ne possèdent pas la même couleur, et la gamme des nuances que peuvent présenter les vins rouges, depuis les vins violacés jusqu'aux vins à teinte pelurée d'oignon, est on ne peut plus étendue.

Si donc le terme de comparaison pris pour

Fig. 1



Colorimètre de J. Salleron

unité possède une nuance fixe, on comprend

sans peine combien il est difficile de lui comparer des vins d'une teinte très éloignée de la sienne. Pour remédier à ce défaut commun de tous les anciens colorimètres, M. Salleron a comparé aux gammes chromatiques de la manufacture des Gobelins les teintes des diverses variétés de vins rouges.

« J'ai constaté de la sorte, dit-il que les vins dits bleus, ceux qui sont récoltés principalement sur les bords de la Loire, n'atteignent pas la gamme des couleurs franches que M. Chevreul appelle le violet rouge. Les vins vieux, passés, qui, par suite, ont perdu toute importance commerciale au point de vue de leur couleur et qui se trouvent à l'extrémité opposée de l'échelle de coloration des vins, n'ont pas dépassé le 3^e rouge. Entre et y compris ces deux couleurs franches, il existe, aux Gobelins, dix gammes intermédiaires que M. Chevreul a nommées :

	Violet rouge.		Rouge.
1 ^{er}	Violet rouge.	1 ^{er}	Rouge.
2 ^e	Violet rouge.	2 ^e	Rouge.
3 ^e	Violet rouge.	3 ^e	Rouge.
4 ^e	Violet rouge.		
5 ^e	Violet rouge.		

Ces dix couleurs et leurs désignations actuelles, qui composent une véritable gamme vino-

colorimétrique, nous ont servi non seulement à dénommer toutes les couleurs des vins mais à déterminer leurs intensités » (1).

Pour atteindre ce but, M. Salleron a fait teindre une série de rubans de satin de soie rigoureusement échantillonnés d'après les types des Gobelins, et il a fait disposer sur un carton les uns au-dessous des autres, depuis le violet rouge jusqu'au 3^e rouge, des disques découpés dans ces rubans. A côté de ces disques on a placé des disques semblables en satin blanc parfaitement incolore.

Deux lunettes montées sur un même support peuvent glisser le long de la bande de carton. L'une de ces lunettes reçoit la lumière réfléchie par les disques colorés, l'autre dont les verres sont mobiles reçoit la lumière réfléchie par les disques blancs. On introduit dans cette seconde lunette le vin à examiner et l'épaisseur de la couche vineuse est réglée par l'écartement des verres.

Comme les différentes couleurs prises pour termes de comparaison ont toutes la même intensité, on choisit celle qui présente la nuance

(1) SALLERON. — *De la détermination de la coloration des vins par le vino-colorimètre*. Paris, 1878.

la plus voisine de la teinte du vin, et il ne reste plus qu'à faire varier l'écartement des verres pour connaître à la fois le nom de la couleur du vin et son intensité.

SÉPARATION ET DOSAGE DES ÉLÉMENTS NORMAUX

6. Alcool. — L'alcool ne se dose jamais directement à l'état de pureté ni sous forme d'une combinaison définie. Pour déterminer sa proportion dans un mélange, on utilise la connaissance tantôt de l'une, tantôt de l'autre des constantes physiques des divers mélanges d'alcool et d'eau, si bien que les procédés d'évaluation de l'alcool sont un nombre sensiblement égal à celui des constantes physiques de ce liquide. Il n'est pas une seule de ces constantes, en effet, sur laquelle on n'ait cherché à fonder une méthode permettant de déterminer le titre d'un mélange plus ou moins complexe. Les méthodes de dosage de l'alcool ont donc ce point de commun, qu'aucune d'elle ne nécessite l'emploi d'un seul réactif.

Je vais étudier avec tout le soin qu'il convient

de donner à un problème de cette importance le procédé de dosage densimétrique ou *procédé de Gay-Lussac*; je passerai ensuite rapidement en revue les autres méthodes.

7. Dosage par l'alcoomètre centésimal. —

L'alcoomètre centésimal est trop connu pour qu'il soit utile de le décrire ici : tous les traités élémentaires de physique indiquent d'ailleurs la marche suivie pour établir sa graduation. Je rappelle seulement que cette graduation donne, pour chaque point de la tige, la proportion volumétrique centésimale d'alcool *absolu*, renfermée dans un mélange d'eau distillée et d'alcool tel que l'instrument s'enfonce jusqu'à ce point et s'y maintienne en équilibre, le liquide étant à la température de $+ 15^{\circ}$ centigrades.

L'alcool étant beaucoup moins dense que l'eau, l'alcoomètre à une même température s'enfonce d'autant plus que le mélange est plus riche en alcool ; cet instrument n'est autre chose, en réalité, qu'un aréomètre à poids constant.

Toute circonstance susceptible de modifier la densité d'un mélange d'eau et d'alcool rend donc défectueuses les indications de l'alcoomètre centésimal. La température de ce mélange vient-elle à s'élever : la densité diminue et l'instrument ac-

euse un titre alcoolique trop fort ; le contraire se produit si la température s'abaisse. Un corps solide ou liquide entre-t-il en dissolution dans le mélange alcoolique, la densité de celui-ci subit une nouvelle variation, d'où nouvelle erreur dans l'indication fournie par l'alcoomètre.

Pour éviter aux chimistes l'ennui de ramener continuellement les mélanges à la température de 15°, Gay-Lussac a construit des tables qui permettent de déterminer, d'après le titre alcoolique apparent à une température quelconque comprise entre 0 et 30°, le titre réel que présenterait le même mélange, préalablement ramené à 15°.

Mais ce que ne pouvait faire Guy-Lussac, c'était de prévoir et de corriger les perturbations apportées aux titres alcooliques des mélanges par les matières dissoutes. Ici, l'instrument ne pouvait plus servir, ou il fallait commencer par effectuer une *séparation*. Cette séparation n'est pas toujours réalisable, on peut concevoir des mélanges d'où il serait impossible de chasser l'alcool sans entraîner avec lui d'autres principes d'une densité différente de la sienne. Tel n'est pas, heureusement, le cas du vin ; presque toujours une simple distillation permet d'en extraire un mélange d'eau et d'alcool ne renfer-

mant que des traces négligeables de produits étrangers. Aussi est-ce à la distillation qu'on a recours lorsqu'on veut déterminer le titre alcoolique d'un vin au moyen de l'alcoomètre centésimal.

Comment convient-il d'opérer une semblable distillation ?

L'alcool pur bout à 79° environ sous la pression normale de l'atmosphère. C'est le plus volatil (1) des éléments du vin.

Après lui viennent, avec des tensions de vapeur de plus en plus faibles pour une même température, l'eau, puis les petites quantités d'alcools supérieurs, d'acides, de glycérine, etc., que le vin renferme.

On comprend donc sans difficulté que le vin, soumis à la distillation, doive commencer par perdre tout son alcool en même temps que de l'eau, avant d'abandonner d'autres produits volatils. L'alcool et l'eau ont en effet sur ces derniers, le double avantage de leurs fortes tensions et de leurs masses considérables.

Ajoutons qu'il est toujours facile de neutraliser par une base fixe les acides du vin avant de

(1) Je néglige des traces d'aldéhyde qui sont insignifiantes.

le distiller. On s'oppose ainsi à l'entraînement de ces acides en même temps qu'on les empêche de réagir sur l'alcool et de donner naissance à des éthers dont la présence dans le distillatum pourrait modifier, très légèrement d'ailleurs, le titre alcoolique trouvé.

Un volume connu de vin sera donc neutralisé exactement, c'est-à-dire jusqu'à virage de la couleur, par une lessive de potasse ou de soude. On l'introduira ensuite dans un appareil distillatoire bien clos, et on recueillera la première moitié du liquide condensé. Cette première moitié renfermera la totalité de l'alcool contenu dans le volume du vin mis en expérience. Il suffira d'en prendre le titre au moyen de l'alcoomètre centésimal et de diviser ce titre par deux pour avoir le degré alcoolique cherché.

Exemple. — Soit un vin dans lequel il importe de déterminer l'alcool avec toute la précision possible. Sa température est de $+ 18^{\circ}$.

Je remplis de ce vin une fiole jaugée de 500cm^3 , je verse le contenu de la fiole dans un ballon d'un litre environ, je rince la fiole à trois reprises avec quelques gouttes d'eau distillée que j'ajoute au vin déjà introduit dans le ballon, et je fais tomber goutte à goutte dans ce même vase une lessive de soude assez forte jusqu'au

moment où je constate que la couleur rouge du vin vire au bleu verdâtre ; j'adapte alors le ballon à un réfrigérant Liebig d'au moins 0^m,60 de longueur, et je chauffe de manière à produire et à entretenir une ébullition modérée.

Le liquide qui se condense est recueilli *non dans une éprouvette*, mais dans une petite fiole jaugée de 250^{cm}³. Lorsqu'elle est remplie jusqu'à deux ou trois centimètres du trait de jauge, j'y plonge un thermomètre, et j'arrête la distillation.

Supposons, ce qui est le cas ordinaire, que le thermomètre accuse une température supérieure à la température initiale du vin, 21° par exemple au lieu de 18°, je porterai la fiole dans l'eau très froide et l'y maintiendrai jusqu'à ce que le thermomètre indique une température moyenne de 18°. Il ne me restera plus qu'à retirer le thermomètre en ayant soin de le bien laver avec la fiole à jet et à compléter au moyen de l'eau de lavage le volume de 250 centimètres cubes. Après agitation, ces 250 centimètres cubes seront transvasés dans une éprouvette à pied où j'introduirai enfin l'alcoomètre centésimal ainsi qu'un petit thermomètre destiné à me faire savoir si la température du mélange est demeurée stationnaire ou si elle a varié dans un sens ou dans l'autre.

La tige de l'alcoomètre, avant son introduction dans le mélange hydro-alcoolique a été frottée au moyen d'une bande de papier à filtrer, imprégné de quelques gouttes de lessive de soude. Cette précaution est indispensable, nous verrons tout à l'heure pourquoi elle ne doit jamais être négligée.

Le thermomètre s'est élevé à 19°.

L'alcoomètre centésimal présente dans la ligne de niveau de la surface horizontale du liquide, c'est-à-dire au-dessous du ménisque dû à la capillarité, la division 18,4.

La table de correction m'apprend aussitôt que l'indication 18,4 à la température de 19° équivaut à l'indication 17,4 à la température de 15°. Je dirai donc que le vin examiné renferme $\frac{17,4}{2}$ ou 8^{vol},7 d'alcool pour 100 volumes de vin, c'est-à-dire que son titre alcoolique est 8,7.

Ici se posent plusieurs questions :

1° Pourquoi ramener le distillatum à la température qu'avait le vin avant la distillation ?

Parce que le raisonnement en vertu duquel je puis dire que le titre réel du vin est la moitié du titre observé nécessite que le volume recueilli soit la moitié du volume de vin employé. Or, si je mesurais ces volumes à des températures différentes, le rapport du premier au second ne

serait pas exactement celui des nombres 2 et 1. Au-dessus de 18° la mesure du liquide distillé serait entachée d'une erreur par défaut, erreur qui serait par excès dans le cas contraire.

2° Pourquoi frotter la tige de l'alcoomètre avec un papier imprégné de soude avant de faire usage de l'instrument ?

Parce que, pour un même titre alcoolique, le poids du ménisque soulevé, poids qui s'ajoute à celui de l'alcoomètre, n'est constant que si la surface de la tige est d'une propreté irréprochable. Le simple contact des doigts peut empêcher le verre d'être mouillé régulièrement et complètement ; mais l'expérience prouve qu'après une légère friction avec un papier imprégné de soude ou de potasse, les matières grasses ou autres impuretés sont si bien enlevées, que les alcoomètres donnent des indications toujours comparables entre elles, le ménisque étant alors d'une régularité parfaite.

3° Pourquoi déterminer le titre alcoolique sur la moitié du vin au lieu de compléter le volume par addition d'eau distillée ?

Parce que l'indétermination inséparable de toute lecture se trouve ainsi fortement atténuée.

Supposons en effet que je prenne 18,4 pour le point d'affleurement de l'alcoomètre et que je

commette une légère erreur, le degré réel étant $18,4 + \varepsilon$, le titre attribué au vin sera $8,70$, tandis que le titre réel est $8,70 + \frac{\varepsilon}{2}$.

Si, au contraire, j'avais opéré sur un volume égal à celui du vin, l'erreur au lieu de se réduire à $\frac{\varepsilon}{2}$ serait double, elle serait de ε tout entier.

Je sais qu'on pourra m'objecter qu'il est une autre cause d'erreur dont j'ometts de tenir compte ici : l'erreur commise dans la mesure des volumes du mélange alcoolique, et qu'une même erreur commise dans la mesure d'un volume moitié moindre acquiert une importance double. Cela est vrai, mais je dois dire qu'avec des fioles bien jaugées et à col étroit, de pareilles erreurs sont absolument négligeables.

4° Faut-il recourir aux tables de correction chaque fois qu'on doit prendre un titre alcoolique et que le hasard n'amène pas la température à 15° centigrades ?

Oui, et aucune formule approximative ne saurait permettre d'effectuer la correction de la température.

C'est à tort qu'on a proposé dans certains ouvrages, excellents d'ailleurs, la formule :

$$x = a - 0,4(t - 15)$$

dans laquelle x représente le titre alcoolique réel à 15 degrés et a le titre indiqué par l'alcoomètre à la température t .

Cette formule n'est applicable qu'aux mélanges alcooliques dont la richesse atteint 30 % environ. Jusqu'à 20 % elle conduit aux résultats les plus inexacts. Nous avons vu tout à l'heure, par exemple, que a étant égal à 18,4 et t à 19 la vraie valeur de x d'après les tables est 17,4. Or, si on cherchait à déterminer x par la formule, on aurait :

$$x = 18,4 - 0,4 \times 4 = 18,4 - 1,6 = 16,8$$

C'est-à-dire qu'on commettrait une erreur de 0°,6 par défaut.

5° Suffira-t-il toujours de distiller la moitié du vin pour être sûr que la totalité de l'alcool a été éliminée ?

Oui, à la seule condition que la richesse alcoolique ne dépasse pas 16 à 18 degrés centésimaux, ce qui est le cas de tous les vins ordinaires.

Dans les liquides où le titre dépasse ces limites sans s'élever au-dessus de 25 degrés, on distillera les deux tiers du volume de vin employé, soit 400^{cm}³ sur une prise d'essai de 600^{cm}³.

Pour en finir avec les indications pratiques relatives à l'alcoomètre centésimal, je dois ajouter

qu'il faut toujours avoir soin de ne faire la lecture qu'après avoir laissé à l'instrument le temps de se mettre en parfait équilibre de température avec le milieu dans lequel il est plongé. Il est clair, en effet, que si V représente le volume à zéro de l'alcoomètre, K le coefficient de dilatation cubique du verre, t et t' les températures respectives du laboratoire et du liquide distillé, la poussée aussitôt après l'immersion s'exercera sur le volume

$$V (1 + Kt)$$

tandis qu'un instant après l'immersion s'exercera sur le volume

$$V (1 + Kt')$$

lorsque l'alcoomètre aura pris la température du mélange.

Il en résultera une élévation ou un abaissement de la tige, suivant que t' sera supérieur ou inférieur à t .

J'ai supposé jusqu'ici que l'alcoomètre ne présente aucune erreur de graduation, qu'il a été vérifié pour chaque degré et qu'il ne s'écarte en aucun point d'un alcoomètre étalon. Mais chacun n'a pas un semblable alcoomètre à sa disposition,

aussi MM. Pinson et Petit ont-ils imaginé une méthode extrêmement ingénieuse pour vérifier les alcoomètres en même temps que pour les graduer (1).

Il m'est malheureusement impossible d'indiquer ici les principes sur lesquels repose ce remarquable travail.

Je me borne à le signaler et à en recommander la lecture à toutes les personnes qui désirent compléter leurs connaissances en alcoométrie.

La vérification des alcoomètres peut sembler aujourd'hui à nombre de personnes chose superflue, puisqu'en vertu de la loi du 8 juillet 1881 « les alcoomètres centésimaux et les thermomètres nécessaires à leur usage ne peuvent être mis en vente ni employés s'ils n'ont été soumis à une vérification préalable et s'ils ne sont munis d'un signe constatant l'accomplissement de cette formalité ».

Raisonné de la sorte serait néanmoins s'exposer à s'endormir dans une sécurité bien trompeuse, car le zéro de l'alcoomètre, tout aussi bien que celui du thermomètre, se déplace à la longue,

(1) PETIT et PINSON. — *Graduation de l'alcoomètre de Gay-Lussac dans l'eau et vérification des alcoomètres*. Paris, 1874, in-8°, chez Gauthier-Villars.

et le déplacement en question peut atteindre dans certains cas un demi-degré.

Une vérification sérieuse de l'instrument est donc nécessaire de temps en temps et je ne saurais trop la recommander.

8. Ebullioscopes. — De même qu'à chaque mélange d'alcool et d'eau correspond une densité particulière, de même, chacun de ces mélanges possède un point initial d'ébullition qui lui est propre. Ce caractère, une fois déterminé, peut donc inversement faire connaître la richesse alcoolique du liquide qui le présente.

On peut en dire autant du point de congélation.

La méthode fondée sur la connaissance des points de congélation n'a pas été appliquée, mais les nombreuses déterminations effectuées par M. Raoult (1) pourraient permettre d'apprécier le titre d'un mélange d'alcool et d'eau d'après la température à laquelle il commencerait à se solidifier.

Inutile d'ajouter que les difficultés d'une semblable manipulation ne laissent pas supposer

(1) RAOULT. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XC, p. 866.

qu'elle puisse jamais devenir le point de départ d'un procédé pratique.

Bien différente a été la fortune de la méthode dans laquelle la détermination du titre alcoolique repose sur la recherche du point d'ébullition, ou *méthode de l'ébullioscope*.

Proposé il y a bien longtemps par Tabarié, perfectionné par MM. Malligand, Salleron, etc., l'ébullioscope jouit à l'heure actuelle d'une grande faveur parmi les commerçants.

Cette faveur, méritée à plus d'un titre, s'explique aisément :

1° L'ébullioscope dispense l'opérateur de distiller son vin, car le point initial d'ébullition de ce liquide ne diffère pas très sensiblement, dans le plus grand nombre des cas, de celui de tous les autres vins de même titre.

2° Avec l'ébullioscope, plus de température initiale ni de température finale à noter, plus de table de correction à consulter. Une simple lecture sur l'échelle graduée de l'instrument donne le titre alcoolique, si l'on a eu soin de ramener le zéro, par un essai préliminaire, au point où s'arrête le mercure du thermomètre soumis à l'action de la vapeur d'eau bouillante.

Malheureusement, il faut bien le dire, ces deux principes sont loin d'être toujours appli-

cables. Les éléments divers qui constituent l'extrait sec d'un vin, dès que leur poids est supérieur au poids moyen, abaissent sensiblement la température d'ébullition de ce liquide et faussent les indications de l'ébullioscope. L'erreur ainsi commise peut être atténuée, il est vrai, par le coupage du vin avec un volume d'eau égal au sien, mais un pareil coupage, on le comprend sans peine, ne fait qu'atténuer l'erreur sans jamais l'annuler.

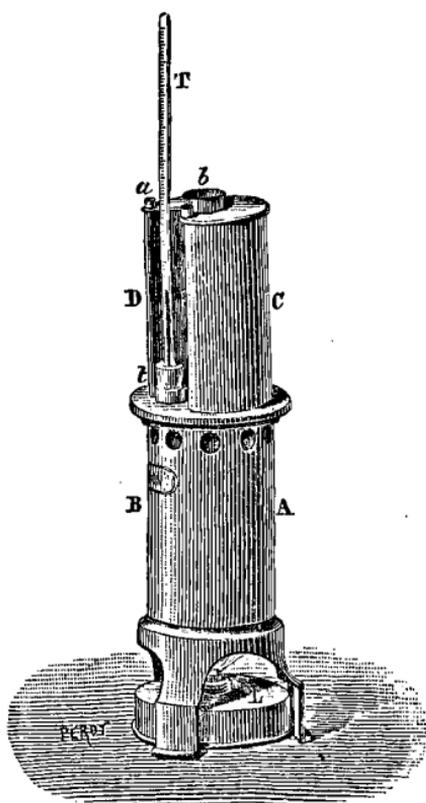
D'un autre côté, la détermination du point d'ébullition de l'eau avant chaque essai ne permet pas de corriger exactement les influences des variations de la pression atmosphérique ; il résulte en effet des recherches de M. Salleron ⁽¹⁾ que, « à différentes altitudes d'un grand nombre de localités situées en France et où l'impôt des vins se trouve perçu, l'ébullioscope accuse des résultats inexacts dont l'erreur peut s'élever à 0°,6 ».

9. Ebulliomètre de J. Salleron. — Ne pouvant entrer ici dans la description détaillée de

(1) SALLERON. — *Etude sur la température d'ébullition des spiritueux et sur le dosage de l'alcool au moyen de l'ébullioscope.* Paris, 1876.

tous les ébullioscopes construits depuis Tabarié, je me bornerai à décrire l'*Ebulliomètre* de M. Salleron. Cet instrument présente sur ceux qui l'ont précédé, l'incontestable avantage d'indiquer

Fig. 2



Ebulliomètre de J. Salleron

exactement les températures d'ébullition des mélanges d'alcool et d'eau, ce qui permet de le faire servir à la vérification des résultats obtenus par l'alcoomètre centésimal.

L'ébulliomètre se compose essentiellement d'une chaudière métallique contenant le liquide soumis à l'expérience, et enfermée dans

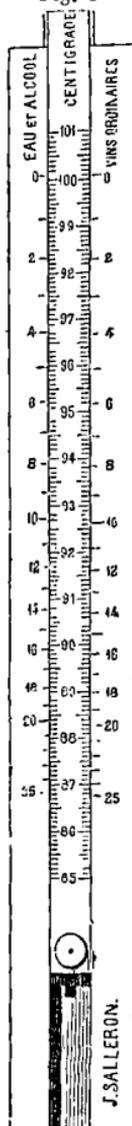
nement extérieur et augmente la rapidité en même temps que la régularité du chauffage. Un réfrigérant D, fixé au sommet de la chaudière, condense les vapeurs alcooliques qui s'élèvent dans un serpentín intérieur, en maintenant l'uniformité de la température du liquide en ébullition.

Un thermomètre T, divisé sur verre par dixièmes de degré centigrade, est fixé au moyen d'un bouchon de caoutchouc dans la tubulure *t* de la chaudière; son réservoir plonge au sein du liquide chauffé.

Ajoutons enfin qu'une échelle ébulliométrique à coulisse, jointe à l'appareil, a pour effet de transformer en richesses alcooliques les températures accusées en degrés centigrades par le thermomètre T.

Réglage de l'appareil. — Les changements de la pression barométrique modifiant chaque jour la température d'ébullition des liquides, la première chose à faire, avant de se servir de l'ébulliomètre, est de déterminer la température d'ébullition de l'eau. On verse à cet effet dans la chaudière 15 centimètres cubes d'eau pure, on introduit le thermomètre et on allume la lampe à alcool L. Après quelques minutes, le mercure devient stationnaire et indique par conséquent,

Fig. 3



Règle de l'ébulliomètre de J. Salleron

la température d'ébullition de l'eau. Supposons que cette température soit 100 degrés et 1 dixième.

Le thermomètre de l'ébulliomètre n'indique pas directement la richesse alcoolique du liquide soumis à l'analyse, mais sa température d'ébullition exprimée en degrés centigrades. Pour traduire en degrés alcooliques l'indication du thermomètre, on emploie une échelle à coulisse qui porte trois graduations différentes : celle du milieu, tracée sur une règlette mobile, correspond aux degrés centigrades du thermomètre, elle porte l'indication *centigrade*; celle de gauche répond aux richesses alcooliques si le liquide essayé est un mélange d'eau et d'alcool, c'est pourquoi elle est désignée sous le nom de *eau et alcool*; enfin, celle de droite représente les richesses alcooliques des vins ordinaires, aussi est-elle nommée *vins ordinaires*. Ces deux échelles sont donc divisées en degrés alcooliques et

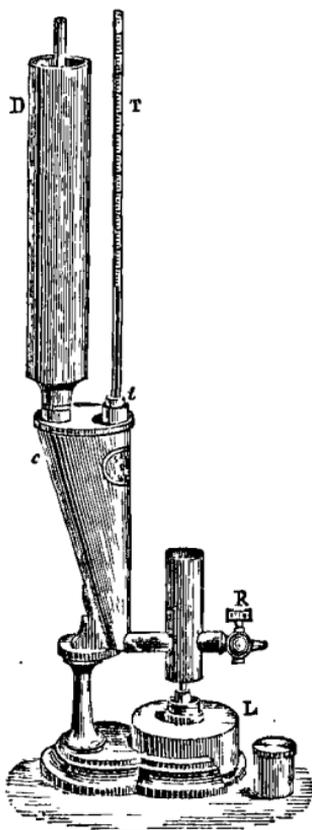
chaque degré est subdivisé en 10 parties ou dixièmes.

L'usage de cette règle est fort simple : on desserre le petit écrou qui se trouve derrière l'échelle et qui maintient la réglette immobile, puis, faisant mouvoir cette réglette, on amène la division 100,1, température que le thermomètre marquait dans l'eau bouillante, devant la division 0 des échelles fixes, enfin, on serre l'écrou. L'échelle est maintenant prête aux expériences, et l'appareil est réglé sans qu'on ait besoin de renouveler ce réglage à chaque opération ; les changements atmosphériques ne se produisant généralement qu'avec une certaine lenteur.

Essai des vins. — Supposons qu'on veuille essayer un vin ordinaire ; on vide soigneusement la chaudière de l'eau qu'elle pouvait contenir, on la rince avec une petite quantité du vin à essayer et qu'on expulse à son tour, puis on y introduit 50 centimètres cubes de vin mesurés à l'aide du tube de verre gradué (100 divisions), on remplit d'eau froide le réfrigérant et on introduit le thermomètre T dans sa tubulure ; enfin, la lampe L est allumée et placée sous le fourneau. Après trois ou quatre minutes, la colonne de mercure du thermomètre commence à apparaître, elle s'élève rapidement d'abord, ensuite

plus lentement et, enfin, s'arrête tout à fait. On attend une ou deux minutes pour être certain de

Fig. 4



Ebulliomètre de J. Salleron
(Nouveau modèle)

que le vin *essayé* contient 13,5 % d'alcool pur.

l'immobilité de la colonne, puis on lit la division qui se trouve en face du sommet du mercure. Supposons que ce soit 90°,7, on éteint la lampe et l'opération est terminée.

Il faut alors transformer la température 90°,7 centigrades en richesse alcoolique : on se reporte à l'échelle *ébulliométrique* décrite plus haut, on lit sur l'échelle de *droite*, portant l'inscription *vins ordinaires*, la division qui se trouve en face de la température 90°,7 centigrades de l'échelle centrale; on trouve 13,5, ce qui veut dire

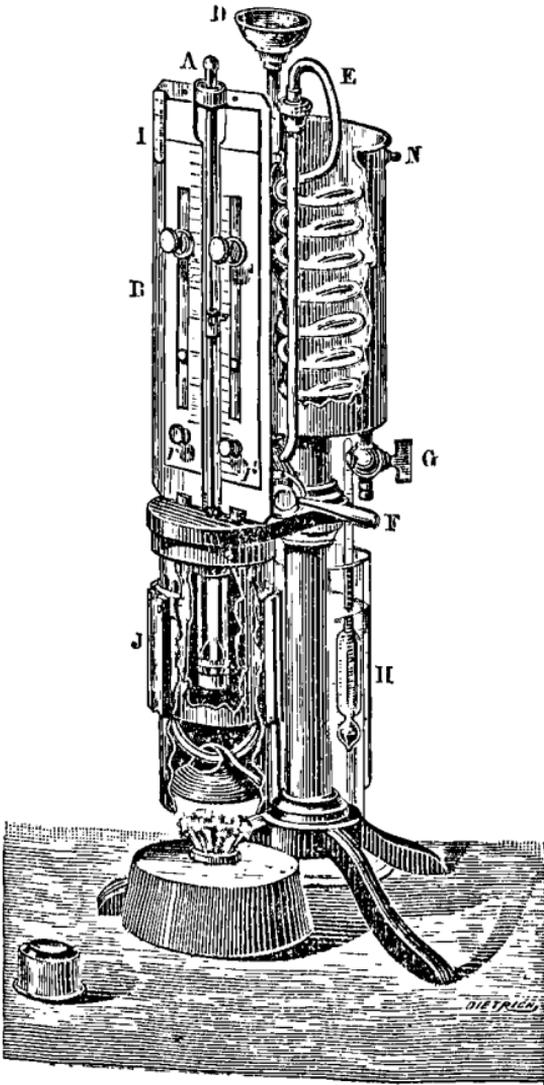
Essai d'un mélange ne contenant que de l'eau et de l'alcool. — Si le liquide essayé, au lieu de contenir, comme le vin, des sels, des gommes et d'autres matières solides dissoutes, n'est composé que d'eau et d'alcool, il faut chercher sur la graduation *gauche* de l'échelle à coulisse, marquée *eau et alcool*, celle des divisions qui se trouve en regard de la température centigrade; si, reprenant l'exemple précédent, cette dernière est aussi $90^{\circ},7$, la richesse alcoolique est $13^{\circ},8$.

10. Cénomètre de Rey. — Un ébullioscope ingénieux, permettant de contrôler par la distillation les indications obtenues directement au moyen du thermomètre, a été imaginé en ces dernières années par M. Rey.

Avec cet appareil, le volume de vin qui a servi à déterminer la température d'ébullition peut, par la simple manœuvre d'un robinet, être soumis à une distillation fractionnée qu'on arrête dès que le thermomètre est revenu au point d'eau.

Le distillatum est alors pesé soit au moyen d'un alcoomètre de très petites dimensions, soit (ce qui est préférable) par la méthode du flacon.

Fig. 5



Œnomètre de Rey

Il peut encore être essayé au moyen du *Réfractomètre* d'Amagat (1).

11. — Plusieurs méthodes ont encore été proposées pour doser l'alcool des vins.

L'une d'elles repose sur la connaissance des coefficients de dilatation des divers mélanges d'alcool et d'eau ; une autre sur celle de la tension de vapeur des mêmes mélanges ; d'autres enfin, sur la mesure des actions capillaires.

Je me contente de les signaler, ne pouvant entreprendre ici l'étude critique de ces nombreux procédés très ingénieux sans doute, mais dont les indications ne présentent jamais un degré d'exactitude comparable à celui des indications obtenues par la densimétrie ni même par l'ébullioscope.

En résumé, la vieille méthode de Gay-Lussac, qui permet à tout opérateur un peu exercé d'apprécier toujours le cinquième du degré alcoolique et souvent le dixième, est et restera sans

(1) Cet appareil, d'un prix malheureusement trop élevé, donne d'excellentes indications et présente sur l'alcoomètre centésimal l'avantage de permettre d'opérer avec quelques centimètres cubes seulement du mélange hydro-alcoolique.

doute longtemps encore la meilleure, je veux dire celle à laquelle il conviendra d'avoir recours chaque fois qu'il s'agira soit d'obtenir une détermination précise, soit de contrôler les résultats fournis par l'une quelconque des autres méthodes.

Ceux-là seuls la critiquent qui ne savent pas opérer convenablement une distillation ou qui se servent d'un alcoomètre mal gradué.

12. Détermination du poids de l'extrait sec. — Lorsqu'un liquide tient, soit en dissolution, soit en suspension, un certain nombre de produits solides, on appelle extrait sec de ce liquide le poids du résidu fixe qu'une évaporation complète lui fait abandonner. Cet extrait sec représente donc la somme des poids des éléments solides primitivement dissous. Par différence, il donne la proportion des éléments volatils.

Défini de la sorte, le problème de la recherche des extraits secs paraît, au premier abord, d'une simplicité enfantine. On prend un poids connu du liquide à examiner, on l'évapore au bain-marie, à l'étuve ou au bain d'air jusqu'à invariabilité du résidu, et cette invariabilité une fois atteinte, le rapport cherché se déduit d'une simple proportion.

Tous les procédés usités peuvent se résumer dans ces quelques mots ; mais il nous suffira d'étudier la question d'un peu plus près pour voir combien elle présente de difficultés et d'incertitudes.

Le vin est un produit complexe, renfermant non seulement de l'eau, de l'alcool et des matières solides, mais aussi divers liquides beaucoup moins volatils que les deux précédents et dont le plus important, la glycérine représente à lui seul un poids égal au tiers environ du poids total des éléments solides. Or, la glycérine, possède déjà à 100° une tension de vapeur qui n'est nullement négligeable ; tous les auteurs sont d'accord sur ce point.

Qu'appellera-t-on dès lors extrait du vin ?

Sera-ce le poids du résidu privé de glycérine ou bien le poids du même résidu renfermant encore, soit la totalité, soit une partie aliquote de ce liquide ?

Pour faire saisir la nécessité absolue d'adopter l'une ou l'autre de ces définitions et de rapporter à l'unité choisie les résultats de toutes les analyses, il me suffira de rappeler ici le fait suivant, qui a fait grand bruit à l'époque où il s'est produit.

Au cours d'un procès fort important, deux

habiles chimistes, appelés à donner tour à tour leur avis sur un même échantillon de vin, déclarèrent, l'un que ce vin renfermait *dix-neuf* grammes d'extrait, l'autre qu'il en contenait seulement *treize* grammes. Le premier avait évaporé vingt-cinq centimètres cubes de vin à l'étuve pendant huit heures; le second avait desséché dix centimètres cubes au bain-marie jusqu'à invariabilité de poids du résidu.

Lequel de ces deux chimistes donnait le poids réel de l'extrait sec du vin analysé? Chacun d'eux apportait un résultat parfaitement exact, mais les deux résultats n'étaient pas écrits dans la même langue, les deux grandeurs n'étaient pas rapportées à la même unité et ne pouvaient, par suite, être comparées l'une à l'autre.

Le dernier expérimentateur avait chassé du vin la presque totalité de la glycérine, le premier en avait conservé la majeure partie; un troisième n'en aurait peut-être éliminé que des traces, et aurait obtenu un extrait de 20^{gr},50 ou 21 grammes.

En présence de semblables écarts, il faut prendre parti, il faut s'arrêter à une définition précise de l'extrait sec du vin.

On pourrait, avec le chimiste cité plus haut, appeler « extrait sec » le poids invariable du ré-

sidu desséché à l'étuve de Gay-Lussac ou au bain-marie jusqu'à expulsion de la totalité ou de la presque totalité des éléments volatils à la température de 100°. Cette définition n'ayant point prévalu, nous n'aurons pas à nous y arrêter.

On peut aussi donner le nom d'extrait du vin au poids du résidu desséché dans des conditions telles que la glycérine ne soit pas volatilisée ou le soit dans une proportion négligeable. Ce but est atteint par la dessiccation dans le vide ainsi que je le montrerai tout à l'heure.

On peut enfin définir conventionnellement extrait sec le poids du résidu desséché au bain-marie conformément à l'instruction ministérielle suivante prise en vertu d'une délibération du Comité consultatif des arts et manufactures : « Vingt centimètres cubes de vin seront évaporés au bain-marie d'eau bouillante, dans une capsule de platine à fond plat, de diamètre tel que la hauteur du liquide ne dépasse pas un centimètre. La capsule sera plongée dans la vapeur, elle émergera seulement de un centimètre de la plaque sur laquelle elle sera supportée. Les capsules devront être placées sur le bain préalablement porté à l'ébullition et l'évaporation sera continuée pendant six heures ».

Cette définition serait excellente si la dessicca-

tion du vin pouvait être opérée dans des conditions toujours identiques, et si les résultats obtenus n'étaient influencés par un nombre considérable d'éléments dont la résultante est bien difficile à connaître. Un même observateur arrivera toujours par cette méthode à des résultats très sensiblement comparables entre eux, mais il lui sera généralement impossible de les assimiler aux résultats obtenus par d'autres chimistes, car la rapidité de la dessiccation varie, non seulement avec le volume de vin employé, avec la surface plus ou moins considérable sur laquelle se dépose l'extrait, mais avec la ventilation plus ou moins active du bain-marie, avec l'état hygrométrique de l'air, avec l'épaisseur des capsules qui renferment le vin, etc., etc... On peut donc dire que le problème de la détermination rapide du poids de l'extrait sec du vin est encore loin d'être résolu.

13. Détermination de l'extrait en fonction de la densité. — Connaissant le titre alcoolique d'un vin, sa densité, et admettant que la densité de l'extrait des vins soit constante, on peut déterminer la quantité d'extrait de ce vin. M. Houdart a trouvé que la densité de l'extrait varie de 1,83 à 2,05 et qu'elle est en moyenne de

1,94 pour les vins non sucrés ; il a établi ensuite la relation qui existe entre :

p , le poids de l'extrait sec déterminé à 100° sur un litre de vin ;

D , la densité de ce vin à 15° ;

D' , la densité d'un mélange d'eau et d'alcool au même titre et à la même température que le vin essayé ;

c , la densité de l'extrait sec ;

d , la densité de l'eau à 0°.

Cette relation est

$$p = \frac{1000 c}{c - d} (D - D')$$

ou, en remplaçant c et d par leur valeur,

$$p = 2062 (D - D').$$

Les tables de Gay-Lussac fournissent d'ailleurs les volumes de D' en fonction du titre alcoolique θ ; on connaîtra donc p dès qu'on aura déterminé D et θ .

Pour éviter aux expérimentateurs la répétition journalière du calcul de p , M. Houdart a dressé une table des différentes valeurs de cet élément pour les valeurs successives de D et de θ . Il a fait construire en outre, pour la détermination

de D, un densimètre très sensible gradué de $0^{\text{sr}},2$ en $0^{\text{sr}},2$ de 0,987 à 1,002 et auquel il a donné le nom d'œno-baromètre.

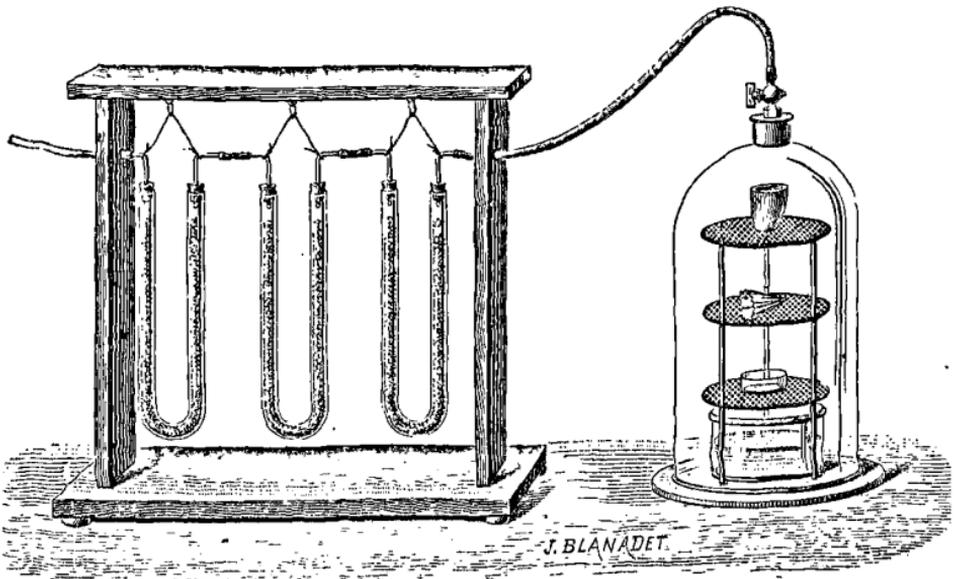
14. Extrait sec dans le vide. — Lorsqu'on se propose, non plus d'établir de simples rapports numériques entre les poids des extraits secs de différents vins, données assurément fort utiles puisqu'elles permettent d'apprécier un élément important de la valeur de ces liquides, mais incomplètes puisqu'elles ne font pas connaître le poids réel de cet élément; lorsqu'on se propose, dis-je, de déterminer avec quelque précision la richesse d'un vin en éléments peu ou point volatils, c'est-à-dire, en un mot, le poids de tout ce qui n'est ni eau, ni alcool, il faut avoir recours à la dessiccation dans le vide.

Frappé des erreurs énormes auxquelles peut conduire la détermination directe du poids de l'extrait sec du vin par l'évaporation à 100° , erreurs dues en grande partie à la tension de vapeur très appréciable de la glycérine à cette température, j'ai proposé d'évaporer le vin dans le vide à la température ambiante, sur de larges surfaces, en présence d'anhydride phosphorique, et de considérer l'extrait comme sec (c'est-à-dire privé d'eau et d'alcool), lorsque les variations de

son poids sont devenues à peu près insensibles et ne dépassent pas $08^r,001$ pour deux pesées faites à un intervalle de vingt-quatre heures.

Comment conviendra-t-il d'opérer pour déterminer avec autant d'exactitude que possible le poids d'un pareil extrait sec ?

Fig. 6



Dans une cloche munie d'un support à trois étages on placera : 1° au premier étage, un cristalliseur renfermant de l'acide sulfurique ordinaire ; 2° au deuxième étage un autre vase ren-

fermant des fragments de potasse (1) ; 3° au troisième étage un verre de montre d'au moins 6 centimètres de diamètre, et d'une courbure assez faible pour que 5 centimètres cubes de vin s'y étalent sur une surface de 5 centimètres environ de diamètre. Dans ces conditions, la surface d'évaporation sera d'environ 20 centimètres carrés, c'est-à-dire que l'épaisseur moyenne sera très faible (0^{cm},25), ce qui assurera une prompte et parfaite dessiccation.

Le verre de montre ayant été préalablement taré vide et recouvert d'un autre verre semblable à lui, et à bords rodés sur les siens, on y introduira un volume très exactement mesuré de 5 centimètres cubes de vin, puis on fera le vide dans la cloche, en évitant d'atteindre le point d'ébullition du vin, ce qui ferait courir des risques de pertes par projection. (Il est presque toujours possible de réduire du premier coup la pression à 10 ou 12 centimètres de mercure sans avoir à redouter un pareil accident).

(1) Cette potasse aura pour destination d'absorber les vapeurs de l'acide acétique, lequel ne devrait pas, autant que possible, être pesé avec l'extrait sec, dont il n'a aucune raison d'être considéré comme un élément, puisqu'il dérive de l'alcool, et que l'alcool n'est point compté dans l'extrait sec.

Au bout de deux jours, on ouvrira la cloche, on remplacera l'acide sulfurique par de l'anhydride phosphorique, et on reproduira le vide aussitôt, *d'une manière aussi complète que possible*. Deux jours en été, quatre en hiver suffiront dès lors pour compléter la dessiccation. Lorsque ce temps sera écoulé, on réunira le verre renfermant l'extrait à celui avec lequel il a été taré ⁽¹⁾, on pèsera de nouveau et la différence des deux poids, multipliée par 200, fera connaître le nombre cherché.

On trouve aujourd'hui dans le commerce de petits vases cylindriques en verre, à bords rodés, et d'un diamètre de 5 centimètres, qui peuvent être avantageusement employés à la place des verres de montre. Ces « vases à extraits » se recouvrent d'une plaque de verre de même diamètre pendant les pesées.

15. Dosage de la Glycérine. — De tous les éléments dont la réunion constitue l'extrait du

(1) Il faut faire cette réunion avec toute la célérité possible, car les extraits secs obtenus dans le vide attirent l'humidité de l'atmosphère et augmentent rapidement de poids, grâce à la glycérine sèche dont ils sont imprégnés.

vin, celui dont le dosage peut fournir les indications les plus utiles dans un très grand nombre de cas, est, sans contredit, la glycérine.

La seule connaissance du rapport du poids de ce corps au poids de l'alcool permet souvent de conclure à l'alcoolisation d'un vin ; car le rapport en question, sans être invariable, ne s'écarte pas de certaines limites, dans les fermentations normales. Vient-il à s'abaisser d'une quantité notable, on peut conclure au vinage du vin, c'est-à-dire à une addition d'alcool étranger, ainsi que nous le démontrerons plus loin.

Plusieurs méthodes ont été proposées pour doser la glycérine.

16. Méthode de Pasteur. — M. Pasteur⁽¹⁾ opère sur 250 centimètres cubes de vin qu'il décolore par le charbon animal. Il évapore ensuite doucement la liqueur à 60° ou 70°, la réduit à 100 centimètres cubes et la sature alors par quelques grammes de chaux éteinte, l'évaporation étant achevée dans le vide sec, la masse qui reste est traitée par un mélange d'alcool à 92° (1 partie) et d'éther à 65° (1 partie $\frac{1}{2}$).

(1) PASTEUR. — *Annales de Physique et de Chimie* (3^e série) t. LXVIII, p. 334, 442.

Le liquide étheré est filtré, évaporé lentement, desséché dans une capsule tarée, et pesé. C'est de la glycérine presque pure, ne renfermant pas plus de 1 à 1,5 % de matières étrangères.

17. Méthode de Chancel. — M. Chancel ajoute à 100 centimètres cubes de vin un peu de chaux vive délitée, un peu plus que pour la saturation ; il évapore au bain-marie, reprend le résidu par 10 lavages successifs de 5 centimètres cubes chacun d'un mélange de : une partie d'alcool à 85° et deux parties d'éther. Il évapore le tout dans la fiole même, puis il verse le contenu en lavant avec de l'eau dans une capsule tarée et évapore au-dessous de 100° jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de perte de poids. En multipliant l'augmentation du poids de la capsule par 1,07, on a celui de la glycérine.

18. Méthode de Carles. — M. Carles ⁽¹⁾ modifie ce procédé de la manière suivante :

« Nous préférons, dit-il, prendre 100 centimètres cubes de vin, les sursaturer légèrement

(1) CARLES. — *Etude chimique et hygiénique des vins*, p. 56 et 57.

par quelques pincées de chaux éteinte, agiter, laisser reposer et filtrer au papier, en ayant la précaution de laver le filtre avec quelques grammes de vin jusqu'à parfaire exactement le volume primitif de 100 centimètres cubes. Faire évaporer le vin ainsi décoloré dans une capsule de platine, disposée à l'air libre sur un bain-marie, dont on maintient toujours l'eau vers 100, jusqu'à ce qu'il se soit transformé en un liquide sirupeux. A ce terme, introduire la matière dans un tube à essai de 15 centimètres, rincer la capsule à l'aide de 8 à 10 gouttes d'eau, et enfin épuiser l'extrait par douze ou quinze lavages à l'aide de la liqueur éthéro-alcoolique, ainsi que l'indique M. Chancel. Comme cet auteur, après avoir laissé se précipiter l'extrait, nous réunissons aussi tous les produits des lavages dans une fiole, mais uniquement pour les laisser s'y dépouiller de toutes les impuretés en suspension; car, dès que le liquide s'est entièrement éclairci, nous le portons par fractions dans une capsule de platine tarée, où nous le faisons évaporer d'abord à une très douce chaleur, puis vers 80° à 90°, jusqu'à ce que son poids reste à peu près constant. Pour être bien certain que l'extrait est épuisé après le dixième lavage, nous continuons le traitement à l'éther, mais en re-

cueillant cette fois le liquide éclairci dans une deuxième capsule et au besoin dans une troisième, jusqu'à résultat négatif. Avec ces diverses modifications, nous avons généralement obtenu de meilleurs rendements qu'avec le procédé tel qu'il a été institué par M. Chancel ».

Les pertes toujours notables de glycérine qu'entraînent la dessiccation à 100° ne nous permettent pas de recommander l'emploi des procédés de MM. Chancel et Charles. La même critique ne saurait être adressée au procédé de M. Pasteur, procédé dans lequel l'auteur achève toutes les évaporations dans le vide sec. Les résultats obtenus sont très exacts lorsqu'on opère sur des vins non plâtrés, mais ainsi que nous avons pu le constater sur de nombreux échantillons de vins très fortement plâtrés, les résultats sont erronés dès que le vin renferme une dose élevée de sulfate de potassium.

19. Méthode de Raynaud. — Dans ces cas véritablement difficiles, M. Raynaud ⁽¹⁾ opère de la manière suivante :

(1) RAYNAUD. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences* p. 1079, t. XC et *Documents sur les falsifications des matières alimentaires et sur les travaux du laboratoire municipal*, p. 118.

« Le vin réduit par évaporation au cinquième de son volume est additionné d'acide hydrofluosilicique, puis d'alcool ; on filtre, on ajoute de l'eau de baryte en léger excès et on évapore le tout dans le vide sur une certaine quantité de sable quartzeux destiné à diviser la masse extractive. On épuise par un mélange d'alcool et d'éther absolument purs, on évapore lentement la solution et on abandonne le résidu dans le vide sec. Il se dépose un mélange de glycérine, de matières extractives et de produits minéraux, qu'on introduit dans une grande nacelle de platine. Celle-ci est placée dans le vide en présence d'acide sulfurique d'abord, puis d'anhydride phosphorique jusqu'à invariabilité du poids : On note ce poids et on introduit la nacelle dans un tube où l'on fait le vide tout en le chauffant à 120° au bain d'huile.

Dans ces conditions, toute la glycérine distille et sa proportion est exactement indiquée par la perte de poids de la nacelle. Cette méthode, d'une application un peu pénible sans doute, présente en revanche l'avantage de conduire à des résultats d'une exactitude aussi complète que possible. C'est à elle que doivent recourir les chimistes obligés de doser la glycérine dans les vins fortement plâtrés, car dans ce cas spécial, elle seule est à l'abri de toute critique.

20. Procédé de M. Ferdinand Jean. — Ce procédé, d'une application un peu plus facile, nous parait mériter aussi d'être recommandé.

Voici la description qu'en donne l'auteur :

« Évaporer 250 centimètres cubes de vin jusqu'au volume d'environ 100 centimètres cubes. Agiter le vin ainsi réduit avec de l'oxyde de plomb récemment précipité, puis rendu légèrement alcalin par l'eau de baryte. Filtrer, laver, neutraliser le liquide filtré par l'acide sulfurique dilué. Concentrer dans une capsule plate en porcelaine; lorsque le volume du liquide est réduit à environ 50 centimètres cubes, on y incorpore 5 grammes d'oxyde de plomb, 10 grammes de sable et 20 grammes de sulfate de baryte. Évaporer et sécher à 100 degrés. Pendant la dessiccation, remuer avec une baguette de verre pour éviter les projections. Pulvériser la masse desséchée et l'épuiser par un mélange de 1 partie alcool à 36° et 1 partie éther sulfurique à 52°, décanter le liquide éthéro-alcoolique et en faire 60 centimètres cubes.

Concentrer à basse température 30 centimètres cubes du mélange éthéro-alcoolique dans une capsule plate en verre de Bohême, puis ajouter 20 grammes de litharge, sèche et pulvérisée, évaporer au bain-marie, maintenir à l'étuve

à 105-110 degrés jusqu'à poids constant et noter l'augmentation de poids subie par la litharge.

D'autre part, évaporer dans une capsule plate en verre de Bohême de 6 centimètres de diamètre, le reste du liquide éthéro-alcoolique, maintenir à l'étuve à 160-170 degrés jusqu'à poids constant et peser.

L'augmentation de poids de la litharge, diminuée du poids des matières non volatiles à 160-170° multiplié par 1,243 puis par 8 donne le poids de la glycérine contenue dans un litre de vin ».

21. Dosage de l'acide succinique. — Pour séparer l'acide succinique, on dessèche très lentement le vin au bain-marie, ou mieux dans le vide, et on épuise l'extrait au moyen de l'alcool éthéré. Les liqueurs éthéro-alcooliques réunies sont filtrées, puis évaporées au bain-marie d'abord, et finalement dans le vide. On ajoute au résidu de l'eau de chaux et on évapore ; on reprend enfin par un mélange d'alcool et d'éther. Le succinate de calcium restant est mis en digestion pendant vingt-quatre heures avec de l'alcool à 80° qui enlève les impuretés dont il était encore souillé : on le recueille sur un filtre taré, on le dessèche et on le pèse.

M. J. Macagno ⁽¹⁾ dose à la fois la glycérine et l'acide succinique de la manière suivante :

Un litre de vin traité par de l'hydrate de plomb récemment précipité est soumis à l'évaporation au bain-marie.

L'Auteur reprend ensuite le résidu par l'alcool absolu, il traite la solution alcoolique par un courant de gaz carbonique afin d'éliminer le plomb qu'elle renferme encore ; par évaporation du liquide filtré, on obtient la glycérine presque pure.

Les sels de plomb épuisés par l'alcool sont traités à l'ébullition par une solution aqueuse, au dixième, d'azotate d'ammonium. A la liqueur filtrée, on enlève le plomb par l'hydrogène sulfuré, on chasse l'excès de ce gaz, on neutralise par l'ammoniaque et on ajoute du chlorure ferrique.

Il se forme un précipité de succinate de fer. On le recueille, on le lave, on le calcine, et du poids d'oxyde de fer obtenu, on déduit celui de l'acide succinique.

Il faut néanmoins dans cette méthode prendre garde que comme tous les vins renferment du tannin, le précipité plombique renferme du tan-

(1) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. VIII, p. 257.

nate de plomb, et qu'à la fin de l'opération, lorsqu'on traite par le perchlorure de fer, le tannin, remis en liberté par l'hydrogène sulfuré, donne, comme l'acide succinique, un précipité ferrique dont le poids d'oxyde de fer s'ajoute à celui combiné avec l'acide succinique. Avant toute espèce de traitement, il est donc indispensable d'éliminer le tannin. Pour cela, on peut employer la gélatine ou la peau fraîche, en ayant soin d'en ajouter une quantité suffisante (Portes).

22. Dosage des matières sucrées. — La proportion de sucre contenue dans un vin qui, pour une cause ou pour une autre, n'a pas fermenté complètement, peut être déterminée de deux manières :

1° En dosant l'acide carbonique dégagé pendant que la fermentation s'achève.

2° En réduisant par le vin encore chargé de sucre et préalablement décoloré, un volume connu de liqueur cupro-potassique titrée.

Par fermentation. — Pour doser par fermentation le sucre d'un vin, on prend un volume déterminé de ce vin qu'on évapore rapidement au quart environ du volume primitif.

On traite par l'acétate neutre de plomb, on filtre, on sépare l'excès de plomb par quelques

gouttes d'acide sulfurique, puis on neutralise en partie l'excès d'acide.

Après une nouvelle filtration, la liqueur est introduite dans un ballon avec un peu de levûre bien fraîche, et le col du ballon est aussitôt fermé par un bouchon livrant passage à deux tubes, l'un effilé et fermé, plongeant dans le liquide, l'autre ouvert et destiné à permettre la sortie des gaz dégagés pendant la fermentation.

Ces gaz sont conduits dans un tube en U renfermant de la ponce sulfurique, et de là dans un tube à potasse. L'augmentation de poids de ce dernier tube, multipliée par le coefficient 2,155 donne le poids du sucre fermentescible contenu dans le vin employé.

Pour éviter toute perte, il faut maintenir l'appareil à une température constante de 37° ou 38° pendant toute la durée de la fermentation. Une fois celle-ci achevée, on brise la pointe effilée du tube plongeant dans le liquide, après avoir porté le ballon à 100° et on fait passer lentement un courant d'air à travers tous les tubes afin de balayer les dernières traces d'acide carbonique (A. Gautier).

E. Viard (1) fait remarquer avec raison que les

(1) E. VIARD. — *Traité général des vins*, p. 133.

résultats déduits de l'emploi du coefficient 2,155 ne sauraient être exacts. En effet, s'il est vrai théoriquement que 48,89 d'acide carbonique correspondent à 105,26 de glucose anhydre, pratiquement, il n'en est pas ainsi. Pour s'en convaincre, il suffit de se reporter aux expériences de Pasteur, dans lesquelles le chiffre de l'acide carbonique obtenu varie de 0,6 à 0,7 pour 100 parties de glucose pour la partie qui se transforme en glycérine et acide succinique. En pratique, on ne s'éloigne guère de la vérité en admettant que 100 grammes de glucose correspondent à 47 d'acide carbonique.

Dosage du sucre de raisin par la liqueur cupro-potassique. — La liqueur cupro-potassique, ou liqueur de Fehling est composée de sulfate de cuivre et de tartrate de potasse ou de soude tenus en dissolution dans une lessive de soude caustique.

Sous l'action des divers sucres réducteurs, le bioxyde de cuivre renfermé dans cette liqueur passe, un peu avant la température d'ébullition, à l'état de protoxyde rouge ou jaune suivant qu'il se sépare à l'état anhydre ou à l'état d'hydrate.

Beaucoup de formules ont été indiquées pour la préparation de la liqueur cupro-potassique :

je me contenterai d'indiquer celle de Violette, laquelle est généralement adoptée par les chimistes.

On fait dissoudre à chaud :

1° 36^{gr},46 de sulfate de cuivre pur, bien cristallisé ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) dans 150 centimètres cubes d'eau.

2° 200 grammes de sel de seignette pur dans 500 grammes de lessive de soude à 24° Baumé.

Cette dernière solution étant introduite dans une fiole jaugée d'un litre, on y verse lentement la liqueur de sulfate de cuivre, en agitant de temps en temps. On complète à peu près avec les eaux de lavage le volume d'un litre, en ayant bien soin de ne perdre aucune trace de sulfate de cuivre, puis on laisse refroidir et on achève de remplir exactement le litre à 15° avec de l'eau distillé. La liqueur doit être divisée en petits flacons de 125 grammes, bouchés à l'émeri, qu'on conserve à l'abri de la lumière.

Pour doser le sucre réducteur du vin au moyen du réactif cupro-potassique, il est indispensable de commencer par décolorer un volume connu du vin à essayer.

Cette décoloration peut être obtenue, soit au moyen d'un traitement au noir animal, soit, ce qui est préférable, par précipitation des matières

colorantes au moyen du sous-acétate de plomb.

Le vin étant traité par un cinquième de son volume de sous-acétate de plomb, on élimine (sans filtration préalable) le plomb en excès par le sulfate de soude ; on agite fortement, et après avoir étendu le volume au double du volume de vin employé, on filtre (Portes).

Une partie du liquide filtré est introduite dans une burette graduée et versée dans la liqueur bouillante, obtenue en chauffant 10 centimètres cubes de liqueur cupro-potassique et 40 centimètres cubes d'eau, jusqu'à décoloration parfaite. On lit ensuite le nombre de divisions employées, et comme le liquide dont on se sert ne représente que la moitié de son volume de vin, on double les résultats.

Si la proportion de sucre réducteur dépasse 1 pour 100, il faut ramener le vin par addition d'eau à ce qu'il ait au plus cette quantité et recommencer l'opération sur le vin ainsi étendu ; avec plus de 1 pour 100 de sucre réducteur, la liqueur cupro-potassique ne donne plus, en effet, de résultats suffisamment exacts (Viard, Pellet, Portes).

Titration de la liqueur cupro-potassique. — Si la liqueur a été préparée avec du sulfate de cuivre chimiquement pur et non effleuri, elle corres-

pond exactement à cinq grammes de sucre interverti par litre, c'est-à-dire que 10 centimètres cubes sont entièrement décolorés par 0^{sr},05 de sucre interverti. Comme il peut arriver, malgré toutes les précautions prises, que quelques-uns des cristaux employés aient perdu une faible partie de leur eau de cristallisation, il est toujours prudent de vérifier le titre par un essai direct.

On prend à cet effet 4^{sr},75 de sucre pur et sec, qu'on introduit dans un petit ballon avec 50 centimètres cubes d'eau et quelques gouttes d'acide chlorhydrique. On maintient pendant un quart d'heure à une température voisine de l'ébullition (98° environ), et on étend ensuite au volume de 500 centimètres cubes avec de l'eau ordinaire filtrée.

Comme 4^{sr},75 de saccharose donnent par inversion 5 grammes de sucre interverti, la liqueur sucrée préparée ci-dessus est donc au titre de 10 grammes par litre ou de 0^{sr},01 par centimètre cube. Si le réactif cupro-potassique a été bien préparé, 10 centimètres cubes de ce dernier doivent être exactement décolorés par 5 centimètres cubes de la liqueur sucrée.

D'ordinaire, le titre trouvé varie entre 5 centimètres cubes et 5^{cm³},3. Nous ne l'avons jamais

trouvé inférieur à 5 dans aucun de nos essais. Si le titre de la liqueur diffère de 5, on le modifie en conséquence dans le calcul du sucre pour chaque dosage particulier.

23. Dosage de la crème de tartre et de l'acide tartrique.

a) *Procédé de MM. Berthelot et de Fleuriou* (1). — On précipite la crème de tartre par un mélange à volumes égaux d'alcool et d'éther. Après 24 ou 48 heures, le précipité est recueilli, lavé au moyen du mélange éthéro-alcoolique, et finalement dissous dans l'eau chaude, où l'on détermine son titre au moyen d'une liqueur d'eau de baryte.

Pour obtenir de bons résultats, il convient d'opérer de la manière suivante :

A 25 centimètres cubes de vin on ajoute 50 centimètres cubes d'alcool aussi concentré que possible et 50 centimètres cubes d'éther. Le mélange est introduit dans une fiole qu'on bouche avec soin afin d'empêcher l'évaporation de l'éther. On place la fiole à la cave et on l'y laisse sé-

(1) *Annales de physique et de chimie*, 4^e série, t. V, p. 185.

journer pendant quarante-huit heures. Au bout de ce temps, on décante le liquide sur un petit filtre sans plis, on lave le précipité de crème de tartre avec le mélange éthéro-alcoolique qu'on rejette au fur et à mesure sur le filtre en ayant soin d'y faire passer le moins possible du précipité resté dans la fiole, et l'on continue ce lavage par décantation tant que le liquide qui filtre est acide. Lorsqu'il ne l'est plus, on détache le filtre, on l'introduit dans la fiole où se trouve toujours la crème de tartre, et on fait dissoudre celle-ci dans l'eau chaude. On détermine ensuite, au moyen d'une solution titrée d'eau de baryte, et en se servant soit de tournesol sensible, soit de phthaléine du phénol comme indicateur, son degré d'acidité. Il est dès lors aisé de conclure de cette donnée au poids de crème de tartre du vin essayé, puisque 188 de crème de tartre équivalent à 49 d'acide sulfurique. Il convient toutefois d'ajouter à chaque litre de vin 0^{sr},20 pour tenir compte, autant que faire se peut, de la crème de tartre entraînée par les lavages.

Pour doser l'acide tartrique libre qu'un vin renferme, MM. Berthelot et de Fleurieu saturent exactement 10 centimètres cubes de ce vin avec de la potasse bien pure, et ajoutent 40 centimètres cubes de vin non saturé. Ils prélèvent

sur ce mélange 25 centimètres cubes, et y dosent la crème de tartre comme il a été dit ci-dessus.

En retranchant du nombre ainsi obtenu celui qui a été trouvé en opérant sur le vin lui-même avant toute addition de potasse, on a le poids de crème de tartre correspondant à l'acide tartrique libre. Ces poids sont dans le rapport de 188 à 150.

β) *Procédé de M. Pasteur* (1). On réduit par évaporation un litre de vin à 50 centimètres cubes, ou mieux jusqu'à formation d'une pellicule cristalline à la surface du liquide chaud. On laisse cristalliser pendant 24 ou 48 heures. On décante alors l'eau mère et on lave les cristaux à deux ou trois reprises avec une eau saturée de bitartrate de potasse. On dessèche les cristaux dans la capsule qui est tarée à l'avance; il est dès lors facile d'en déterminer le poids.

γ) *Modification de M. Reboul*. — 100 centimètres cubes de vin seulement sont évaporés au bain-marie jusqu'au poids de 8 grammes. On abandonne le résidu au repos pendant 24 heures. La crème de tartre déposée est jetée sur un filtre,

(1) PASTEUR. — *Etudes sur le vin*, p. 186.

et on lave celle qui reste adhérente aux parois de la capsule avec quatre fois cinq centimètres cubes d'alcool à 42 degrés centésimaux. Après chaque lavage, l'alcool est rejeté sur le filtre. La crème de tartre ainsi lavée est finalement dissoute dans l'eau distillée et titrée par la baryte comme dans le procédé de MM. Berthelot et de Fleuriu.

Pour doser l'acide tartrique libre, on recueille les liquides de filtration et de lavage, on les évapore et on reprend le résidu par l'alcool concentré. La solution alcoolique évaporée à son tour donne un nouveau résidu qu'on fait dissoudre dans l'eau et qu'on partage en deux parties : l'une d'elles est saturée exactement par la potasse pure, et est ensuite réunie à l'autre moitié. On évapore, on dose la crème de tartre comme il a été dit pour le vin, et le poids trouvé correspond au poids de l'acide tartrique libre.

Dans les vins qui ne renferment pas de sels de chaux en notable proportion, ces divers procédés donnent des résultats assez concordants ; mais dans les vins très calcaires, le procédé Pasteur et celui de Reboul méritent d'être de beaucoup préférés au procédé de M. Berthelot. Ce dernier donne toujours des résultats trop fai-

bles par suite de la précipitation d'une partie de l'acide tartrique à l'état de tartrate neutre de chaux, lequel est bien moins soluble dans le mélange éthéro-alcoolique que dans l'eau mère acide du vin évaporé.

24. — Détermination du degré d'acidité et dosage des acides volatils.

a) *Procédé de M. Pasteur.* — Pour déterminer le degré d'acidité des vins, M. Pasteur emploie l'eau de chaux. Dans les moûts, la saturation s'accompagne toujours d'un changement de teinte très caractéristique, mais dans les vins, il est sinon impossible, du moins très incertain, de s'en rapporter à ce caractère, surtout lorsqu'il s'agit d'un vin rouge. On peut commettre de graves erreurs, parce que le changement de teinte précède de beaucoup l'alcalinité. Ici, le véritable terme de l'essai, celui qui correspond au premier excès d'eau de chaux, est accusé invariablement, quel que soit le vin, par un trouble floconneux qui se rassemble très vite en flocons de couleur foncée nageant dans toute la liqueur. Tant qu'on n'a pas atteint cette limite, on peut être assuré que tous les acides ne sont pas saturés.

β) *Procédé de Tony-Garcin.* — Ce procédé, remarquable par sa simplicité et par la concor-

dance des résultats qu'il fournit, mérite d'être particulièrement recommandé bien que les nombres auxquels il conduit, soient toujours un peu inférieurs (pour les raisons indiquées ci-dessus) à ceux qui expriment l'acidité réelle.

« La liqueur acidimétrique dont nous nous servons, dit l'auteur, est une dissolution de soude caustique exactement équivalente à une dissolution d'acide sulfurique pur qui contient 10 grammes d'acide sulfurique monohydraté par litre. Elle doit être conservée dans des flacons fermés avec un bouchon de caoutchouc. Son titre reste longtemps constant, si l'on a la précaution de ne pas tenir le flacon débouché quand on lui a pris de la liqueur, et de ne jamais verser dans ce flacon les résidus qui restent dans la burette graduée après les expériences, résidus que l'on doit rejeter. C'est tout au plus si nous conseillons, pour plus de sûreté, de vérifier une fois par mois son titre, au moyen de la liqueur sulfurique étalon.

Dans un vase en terre de Bohême dit à filtration chaude, *très grand*, c'est-à-dire d'au moins 8 centimètres de diamètre intérieur et à fond très plat, on verse exactement, avec une pipette jaugée, 10 centimètres cubes du vin à titrer. Le vase de Bohême doit être de verre mince et très

blanc. S'il a bien 8 centimètres de diamètre, si le fond en est plat, ni concave, ni convexe, le liquide y occupe une hauteur uniforme ne dépassant pas 2 millimètres. On le place sur le socle en faïence émaillée blanc du support de la burette, dans un endroit bien éclairé à la lumière du jour, celle d'une lampe ne convient pas. Dans de telles conditions, les moindres variations de couleur et de teinte de la couche liquide mince sont saisies avec une exactitude parfaite.

La liqueur alcalimétrique est contenue dans une burette de verre, graduée en dixièmes de centimètre cube, à divisions suffisamment espacées pour que l'on puisse évaluer facilement le demi-dixième. On la verse goutte à goutte dans le vin, et entre chaque addition on agite le verre tenu d'une main, d'un mouvement de rotation qui mélange le réactif versé avec toute la masse liquide.

La liqueur prend, sous l'action des doses successives de la solution de soude, les teintes suivantes : de rouge, le vin passe au carmin ; le carmin se fonce et se ternit ; carmin tirant au noir ; violet noir ; violet lie de vin noirâtre ; NOIR ; *précipité dans la liqueur* ; C'EST LE POINT DE VIRAGE ; vert ; abondant précipité floconneux

foncé. Par un excès de réactif, la liqueur prend et garde la teinte vert feuille morte.

En résumé, le vin rouge passe au violet noir de plus en plus sale, lequel, à un moment, *par une seule goutte*, passe à une teinte noir brun, *sans mélange de violet ni de vert*, c'est le point exact de saturation; une seule goutte de plus donne au noir une teinte verte.

Ces essais, d'après la couleur du vin, sont concordants avec ceux que l'on ferait au papier de tournesol; mais il est plus facile de reconnaître le point précis de saturation par le virage du vin que par celui d'aucun réactif.

Le virage du violet noir au noir brun, suivi de vert, est instantané, net, facile à observer dans les conditions où l'expérimentateur s'est placé, et une seule goutte de réactif le détermine toujours. Cette goutte équivalant, au plus, à un demi-dixième de centimètre cube, représente l'erreur possible, propre à l'opération. Elle équivaut, sur le titre acide du vin ainsi déterminé, à un demi-décigramme d'acide sulfurique par litre, approximation tout à fait suffisante.

γ) *Dosage des acides volatils.* — Le dosage des acides volatils s'effectue d'une façon très exacte en saturant par un alcali fixe un volume connu de vin, distillant l'alcool, ajoutant

un excès d'acide phosphorique sirupeux, distillant à nouveau, et déterminant le degré d'acidité du distillatum. Il faut remarquer que cette manière de procéder conduit à la connaissance de l'acidité correspondant à la somme de tous les acides volatils libres ou combinés qui peuvent exister dans le vin. Si l'on désire déterminer seulement l'acidité due aux acides volatils libres, il faut saturer le vin par de l'eau de baryte titrée, en notant exactement le volume du réactif employé, distiller aux deux tiers, et ajouter au dernier tiers une proportion d'acide sulfurique exactement équivalente à la proportion du baryte employée pour la saturation. En distillant alors au bain d'huile, on obtiendra un liquide dont le degré d'acidité fera connaître la dose des acides volatils libres du vin. Cette dose est très variable ; elle est d'ailleurs généralement assez faible et ne représente guère que du quart au vingtième de l'acidité totale dans les vins faits. L'acidité totale, très considérable dans les vins nouveaux, diminue considérablement avec le temps, grâce à la précipitation de la crème de tartre et à l'éthérification des acides libres.

Voici, d'après Cuning, quelques exemples qui feront voir entre quelles limites peut osciller le

rapport de l'acidité totale à l'acidité due aux acides volatils.

	Acidité totale par litre exprimée en acide sulfurique monohydraté.	Acidité par litre due aux acides volatils, exprimée en acide sulfurique monohydraté.
Vin de Bordeaux.	28 ^r , 15	08 ^r , 49
// Beaune .	1, 79	0, 18
// Pomard .	2, 63	0, 38
// Tavel . .	3, 08	0, 17
// Roussillon.	2, 66	0, 36
// Narbonne.	2, 99	0, 39
// Sauterne.	2, 21	0, 50
Vin de Bergerac blanc	2, 66	0, 77

L'exagération de la proportion d'acide acétique du vin constitue l'une de ses altérations les plus fréquentes et les plus graves. Cette maladie, due au développement du *mycoderma aceti* est connue sous le nom d'ascescence. Les vins qui en sont atteints sont appelés vins aigres ou vins piqués.

25. Dosage du tannin. — Dans la plupart des procédés employés, on dose à la fois le tannin spécial du vin ou œnotannin et les matières

colorantes, ces dernières se comportant, vis-à-vis du plus grand nombre des réactifs, comme de véritables tannins.

Ne pouvant signaler ici, même brièvement, toutes les méthodes qui ont été tour-à-tour proposées, nous décrirons seulement celle de MM. Aimé Girard, Ferdinand Jean, Roos, Cusson, Giraud, et A. Gautier.

α) *Procédé de M. Aimé Girard* (1). L'emploi des tissus animaux, et en particulier de la peau, avait été proposé depuis bien longtemps pour le dosage des matières tannantes : c'est ainsi que Pelouze, dès 1833, en avait fait usage pour séparer le tannin de l'acide gallique ; mais l'expérience ne tardait pas à montrer que le dosage du tannin des vins, au moyen de la peau, présentait de très réelles difficultés, dues surtout aux différences de composition et d'état hygrométrique de parties très voisines les unes des autres dans les différentes peaux livrées par le commerce.

« J'ai pensé alors à substituer à la peau, dit M. Aimé Girard, un tissu animal pur que l'on pût même considérer comme une espèce

(1) *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. XCV, p. 185.

chimique définie ; ce tissu, je l'ai trouvé dans les boyaux de mouton dont sont faites les cordes harmoniques. Ces boyaux, soigneusement lavés, débarrassés par le grattage, de toutes traces de tissu adipeux, traités par les alcalis, blanchis au permanganate de potasse et à l'acide sulfureux, sont enfin tordus sur un métier et transformés en cordes, qu'on blanchit une fois encore à l'acide sulfureux gazeux et qu'on parfait enfin, en les polissant à l'huile. C'est avant cette dernière opération, le polissage à l'huile, que les cordes doivent être employées à l'analyse des vins. Celles qui ont donné les meilleurs résultats sont les cordes blanches, de qualité supérieure, connues sous le nom de *ré de violon* ».

On opère sur 100 centimètres cubes de vin, en prenant la précaution, si ce vin est très chargé, de l'étendre d'eau. Quatre ou cinq cordes sont réunies, et du faisceau l'on détache environ un gramme de matière pour y doser l'eau. D'autre part, on pèse une quantité de ces mêmes cordes, qui doit varier de 3 grammes pour les vins faibles à 5 grammes pour les vins très chargés ; la quantité ainsi pesée est mise à tremper dans l'eau pendant quatre ou cinq heures : là, les cordes se gonflent et deviennent faciles à détordre à la main. Ainsi détordus, les cinq boyaux dont

chaque corde de ré est faite sont immergés dans le vin à analyser. A leur contact, le vin se modifie rapidement, au bout de vingt-quatre heures en général, de quarante-huit heures au plus, toute coloration a disparu du liquide, et l'addition de perchlorure de fer n'y produit plus aucune réaction.

Lavés à deux ou trois reprises à l'eau distillée, les fragments de cordes tannés et teints sont desséchés à 35°-40°, dans un vase plat, puis, quand ils ont perdu toute propriété adhésive et parce que la matière est très hygrométrique, logés dans un flacon facile à fermer à l'émeri, où leur dessiccation s'achève, à une température de 100°. La dessiccation achevée, la comparaison entre les poids, d'une part de la corde (ramenée par le calcul à l'état sec) que l'on a mise en œuvre, de l'autre de cette même corde tannée, colorée et séchée, suffit à donner la proportion d'œnotannin et de matières colorantes contenues dans le vin.

β) *Procédé de M. Ferdinand Jean.* — Pour doser l'œnotannin, l'auteur conseille la marche suivante : concentrer 250 centimètres cubes de vin environ à 100 centimètres cubes. Agiter avec un excès de sulfure d'arsenic récemment précipité, filtrer, laver. Concentrer jusqu'au vo-

lume de 50 centimètres cubes environ, ajouter 10 grammes de silice, 20 grammes sulfate de baryte, sécher à 100°. Pulvériser la masse et l'épuiser par l'éther sulfurique chaud. Evaporer l'éther et dissoudre le résidu dans un peu d'alcool.

Peser exactement 1 gramme de peau en poudre, préalablement lavée à l'alcool et séchée à 100°; en faire une pâte épaisse en l'imbibant avec quelques gouttes d'eau distillée, puis laisser macérer un quart d'heure avec l'extrait alcoolique. Filtrer sur un carré de batiste sec et taré, laver à l'alcool, comprimer légèrement pour chasser l'excès de liquide, sécher au bain-marie, puis à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant. L'augmentation de poids subie par la peau multipliée par 4 donne la quantité d'œnotannin contenue dans un litre de vin.

Dosage de l'acide œnogallique. — Etendre la solution alcoolique séparée de la peau, avec de l'eau distillée de façon à en faire 100 centimètres cubes et titrer sur 20 centimètres cubes de cette solution l'acide œnogallique au moyen d'une solution d'iode titrée avec l'acide gallique.

La solution d'iode s'obtient en dissolvant 2^{sr},5 d'iode dans l'iodure de potassium et en étendant d'eau distillée de façon à faire un litre de solution.

Pour déterminer le titre de la solution d'iode, on pèse 0^{gr},125 d'acide gallique pur et sec que l'on dissout dans 250 centimètres cubes d'eau distillée. On introduit dans un gobelet de verre, portant un trait de jauge à 50 centimètres cubes, 10 centimètres cubes de la solution d'acide gallique que l'on additionne de 3 centimètres cubes d'une solution de bicarbonate de soude saturée à froid, puis on y fait couler goutte à goutte, au moyen d'une burette, la solution d'iode jusqu'à ce qu'une goutte du mélange, portée sur un double de papier à filtre épais enduit d'amidon en poudre, laisse une tache cernée de bleu. On ajoute alors de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et l'on continue l'addition de solution d'iode jusqu'à ce que l'on obtienne une nouvelle tache sur le papier amidonné. Le titre trouvé doit être corrigé, c'est-à-dire diminué du volume de solution d'iode qu'il faut employer en opérant sur 50 centimètres cubes d'eau distillée additionnée de 3 centimètres cubes de solution de bicarbonate pour produire la tache sur le papier amidonné.

Pour titrer l'acide œnogallique contenu dans la solution alcoolique séparée du tannin par la peau en poudre, on introduit dans le gobelet de verre 20 centimètres cubes de cette solution, que l'on neutralise par la solution de bicarbonate de

soude; on l'additionne alors de 3 centimètres cubes de solution de bicarbonate de soude et on titre avec la solution d'iode en suivant la même marche que celle employée pour la fixation du titre de la solution d'iode. Le volume de solution d'iode employé, la correction étant faite, permet de calculer la teneur du vin en acide œnogallique.

Dosage de la matière colorante. — « En employant, pour séparer la matière colorante des vins, le sulfure d'arsenic comme l'a indiqué M. Mounet, je n'ai pu, dit M. F. Jean, obtenir la fixation complète des matières colorantes.

« J'ai modifié le procédé de la façon suivante :
« 250 centimètres cubes de vin concentrés par évaporation et sans ébullition, de façon à faire environ 100 centimètres cubes, sont rendus légèrement alcalins par l'ammoniaque, puis agités énergiquement avec du sulfure d'arsenic précipité. On filtre et on lave à l'eau distillée. Le liquide filtré est alors rendu acide par l'acide acétique qui détermine la précipitation du sulfure d'arsenic dissous par l'ammoniaque : on filtre et on lave le précipité, le liquide filtré est jaune clair.

« Le sulfure d'arsenic, resté sur les deux filtres est mis à digérer au bain-marie dans un gobelet

de verre avec de l'alcool à 36°, acidifié par l'acide acétique; on filtre et on lave à l'alcool chaud jusqu'à ce que toute la matière colorante soit dissoute. La solution alcoolique, évaporée dans une capsule à extrait tarée, laisse la matière colorante que l'on pèse après dessiccation à 105 » (1).

Méthode de MM. Roos, Cusson et Giraud. (2)
On prépare une solution à 10 % d'acide tartrique qu'on sursature légèrement par l'ammoniaque; on ajoute ensuite une solution d'acétate neutre de plomb, tant que le précipité qui se forme se redissout dans la liqueur, et on filtre. Cette solution d'acéto-tartrate de plomb précipite complètement le tannin des vins. On en détermine le titre avec une dissolution de tannin pur à 5 grammes par litre, en opérant de la manière suivante :

25 centimètres cubes de la liqueur de tannin sont placés dans un verre, puis additionnés de 4 ou 5 gouttes d'ammoniaque. La solution d'acéto-tartrate, introduite dans une burette de

(1) *Journal de Pharmacie et de Chimie.* — Janvier 1890.

(2) FERDINAND JEAN. — *loc. cit.*

Mohr est ajoutée rapidement, par additions de 2 centimètres cubes à la fois. Après chaque addition, on prélève avec un agitateur une goutte que l'on dépose sur une double feuille de papier Berzélius. Le précipité entraîné par la baguette reste au point touché, tandis que par capillarité, le liquide s'étend tout autour de ce point et gagne aussi la feuille de papier sous-jacente. Dans le voisinage de la tache, on dépose une goutte de solution de sulfure de sodium en s'arrangeant de telle sorte que ce réactif se mélange bien, par capillarité, au liquide de la goutte d'essai. Le tannate de plomb, déposé sur le papier, se fonce sous l'action du sulfure, mais ne s'entoure d'une auréole brune qu'à partir du moment où le tannin est complètement précipité. Lorsqu'on a obtenu, en opérant comme il vient d'être dit, une première approximation à 2 centimètres cubes près, on recommence l'essai en procédant cette fois de $0^{\text{cm}^3},2$ ou $0^{\text{cm}^3},2$, ce qui donne le titre exact.

Pour doser le tannin d'un vin, il suffit dès lors de traiter 25 centimètres cubes de ce vin comme on a traité les 25 centimètres cubes de solution titrée de tannin, et l'on a, *exprimé en tannin pur*, le poids des matières astringentes du vin soumis à l'essai.

γ) *Procédé de M. A. Gautier.* — M. A. Gautier (1) précipite le tannin par l'acétate de cuivre, et lave le précipité à l'eau alcoolisée jusqu'à élimination complète de la matière colorante, laquelle, dans ces conditions, reste soluble, bien que, d'après l'auteur, elle paraisse s'unir aussi à l'oxyde de cuivre.

L'œnotannate de cuivre est alors introduit (avec le filtre sur lequel il a été rassemblé) dans un flacon jaugé rempli d'oxygène et sur lequel un trait indique 30 centimètres cubes. On ajoute de l'eau ammoniacale jusqu'au trait, on bouche, et on agite de temps en temps. L'œnotannate de cuivre se dissout et absorbe un volume d'oxyde proportionnel à son poids. On détermine aisément ce volume en débouchant le flacon dans l'eau après avoir laissé l'action se prolonger pendant vingt-quatre heures.

La même expérience étant faite avec une solution titrée de tannin pur mis en présence d'ammoniaque, on obtient (en équivalent de tannin de noix de galle) la quantité d'œnotannin contenue dans le vin analysé.

(1) A. GAUTIER. — *La sophistication des vins*, p. 168 et 169.

26. Dosage de la gomme.

α) Procédé de M. Pasteur ⁽¹⁾. — On concentre le vin au quinzième environ de son volume, on laisse cristalliser la crème de tartre, et on ajoute à l'eau mère, plus ou moins visqueuse suivant la proportion plus ou moins forte de gomme, trois à quatre fois son volume d'alcool à 90°. Le précipité se présente alors sous deux états différents suivant les vins : tantôt il se rassemble et s'agrège promptement en diminuant beaucoup de volume ; tantôt il reste sous forme de précipité floconneux. Dans ce dernier cas, la gomme est associée à des sels de chaux, principalement à du tartrate neutre. Le précipité lavé à l'alcool par décantation est purifié par dissolution dans l'eau, filtration, et précipitation nouvelle par l'alcool. On a souvent beaucoup de peine à le débarrasser entièrement des sels de chaux auxquels il est associé.

β) Procédé de M. Reboul. — On évapore 100 centimètres cubes de vin au bain-marie jusqu'à ce que le résidu ne pèse plus que 7 à 8 grammes. On laisse reposer 24 heures. La presque totalité du tartre cristallisée, on jette sur un petit filtre et on lave quatre fois avec chaque

(1) PASTEUR. — *Etudes sur le vin*, p. 213-214.

fois cinq centimètres cubes d'alcool à 42°. La liqueur filtrée est additionnée de 100-110 centimètres cubes d'alcool à 92°. Il faut avoir soin d'ajouter les premières portions d'alcool peu à peu et en remuant, afin d'éviter les formations de masses visqueuses impossibles à laver ultérieurement; on laisse déposer 24 heures; on décante, on lave avec de l'alcool à 85° et on jette sur un filtre les liqueurs de lavage en ayant soin d'entraîner le moins possible du précipité, lequel adhère du reste fortement en général aux parois du vase.

La gomme redissoute dans l'eau chaude est passée sur le même filtre; on lave, et on évapore finalement la solution aqueuse jusqu'à poids constant, résultat qui est atteint au bout de 4 ou 5 heures au bain-marie. On pèse, on incinère, et du poids trouvé on déduit celui des cendres.

La gomme obtenue en suivant l'un ou l'autre de ces procédés est neutre, fortement dextrogyre et sans action sur le réactif cupro-potassique. MM. Béchamp et Maumené en ont signalé une autre dont la réaction est acide et qui réduit la liqueur cupro-potassique. Cette gomme est beaucoup moins fortement dextrogyre que la précédente, et elle passe dans la solution alcoolique

d'où on a précipité celle-ci : M. Béchamp met à profit cette solubilité pour séparer les deux gommes.

27. Détermination du poids des cendres.

— Cent centimètres cubes de vin, évaporés au bain-marie d'abord, puis à l'étuve vers 115-120° sont ensuite carbonisés avec les précautions ordinaires, c'est-à-dire avec une grande lenteur et à une température aussi basse que possible, L'opération doit être conduite de telle sorte que le charbon obtenu soit facile à pulvériser et ne dégage plus aucune trace de produits volatils lorsqu'on le chauffe.

Ce charbon, traité par l'eau bouillante, abandonne facilement la presque totalité des sels solubles qu'il renferme. On peut procéder à la séparation et au dosage de ces divers sels en se conformant aux règles générales de l'analyse minérale, mais il suffit le plus souvent de déterminer par évaporation le poids total du mélange. Épuisé de la sorte, le charbon ne contient plus que les sels insolubles : on l'incinère dans un creuset de platine taré, et de l'augmentation de poids du creuset, on déduit le poids des sels insolubles.

Lorsqu'on ne dispose que d'un faible volume

de vin et qu'il n'y a pas intérêt à séparer les sels solubles, on peut soumettre directement à l'incinération complète l'extrait bien sec (et surtout bien privé de glycérine) de 20 ou 25 centimètres cubes de vin seulement. En conduisant l'incinération avec lenteur, en ayant soin surtout de maintenir toujours la capsule dans un milieu oxydant, il n'y a guère à redouter de pertes considérables par volatilisation ou par réduction des sels alcalins.

La température à laquelle il est nécessaire de porter la matière vers la fin de l'incinération pour brûler les dernières traces de charbon est néanmoins toujours suffisante pour faire disparaître un poids appréciable de chlorures, et le résultat obtenu de cette manière ne peut être regardé que comme une donnée approximative, très suffisante d'ailleurs dans la plupart des analyses ordinaires.

Pour écarter autant que possible la cause d'erreur due à la volatilisation des chlorures, M. Jay ⁽¹⁾ dessèche 20 centimètres cubes de vin à 110°, puis carbonise le résidu avec précaution.

(1) JAY. — *Bulletin de la Société Chimique*, t. XLII, p. 218.

Il ajoute alors quelques gouttes d'eau distillée et dessèche à nouveau au bain-marie.

L'eau divise tellement le charbon que celui-ci se pulvérise en quelque sorte de lui-même. Les sels alcalins dissous grimpent sur les parois de la capsule. On achève la dessiccation à 110-115° et on calcine sur une lampe. La calcination est rendue très facile, très rapide et donne une cendre très blanche, dont le poids est toujours supérieur au poids obtenu par l'incinération directe.

Nous ne pouvons, sans sortir du cadre de cet Aide-mémoire, indiquer même brièvement, les méthodes pondérales ou volumétriques permettant de doser chacun des éléments minéraux contenus dans les cendres du vin ; ces méthodes sont d'ailleurs décrites, avec tous les développements qu'elles comportent, dans tous les traités d'analyse quantitative. Deux points seulement méritent de nous retenir un instant, à cause de leur importance de jour en jour plus grande pour les chimistes qui ont à procéder aux analyses de vin : je veux parler des dosages du chlore et de l'acide sulfurique.

28. Dosage du chlore. — Lorsque le dosage du chlore doit être fait avec toute la préci-

sion possible, il importe de sursaturer d'abord le vin avec un léger excès de carbonate de potasse pur, avant de le soumettre à la carbonisation. Le volume du vin le plus convenable est celui de 25 centimètres cubes, ce volume suffit dans tous les cas. La carbonisation doit être faite soit sur une lampe à alcool soit sur une lampe à gaz à flamme légèrement éclairante.

Dans les deux cas, la chaleur doit être modérée de telle sorte que la carbonisation de 25 centimètres cubes de vin demande au moins trois à quatre heures. Pour l'épuisement du charbon, il convient d'employer au minimum 150 centimètres cubes d'eau bouillante, en quinze lavages de 10 centimètres cubes chacun ; il ne faut pas oublier en effet que le charbon retient énergiquement les chlorures par suite d'une sorte d'affinité capillaire.

Le titrage se fera soit en précipitant et pesant le chlorure d'argent par le procédé classique, soit par la méthode de Mohr. Dans ce dernier cas, on se servira de préférence d'une liqueur titrée renfermant par litre 7^{gr},265 d'azotate d'argent pur fondu. Cette liqueur est telle, qu'en divisant par 10 le nombre de centimètres cubes employés, on obtient directement en gram-

mes, sans aucun calcul, le poids du chlore calculé en chlorure de sodium renfermé dans un litre de vin essayé, lorsque la prise d'essai a été de 25 centimètres cubes.

Exemple. — Le charbon provenant de 25 centimètres cubes d'un vin a été épuisé par 150 centimètres cubes d'eau bouillante. Ces 150 centimètres cubes d'eau ont été neutralisés, additionnés de chromate neutre de potasse et traités par la liqueur d'argent. La production du chromate d'argent a été reconnue lorsqu'on a eu versé 12 centimètres cubes de liqueur titrée. J'en conclus que le vin renferme par litre une proportion de chlore égale à celle qui est contenue dans 1^{er},20 de chlorure de sodium.

29. Dosage de l'acide sulfurique. — De tous les éléments minéraux du vin, l'acide sulfurique est celui dont le dosage présente bien souvent le plus d'intérêt. Le poids de l'acide sulfurique renfermé dans un vin permet en effet au chimiste de dire si ce vin a ou n'a pas été plâtré. Les vins non plâtrés ne renferment qu'une proportion d'acide sulfurique comprise entre les limites suivantes :

Minimum	Maximum
0 ^{gr} ,20	0 ^{gr} ,60

d'après nos recherches personnelles (1).

Nous n'ignorons pas qu'on a prétendu, et cela à diverses reprises, que la pratique du soufrage des vignes, ainsi que l'emploi d'engrais sulfatés pouvaient accroître considérablement la dose des sulfates du vin, en dehors de tout plâtrage, mais tous les hommes du métier savent que ces assertions intéressées ont été bien vite réduites à leur juste valeur.

La vente des vins légèrement plâtrés n'est d'ailleurs pas interdite, mais depuis le 1^{er} avril 1891, il est interdit de faire circuler sur le territoire français les vins renfermant une proportion d'acide sulfurique supérieure à celle qui est contenue dans *deux grammes de sulfate neutre de potasse* pour chaque litre de vin.

(1) De son côté, M. H. Marty, s'appuyant sur un nombre très considérable d'analyses, représente par les chiffres suivants la proportion d'acide sulfurique contenu normalement dans un litre de vin non plâtré :

	Minimum.	Maximum.
Acide sulfurique monohydraté	0 ^{gr} ,109	0 ^{gr} ,328
Sulfate neutre de potasse	0,194	0,583

Il est donc de la plus haute importance pour le commerce de disposer d'un procédé rapide de vérification des fournitures puisque toute infraction à la circulaire ministérielle dont il s'agit entraîne des poursuites en vertu des lois sur la falsification.

Pour faire rapidement l'essai du plâtrage, M. Marty prépare une liqueur renfermant par litre :

Chlorure de baryum pur et cristallisé.	14 grammes
Acide chlorhydrique pur et fumant .	50 —

A l'aide de cette liqueur on procède aux recherches suivantes :

1° A 50 centimètres cubes de vin porté à l'ébullition on ajoute 3 centimètres cubes de liqueur titrée ; on jette sur un filtre et on essaye le liquide filtré par une nouvelle addition de solution barytique. Si le mélange reste limpide le vin peut être considéré comme naturel, s'il se manifeste un trouble nouveau, on a affaire à un vin plâtré ou tout au moins mélangé de vin plâtré.

2° On prend de nouveau 50 centimètres cubes de vin que l'on porte à l'ébullition et on y ajoute 10 centimètres cubes de liqueur titrée de baryte. Si le mélange filtré se trouble encore par une

nouvelle addition de solution barytique, c'est que le vin renferme plus de 2 grammes de sulfate de potasse par litre, et il est presque certain qu'on a affaire à un vin directement plâtré; dans le cas contraire, on est en présence d'un simple coupage ne renfermant qu'une proportion tout à fait inoffensive de vin plâtré (1).

Le dosage exact de l'acide sulfurique total par pesée du sulfate de baryum produit, peut-être effectué soit sur la solution chlorhydrique des cendres, soit sur le vin lui-même.

Les résultats obtenus par précipitation directe dans le vin acidulé sont toujours un peu faibles, en raison de la présence de l'acide tartrique et des tartrates alcalins lesquels jouissent de la propriété de rendre le sulfate de baryum

(1) Le titre de la liqueur barytique demande à être soigneusement vérifié. Pour ce contrôle, nous recommandons l'emploi d'une liqueur de sulfate neutre de potasse au titre de 10 grammes par litre.

Les deux liqueurs doivent se saturer à volumes égaux.

On peut encore employer la solution décime d'acide sulfurique normal, c'est-à-dire une liqueur renfermant 4^{gr},9 de H²SO⁴ par litre.

10 centimètres cubes de liqueur de Marty doivent correspondre à 10^{cm}³,6 d'acide $\frac{N}{10}$.

légèrement soluble, même dans un milieu renfermant de l'alcool.

Les opérations nécessitant une grande précision devront donc toujours être faites sur les cendres du vin.

RECHERCHE DES SUBSTANCES ÉTRANGÈRES INTRODUITES DANS LE VIN

30. Matières colorantes. — Les substances à l'aide desquelles on a cherché à rehausser la couleur des vins mouillés ou additionnés de piquettes sont tellement nombreuses, les réactions qu'elles fournissent sont parfois si difficiles à interpréter, que la recherche de ces matières est devenue, à elle seule, une branche tout à fait spéciale de la chimie analytique.

Les colorants artificiels les plus employés par les fraudeurs sont ceux qui dérivent des goudrons de houille. Ils sont les seuls, en effet, qui, employés à des doses extrêmement faibles, donnent une couleur à la fois bon teint et d'une grande intensité.

Toutes les méthodes de recherche de ces colorants ont pour but d'insolubiliser la matière colorante naturelle du vin et d'en séparer le colo-

rant artificiel soit par simple filtration, soit par dissolution de ce dernier dans un dissolvant approprié.

Quant aux matières colorantes d'origine végétale (Campêche, Fernambouc, Phytolacca, Betterave, Tournesol, Surcrau, Hièble, Orseille, Myrtille, Mauve noire, Maqui, etc.) ou animale (Cochenille), on ne saurait prétendre les caractériser par une seule réaction, et ce n'est qu'en soumettant le vin suspect à un ensemble d'essais se succédant dans un ordre déterminé qu'on peut arriver parfois à se faire une conviction. Il faut bien reconnaître, en effet, quelque pénible que soit un pareil aveu, que la plupart des colorants végétaux présentent des réactions tellement analogues à celles de la matière colorante du vin, que ce n'est que *dans des circonstances particulières et exceptionnellement favorables* ⁽¹⁾ qu'il est possible au chimiste de les découvrir.

Ces réserves faites, revenons aux colorants dérivés de goudrons de houille et voyons comment il conviendra de procéder à leur recherche.

1° La matière colorante du vin est insolubilisée par l'ammoniaque, le colorant étranger est séparé par l'alcool amylique.

(1) TONY-GARCIN, *loc. cit.*

Ce procédé est dû à Roméï, il s'applique à la plupart des dérivés de la houille, et permet de retrouver également l'orseille, dans le cas où le vin a été fraudé au moyen de ce colorant.

Pour que la réaction donne toute la sensibilité dont elle est susceptible, il convient de suivre pas à pas le mode opératoire suivant, indiqué par Tony-Garcin.

Dans une éprouvette graduée de 100 centimètres cubes, on verse 30 centimètres cubes du vin à essayer, puis 1 centimètre cube d'ammoniaque à 22° et enfin 30 centimètres cubes d'alcool amylique pur.

On mélange en renversant brusquement l'éprouvette, fermée avec la paume de la main, à huit ou dix reprises, et on laisse reposer.

Au bout d'un certain temps, l'alcool amylique remonte à la surface, surnageant la liqueur vineuse verdie par l'ammoniaque. On le sépare au moyen d'une piquette à décantation, en évitant tout mélange, et pour plus de sûreté, on le passe dans un petit filtre de papier Berzélius imprégné d'alcool amylique pur : le produit de la filtration est reçu dans un petit ballon en verre de Bohême de 70 à 80 centimètres cubes de capacité au fond duquel on a placé un mouchet de soie blanche non tordue noué à l'une de ses extrémités

pour éviter la séparation des brins. Le mouchet doit avoir de 3 à 5 centimètres de longueur.

On place le ballon sur une lampe, en ayant soin d'incliner le col. Dès que les vapeurs produites par l'ébullition se répandent au dehors, on les enflamme pour empêcher qu'elles ne vicient l'atmosphère du laboratoire, et on laisse bouillir jusqu'à réduction de moitié.

La fiole étant retirée du feu et refroidie, on retire le mouchet de soie et on le sèche, sans le laver, entre des feuillets de papier à filtrer.

Après cette opération, le mouchet sort de tout vin naturel absolument blanc. Toute teinte rose, rouge ou violette, quelque faible qu'elle soit, est l'indice sûr d'une coloration artificielle.

Dans le cas où la matière colorante étrangère a été ajoutée à dose un peu forte, et ce cas est le plus fréquent, l'alcool amylique, après agitation avec le vin ammoniacal, présente déjà une teinte violette, rouge ou rose. Si la teinte est violette, il y a lieu de soupçonner la présence de l'orseille, présence qu'on confirmera en agitant directement le vin avec de l'éther, décantant, évaporant, et traitant le résidu par l'ammoniaque, ce qui donnera une magnifique coloration violette.

Dans tous les autres cas, il conviendra de recommencer le traitement à l'alcool amylique,

d'évaporer celui-ci, et de traiter le résidu de l'évaporation par l'acide sulfurique concentré. La coloration obtenue permettra de reconnaître la matière colorante ajoutée au vin :

Matières colorantes	Coloration
Roccelline.	Violet pourpre.
Rouge pourpre.	Violette plus bleutée que le précédent.
Rouges Bordeaux.	Bleue.
Ponceaux R, RR, RRR..	Cramoisie.
Ponceau B.	Rouge.
Rouges de Biebrich.	Vert foncé (avec les dérivés sulfoconjugués dans le noyau benzique).
Rouges de Biebrich.	Bleue (avec les dérivés sulfoconjugués dans les deux groupes).
Rouges de Biebrich.	Violette (avec les dérivés sulfoconjugués dans le groupe naphтол).
Érythrosine.	Brun jaune à chaud.
Crocéine 3 B.	Bleue.
Éosines.	Jaune.
Safrosine.	Jaune.
Éthyléosine.	Jaune.
Orange I.	Violette.
Orange II.	Rouge Magenta.
Orange III.	Brun jaune.
Orange IV.	Violet rougeâtre.
Chrysoïne.	Jaune orangé.

2° La matière colorante du vin est insolubilisée par formation d'une laque avec un oxyde métallique.

α) Procédé de M. Ch. Girard à l'acétate mercurique en liqueur neutre. — A 10 centimètres cubes de vin on ajoute 2 centimètres cubes de potasse à 10 % et 4 centimètres cubes d'acétate de mercure à 10 %, on agite et on filtre.

Le filtratum doit être neutre. Dans ces conditions, et avec un vin exempt de colorants étrangers, la liqueur filtrée est incolore, et reste incolore lorsqu'on la rend acide par l'acide sulfurique.

Avec un vin coloré au moyen de certains dérivés de la houille et particulièrement avec le sulfo de fuchsine, on obtient soit directement, soit après addition d'acide sulfurique, une coloration rose qu'une addition suffisante d'ammoniacque fait disparaître dans le cas du sulfo conjugué de la fuchsine.

Si une addition de 2 centimètres cubes de potasse suffisait à produire un filtratum alcalin, on recommencerait l'opération en ajoutant un peu plus d'acétate mercurique, lequel est toujours fortement acide.

β) Procédé de M. Blarez à l'acétate de mercure en liqueur acétique. — A 10 centimètres

cubes de vin, on ajoute 10 gouttes d'acide acétique cristallisable et un excès d'acétate mercurique pulvérisé. On agite et on filtre.

Tout vin donnant un filtratum coloré doit être tenu pour suspect. Dans le cas du sulfo de fuchsine, on confirme par le traitement à l'ammoniacque.

γ) *Procédé de M. Beslier.* — On traite le vin par un mélange de 2 parties de magnésie et de 1 partie d'acétate mercurique. On porte à l'ébullition et on filtre.

Ce procédé, qui n'est qu'une modification de M. Ch. Girard, donne d'excellents résultats.

δ) La matière colorante du vin peut encore être insolubilisée soit par le traitement au moyen de l'oxyde jaune de mercure à l'ébullition (40 centigrammes d'oxyde de mercure pour 20 centimètres cubes de vin), soit par l'agitation à froid avec un excès de bioxyde de manganèse (50 grammes de bioxyde pour 50 centimètres cubes de vin).

Le liquide filtré après traitement au bioxyde de manganèse est rendu acide par l'acide tartrique et mis en présence d'un carré de laine. Après ébullition prolongée et refroidissement dans le bain de teinture, la presque totalité du sulfo de fuchsine est fixée sur la laine. On a soin de

constater que celle-ci se décolore en présence d'ammoniaque.

Recherche de la fuchsine. — On prend 25 à 30 centimètres cubes de vin ; on y ajoute de l'ammoniaque jusqu'à réaction alcaline et on agite à plusieurs reprises avec de l'éther. On attend que les deux couches soient bien séparées, puis on décante l'éther dans une petite capsule de porcelaine en ayant bien soin de n'entraîner aucune trace de liquide aqueux. L'éther est évaporé très doucement, presque complètement ; si le vin renferme de la fuchsine, une goutte d'acide acétique fera apparaître immédiatement une coloration rose plus ou moins intense.

En somme, l'ammoniaque fait virer au vert la matière colorante du vin, la précipite en partie et la rend insoluble, dans l'éther ; en même temps, la rosaniline de la fuchsine est mise en liberté, l'éther la dissout et l'acide acétique reforme le sel de rosalinine qui est coloré. Tous les procédés de recherche de la fuchsine sont basés sur le même principe.

Dans tout ce qui précède, nous avons supposé le cas le plus simple : celui où le vin fraudé a été additionné d'un seul colorant dérivé de la houille ; il peut arriver que la coloration artificielle soit obtenue à l'aide d'un mélange de deux,

trois ou quatre produits différents. La séparation de ces divers produits présente parfois un très réel intérêt, mais elle est presque toujours assez difficile à effectuer. Ne pouvant entrer ici dans le détail des opérations complexes que nécessite une pareille séparation, nous ne saurions trop recommander l'étude qui en a été faite par Cazeneuve dans son ouvrage sur la *Coloration artificielle des vins par les couleurs de la houille*.

31. Recherche des colorants d'origine végétale. — Pour résoudre ce problème délicat entre tous, le chimiste devra d'abord chercher à se procurer un vin de même provenance et du même âge que le vin suspect. Les réactions obtenues avec ce vin authentique seront comparées à celles que donnera le vin à analyser, et de cette comparaison résultera, dans le plus grand nombre des cas, une conviction difficile à ébranler.

Mais si l'expert ignore la provenance du vin sur lequel il est appelé à opérer, ou bien si ce vin résulte du coupage des vins très divers ; s'il lui est impossible, en un mot, d'avoir à tout instant sous les yeux le témoin dont je viens de parler, il arrivera souvent à se faire une opinion basée sur de très réelles probabilités, sans toutefois avoir jamais ou presque jamais une certi-

tude suffisante pour formuler une conclusion définitive. C'est assez dire que, sauf dans un très petit nombre de cas, il devra s'abstenir de se prononcer, s'il est appelé à déposer en justice.

Rien n'est plus variable que l'action d'un même réactif sur la matière colorante naturelle des divers vins qui se peuvent rencontrer dans le commerce. La matière colorante d'un vin n'est pas identique à celle d'un autre vin ; bien plus, elle se modifie pour ainsi dire chaque jour dans un même vin au fur et à mesure que ce vin vieillit : tel vin qui, examiné quelques mois après la vendange, donne, avec l'acétate d'alumine, une teinte violacée bleuâtre susceptible de faire croire à une coloration artificielle par la mauve noire, ne donnera plus avec le même réactif qu'une teinte vineuse sans mélange de bleu ni de violet après une conservation suffisante en tonneau et un certain nombre de soutirages accompagnés de collages.

Tel vin qui vire au bleu indigo par l'ammoniaque virera au vert ou au bleu-verdâtre après une addition notable d'alcool ; si bien que, toute déduction tirée d'une réaction isolée est nécessairement sans valeur.

Toute recherche de coloration par des produits

végétaux devra donc comprendre un ensemble de réactions, auxquelles il sera procédé dans un ordre déterminé, tant sur le vin suspect que sur le témoin lorsqu'on aura réussi à se procurer ce dernier.

De toutes les méthodes qui ont été tour à tour proposées, la meilleure et la plus complète est sans contredit celle qui a été imaginée par le savant professeur de la Faculté de médecine de Paris, M. Armand Gautier, méthode décrite par l'auteur dans son *Traité de la sophistication des vins*, p. 137 et suiv. Suivie pas à pas, cette marche systématique nous a permis plus d'une fois, non seulement de caractériser une matière colorante unique, mais d'identifier deux et même trois matières colorantes étrangères introduites à la fois dans un même vin.

Ne pouvant entrer ici dans l'exposé complet de la méthode adoptée par M. Gautier, je me contenterai d'en esquisser les grandes lignes, renvoyant le lecteur au Mémoire original pour la solution pratique de toutes les questions particulières.

L'Auteur met d'abord à profit cette remarque que, par un fort collage d'un vin fraudé, la matière colorante qui se précipite en majeure quantité est celle du vin, tandis que la couleur étran-

gère n'est en général diminuée qu'en proportion sensiblement moindre ; la première opération à faire subir au vin suspect est donc de le coller fortement, afin de ne soumettre à l'action des réactifs qu'un liquide proportionnellement enrichi en matières étrangères.

ESSAI A. — Au vin à examiner, on ajoute le dixième de son volume d'un mélange de 1 partie de blanc d'œuf battu et de 6 parties d'eau. On agite vivement, on laisse reposer trente minutes et on filtre.

Le vin est ensuite additionné de bi-carbonate de soude très étendu que l'on verse goutte à goutte jusqu'à ce que la liqueur prenne une teinte vineuse violacée.

On continue à laver le précipité albumineux resté sur le filtre jusqu'à ce que les eaux de lavage passent presque incolores. Deux cas peuvent se présenter.

a) Le précipité albumineux lavé est de couleur vineuse, lilas ou marron. On passe à l'essai C.

b) Le précipité est bleuâtre ou bleu violacé. On passe à l'essai B.

ESSAI B. — Le précipité est lavé avec de l'eau alcoolisée à 25° centésimaux.

On le détache du filtre et on en fait bouillir une partie avec de l'alcool à 45°. On jette sur un filtre :

a) La liqueur filtrée est rosée ou vineuse. Le précipité, délayé dans l'eau et saturé avec précaution par le carbonate de potasse, vire au brun sale ou au brun noirâtre. On passe à l'essai C.

b) La liqueur filtrée est bleue. Le précipité traité comme ci-dessus par le carbonate de potasse donne une liqueur bleue foncée virant au jaune par un excès de réactif. — *Vins fraudés au moyen de l'indigo.*

ESSAI C. — Deux centimètres cubes du vin collé et partiellement saturé sont traités par 6 ou 8 centimètres cubes d'une solution de carbonate de soude au $\frac{1}{200}$.

a) Le mélange vire au lilas ou au violet. On passe à l'essai D.

b) Le mélange vire au vert bleuâtre avec ou sans très légère teinte de lilas ou de vineux. On passe à l'essai M.

ESSAI D. — On porte le mélange à l'ébullition.

a) La couleur ne se modifie pas sensiblement. On passe à l'essai E.

b) La teinte lilas ou vineuse disparaît, elle peut être remplacée par une teinte jaune ou légèrement marron ou rousse. On passe à l'essai F.

ESSAI E. — On traite 4 centimètres cubes de vin par 2 centimètres cubes d'alun à 10 % et 2 centimètres cubes de carbonate de soude à 10 %, le mélange est jeté sur un filtre.

a) Laque vert jaunâtre ou bleuâtre. Liqueur filtrée incolore verdissant très légèrement quand on la chauffe. Un volume d'acétate d'alumine à 2° Baumé décolore le vin en grande partie. Le vin filtré, traité par son volume d'eau de baryte saturée passe au vert jaunâtre clair lorsqu'on acidule par l'acide acétique. — *Vins d'Aramon purs ou mélangés.*

b) Laque bleu verdâtre, vert jaunâtre sale, ou très légèrement vineuse. Liqueur filtrée rose franc se décolorant par la chaleur et sur laquelle l'eau de chaux est sans action à froid. — *Cochenille.*

c) Laque vineuse violacée dont la couleur fonce à l'air. Liqueur filtrée vert bouteille ou grise légèrement marron, verdissant un peu quand on la chauffe. — *Campêche.*

d) Laque lilas ou marron lilas. Liqueur filtrée grise avec trace de marron, prend par l'ébulli-

tion, une belle couleur de vin vieux. — *Fernambouc*.

ESSAI F. — Quatre centimètres cubes de vin sont traités par l'alun et le carbonate de soude comme dans l'essai E. On ajoute ensuite deux ou trois gouttes de carbonate de soude très étendu et l'on filtre :

a) Liqueur filtrée lilas ou vineuse. On passe à l'essai G.

b) Liqueur filtrée vert bouteille ou vert marron. On passe à l'essai H.

ESSAI G. — Deux centimètres cubes de vin sont traités par un centimètre cube de sous-acétate de plomb à 15° Baumé. On agite et on filtre :

a) La liqueur passe rose et ce rose persiste en alcalinisant légèrement.

Il disparaît peu à peu à l'ébullition. L'eau de chaux le détruit également. — *Phytolacca*.

b) La liqueur qui filtre est de teinte jaunâtre ou rousse. — *Betterave fraîche*.

ESSAI H. — La laque d'alumine obtenue par l'essai F était :

a) Bleu foncé ; Le vin collé, traité par l'acé-

tate d'alumine donne du violet franc ou du vineux violacé. On passe à l'essai I.

b) Vert bleuâtre, verte ou légèrement rosée. On passe à l'essai K.

ESSAI I. — On traite 2 centimètres cubes de vin collé par $1\text{ cm}^3 \frac{1}{2}$ d'une solution à 8 % de bicarbonate de soude chargée d'acide carbonique.

a) La liqueur demeure un instant lilas et devient rapidement gris bleu verdâtre. Un échantillon nouveau, traité par le carbonate de soude comme on fait pour l'essai C et porté à l'ébullition, prend une teinte gris sombre verdâtre. — *Sureau.*

b) La liqueur garde une teinte lilas ou grise mélangée de marron ou de lilas sale. Un échantillon nouveau traité suivant l'essai C et porté à l'ébullition comme ci-dessus tend à se décolorer, le vert étant remplacé par du roux. — *Hièble.*

ESSAI K. — Un nouvel échantillon de vin suspect est traité suivant l'essai C par le carbonate de soude :

a) Le mélange gris jaunâtre, parfois violacé, fonce ou devient roux quand on le chauffe. On passe à l'essai L.

b) Le mélange verdâtre ou vert bleuâtre avec

ou sans pointe de vineux, tend à se décolorer quand on le chauffe. — *Vin naturel.*

ESSAI L. — On traite le vin par le bi-carbonate de soude, comme il est dit dans l'essai I.

a) Liqueur gris foncé, légèrement verdâtre, verte, parfois vert très faiblement lilas. Le vin collé, traité par son volume d'eau de baryte saturée, filtrée après 15 minutes, passe jaune sale ou légèrement verdâtre.

Par l'acétate d'alumine, il donne un filtratum lilas vineux.

Par l'aluminate de potasse, il ne change pas de ton.

Par le carbonate de soude suivant l'essai C la liqueur tend à se décolorer à chaud.

Par le bioxyde de baryum, on obtient, au bout de 24 heures, une liqueur à peine rosée, avec ou sans trace de dépôt orangé au contact du bioxyde de baryum. — *Vin naturel.*

Avec les caractères généraux ci-dessus, si l'on a par l'eau de baryte une liqueur filtrée madère passant au chamois par l'acide acétique, par le borax un ton vert foncé légèrement bleuâtre, par l'alun et le carbonate de soude un précipité vert bouteille foncé légèrement bleu, si enfin le vin reste rose par l'acétate d'alumine. — *Vin teinturier.*

b) Par l'essai L on a obtenu une liqueur jaune rougeâtre ou brun lilas.

Par l'eau de baryte, filtratum jaunâtre. Par l'acétate d'alumine, filtratum lilas clair. Par l'aluminate de potasse, couleur pelure d'oignon qui devient verte salie de marron lorsqu'on force la dose de réactif.

Par le carbonate de soude suivant l'essai C, liqueur devenant jaunâtre à chaud ou gris-jaune sali de roux. Par le bioxyde de baryum liqueur rouge avec fort dépôt orange. — *Betterave*.

c) Par l'essai L, liqueur gris jaunâtre avec pointe de vert ou de rouge. Filtratium vert olive jaunâtre avec l'eau de baryte; filtratum violet bleuâtre ou lilas violacé avec l'acétate d'alumine; couleur rose franc par l'aluminate de potasse et vert jaunâtre avec excès de réactif; gris foncé par le carbonate de soude à chaud, décoloration par le bioxyde de baryum ou liqueur à peine rosée. — *Myrtille*.

ESSAI M. — Le mélange de vin et de carbonate alcalin (essai C) est porté à l'ébullition.

a) Ce mélange se colore en violet ou lilas violet. — *Campêche*.

b) Ce mélange tend à se décolorer ou vire au

jaune verdâtre, au vert sombre, au vert marron. On passe à l'essai N.

ESSAI N. — On traite le vin par l'alun et le carbonate de soude comme dans l'essai E, et l'on filtre :

a) La couleur du liquide filtré est lilas. — *Phytolacca*.

b) La couleur du liquide filtré est vert bouteille ou vert marron. On passe à l'essai O.

ESSAI O. — On traite 2 centimètres cubes de vin par 3 ou 4 centimètres cubes d'une solution de borax saturée à 15°.

a) La liqueur prend une teinte lilas vineux ou violacée. On passe à l'essai P.

b) La liqueur prend un ton gris bleuâtre, gris fleur de lin, gris verdâtre ou gris vert bleuâtre, elle a quelquefois une très faible pointe de violet. On passe à l'essai R.

ESSAI P. — On traite par le bicarbonate de soude, comme on le fait pour l'essai I.

a) La teinte d'abord lilas passe au gris un peu marron ou au marron. En traitant le vin par le carbonate de soude suivant l'essai C et portant à l'ébullition, l'essai tend à s'éclaircir et perd

son ton vert. La laque alumineuse obtenue suivant l'essai E est vert bleuâtre foncé. — *Hièble*.

b) L'essai reste gris teinté de vert, vert bouteille ou jaunâtre, il prend parfois aussitôt après l'addition du réactif un ton lilas qui disparaît presque tout de suite en passant au gris bleuâtre. On passe à l'essai R.

ESSAI R. — On traite par l'alun et le carbonate de soude comme il est dit pour l'essai E, on agite et, après quelques instants, on jette sur un filtre.

a) La laque alumineuse est vert bleu foncé ; la liqueur qui passe est vert bouteille clair. Un échantillon de vin, traité suivant l'essai C et porté à l'ébullition s'assombrit et devient gris un peu verdâtre. On peut conclure à : *Sureau*.

b) La laque alumineuse est verdâtre ou bleuâtre clair ; la liqueur filtrée est vert bouteille clair. Le vin traité suivant l'essai C et porté à l'ébullition passe au jaunâtre sale. — *Troëne*.

c) La laque alumineuse est d'un vert-cendré, très légèrement rosé. La liqueur filtrée est vert bouteille avec pointe de marron. Le vin, traité suivant l'essai C et porté à l'ébullition devient gris foncé. — *Myrtille*.

ESSAI S. — Le vin est traité par son volume d'acétate d'alumine à 2° Baumé.

a) La teinte reste vineuse. — *Vins naturels.*

b) La teinte devient violacée bleuâtre. — On passe à l'essai T.

ESSAI T. — On traite le vin par l'alun et le carbonate de soude comme dans l'essai E.

a) Laque vert clair légèrement bleuâtre et rosée, liqueur filtrée vert bouteille clair avec pointe de marron. Par le borax, liqueur grise avec pointe de violet. En ajoutant 3 centimètres cubes d'ammoniaque (solution de 10 grammes d'ammoniaque liquide dans 100 grammes d'eau) à 2 centimètres cubes de vin collé et 5 centimètres cubes d'eau, teinte gris jaunâtre ou verdâtre clair. Les autres caractères comme dans l'essai L(c) — *Myrtille.*

b) Laque alumineuse vert légèrement bleuâtre exempte de rose. Liqueur filtrée vert bouteille clair. Par le borax, liqueur gris bleu verdâtre. Par l'ammoniaque comme ci-dessus, coloration vert bouteille assombri. Par l'acétate d'alumine, coloration violet bleuâtre. — *Mauve noire.*

Telle est, à quelques modifications insignifiantes près, la marche systématique de M. Armand Gautier. Elle conduit, nous l'avons déjà

dit et nous ne saurions trop le répéter, à d'excellents résultats lorsque la nature du vin à examiner est connue, et surtout lorsqu'on dispose d'un échantillon témoin : dans tous les autres cas, elle permet de regarder comme *probable* la pureté du vin examiné ou sa coloration à l'aide de tel ou tel produit végétal, mais elle ne peut jamais donner la certitude nécessaire pour conclure à la falsification.

Nous terminerons cette étude des colorants artificiels en reproduisant d'après M. le professeur Riche, les recherches de M. Halphen sur la matière colorante de l'*aristotelia maqui* (1).

Dans un tube à essai on verse quelques gouttes d'une solution de nitrate de bismuth, puis peu à peu de carbonate de soude étendu jusqu'à formation d'un précipité persistant. (Il ne faut pas employer un excès d'alcali). On mélange alors avec 2 ou 3 centimètres cubes du vin suspect ; on étend à 10 centimètres cubes environ et, après s'être assuré que la solution est légèrement acide, on agite le tube, que l'on regarde ensuite par transparence. Si le vin examiné renferme du maqui, on observe sur les parois du tube une coloration violette. Dans ces mêmes

(1) A. RICHE. — *Encyclopédie d'hygiène*, t. II, p. 574.

conditions, le Jacquez est brun rouge et les vins de Portugal et d'Espagne sont rouges.

Par réflexion, ces trois derniers liquides sont d'un brun plus ou moins violet, tandis que le maqui est nettement violet.

Dans un tube à essai, on introduit 10 à 20 centimètres cubes de vin suspect, puis une petite quantité de carbonate de baryte. On agite quelques instants. Quand l'attaque du carbonate paraît complète, on filtre. On prélève 3 centimètres cubes du liquide filtré et on y ajoute au moyen d'un tube compte-gouttes, 3 gouttes d'une solution ainsi faite :

Chlorure d'antimoine	4 ^{gr.}
Acide chlorhydrique	15 ^{cm³} .
Eau distillée	35 ^{cm³} .

On agite. Tandis que, dans ces conditions, la majorité des vins français donne un liquide rouge ayant à peine un reflet lilas clair, les vins au maqui donnent un violet franc. Les vins de Jacquez virent au brun violet, ceux d'Espagne et de Portugal au gris violet. M. Lajoux a constaté que l'action du carbonate de soude étendu et de l'acétate d'alumine peut servir à reconnaître le maqui, le premier en faisant passer la liqueur au vert olive à froid et au jaune à chaud,

le second en donnant un liquide violet ; mais si la majorité des vins français donne, par ces essais, des réactions différentes de celles de l'infusion du maqui, certains vins provenant de cépages particuliers présentent des réactions voisines de celles du maqui.

32. Recherche de la glycose. — La glycose du commerce (sucre de fécule), qu'on ajoute souvent aux moûts en quantité considérable, dans le but de rehausser la richesse alcoolique du vin et de pouvoir ainsi l'additionner impunément de piquette, est loin de constituer de la glycose pure. Elle renferme généralement de 8 à 12 pour cent de substances infermentescibles qui viennent augmenter le poids de l'extrait sec et masquer l'addition d'eau que la faiblesse de ce poids eût révélée à l'expert.

Ces substances étudiées par Neubauer ⁽¹⁾ sont douées d'un pouvoir rotatoire à droite plus fort que celui de la glycose. L'acétate de plomb ne les précipite pas. Elles ne sont nullement sucrées, ne réduisent que très faiblement la liqueur de Fehling, et n'entrent pas en fermenta-

(1) NEUBAUER. *Zeitschrift für analytische Chemie*, 1876, t. XV, p. 188, t. XVI, p. 201 ; 1878, t. XVII, p. 231.

tion après addition de levûre de bière. L'acide sulfurique étendu les transforme à la longue en glycose fermentescible. Leur pouvoir rotatoire vers la droite, qui est supérieur à 78° , fournit un moyen de reconnaître si un vin a subi l'opération du gallsage par la glycose de fécule.

Pour cela, Neubauer part de cette donnée que les matières dextrogyres non fermentescibles des vins glycosés sont, pour la plupart, solubles dans l'alcool et précipitables seulement par addition d'éther ; tandis que la matière dextrogyre la plus abondante dans le vin naturel (gomme de M. Béchamp) est précipitable par l'alcool.

La séparation de ces substances est dès lors effectuée de la manière suivante :

250 centimètres cubes de vin sont évaporés jusqu'au point où les sels cristallisent ; l'eau-mère est étendue d'une petite quantité d'eau, décolorée par le charbon animal et évaporée à consistance de sirop. Le résidu est broyé avec une quantité suffisante d'alcool à 90 centièmes et l'alcool est séparé du précipité visqueux ou pulvérulent qui se forme. La solution aqueuse de ce précipité est dextrogyre.

Le liquide alcoolique évaporé au quart de son volume primitif et additionné peu à peu, en agitant, de 4 à 6 volumes d'éther, ne tarde pas

à se partager en deux couches. L'inférieure, aqueuse, est étendue d'eau, débarrassée d'éther par la chaleur du bain-marie, décolorée par le charbon et amenée à un volume déterminé, 30 centimètres cubes par exemple. Le liquide ainsi obtenu avec un vin naturel n'imprime au plan de la lumière polarisée qu'une rotation très faible ou nulle.

Dans une expérience, un seul échantillon, un vin de Graefenberg, fit exception ; la solution aqueuse dévia de $1^{\circ},1$; mais ce vin visqueux et difficile à filtrer était évidemment altéré.

Lorsqu'il s'agit de vins gallisés avec de la glycose, la solution dévie au contraire, fortement à droite, et naturellement d'autant plus que le pouvoir rotatoire du vin primitif était plus considérable. Pour des vins déviant de $0^{\circ},5$ à 1° , par exemple, la rotation de la solution aqueuse séparée par l'éther s'élève de $2^{\circ},6$ à 7° .

L'Auteur a examiné plus de 700 échantillons de vins et dans aucun cas, le jugement qu'il a rendu n'a été contesté ni par les producteurs, ni par les marchands de vin.

L'emploi du procédé qui vient d'être décrit est indispensable lorsqu'il s'agit de caractériser une addition peu considérable de glycose ; mais ce cas est loin d'être le plus fréquent, et comme

d'ordinaire le poids du produit étranger ajouté au moût est assez élevé, comme en même temps le dit produit est assez impur, le simple essai au polarimètre du vin décoloré au moyen du sous-acétate de plomb permet de conclure à la falsification. Tout vin pur, nous l'avons déjà dit, est généralement lévogyre et peut être tenu pour suspect lorsqu'après traitement par le sous-acétate de plomb et le sulfate de soude, il donne une déviation à droite supérieure à $+ 0^{\circ}, 15'$.

Cette déviation peut être due, il est vrai, à une addition de saccharose, mais rien de plus aisé à reconnaître qu'une pareille addition : il suffit, en effet, pour la caractériser, de faire le dosage de sucre réducteur par la liqueur de Fehling avant et après inversion : le résultat est-il notablement plus élevé dans le second dosage que dans le premier, l'addition de saccharose ne pourra être mise en doute : les deux nombres sont-ils au contraire sensiblement égaux, la déviation droite ne pourra être attribuée qu'à la présence de glycose ou de dextrine dans le vin examiné.

Il va sans dire que si la déviation à droite est une condition *suffisante* pour permettre à l'expert de conclure à l'addition d'un produit dextrogyre étranger, lequel produit, dans le cas d'un vin décoloré au sous-acétate de plomb, ne

peut être (pratiquement parlant) que du sucre de fécule, cette condition n'est nullement *nécessaire*.

Un vin riche en sucre réducteur pourra dévier faiblement à gauche bien qu'ayant reçu une addition de glycose.

D'après Tony-Garcin (1), « toute déviation supérieure à $+ 0^{\circ}, 13'$, est caractéristique de la présence d'une matière dextrogyre étrangère quand le poids de la matière réductrice dosée par la liqueur cupro-potassique est égal ou inférieur à deux grammes,

Lorsque le vin contient plus de deux grammes de matières réductrices, on déduit $1^{\text{er}}, 5$, de sa teneur et l'on multiplie le reste par 6. On affecte ce produit du signe $+$ et l'on en fait la somme algébrique avec la déviation polarimétrique observée, exprimée en minutes. Si cette somme est supérieure à $+ 13$, on conclut que le vin est additionné d'une matière dextrogyre étrangère.

Si l'excès sur $+ 13$ dépasse une dizaine de minutes, la conclusion est certaine ».

Il sera bon néanmoins, dans les cas difficiles, de procéder au traitement complet d'après la

(1) TONY-GARCIN. — *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*, t. CIV, p. 1002.

méthode de Neubauer avant de se prononcer d'une façon définitive. Notre expérience personnelle nous permet de dire qu'on risquerait parfois de commettre de regrettables erreurs en suivant à la lettre les indications de Tony-Garcin.

33. Recherche de la mannite. — J'ai eu l'occasion de signaler en 1886 la présence d'une quantité considérable de mannite dans un vin factice. D'après M. Carles (¹), la mannite se rencontre fréquemment aujourd'hui dans les vins d'Algérie mélangés de vins de figues, falsification très usitée depuis un certain temps.

Le procédé indiqué par l'Auteur pour séparer la mannite diffère peu de celui que j'avais mis en œuvre. Il consiste à évaporer le vin à consistance sirupeuse, laisser cristalliser dans un lieu frais, laver les cristaux avec de l'alcool à 85 degrés centésimaux, puis le broyer avec un mélange de noir animal et de sable lavé. La mannite est finalement extraite par des lavages successifs à l'alcool faible (85°). Par évaporation et cristallisation, ce produit est obtenu dans un état de pureté très satisfaisant.

(¹) CARLES. — *Journal de pharmacie et de chimie*, Juin 1891.

On peut en retirer jusqu'à 3 grammes par litre d'un mélange à parties égales de vin ordinaire et de vin de figes.

34. Recherche et dosage des agents antiseptiques. Acide salicylique. — L'acide salicylique a été fréquemment employé dans le but d'entraver le développement des organismes inférieurs auxquels les vins faibles ou additionnés soit d'eau, soit de piquette, doivent leur grande altérabilité.

Cette pratique a été interdite en France par l'arrêté ministériel du 7 février 1881.

Pour déceler dans un vin les moindres traces d'acide salicylique, on prend 50 centimètres cubes de ce liquide qu'on acidifie par quatre gouttes d'acide sulfurique concentré pur. Le vin ainsi acidulé est introduit dans un tube à brome avec 20 centimètres cubes de chloroforme pur ou de benzine rectifiée. On agite doucement en évitant l'émulsion et on laisse reposer. Après décantation, on ajoute au chloroforme ou à la benzine une ou deux gouttes d'une solution très étendue de perchlorure de fer récemment préparée et on évapore. La présence de l'acide salicylique est révélée par l'apparition d'une magnifique coloration violette.

Dosage rapide de l'acide salicylique. — On prend un demi-litre d'un vin analogue comme composition (principalement comme intensité de coloration et comme titre alcoolique) au vin suspect ; on y ajoute dix centigrammes d'acide salicylique. On prépare six tubes à essais bien calibrés et de même diamètre, ainsi que cinq tubes quelconques. Dans chacun de ces derniers, on introduit dix centimètres cubes de la solution salicylée ci-dessus, puis

Au tube n° 1, on ajoute 40cm^3 de vin pur.

"	2	"	30	"
"	3	"	20	"
"	4	"	10	"

Le cinquième tube est conservé sans aucune addition.

On agite, puis :

Sur le tube n° 1, on prélève 40cm^3 que l'on rejette.

"	2	"	30	"
"	3	"	20	"
"	4	"	10	"

de manière à n'avoir que 10 centimètres cubes de liquide dans chacun des cinq tubes.

On introduit dans chaque tube deux gouttes d'acide sulfurique pur et 20 centimètres cubes de benzine rectifiée ; on agite et on laisse reposer.

Lorsque la séparation des liquides est complète on prélève sur chacun des cinq tubes 10 centimètres cubes de benzine qu'on place dans les numéros correspondants des tubes bien calibrés et d'égal diamètre dont il a été question plus haut et au fond desquels on a introduit 10 centimètres cubes d'eau additionnée de deux gouttes d'une solution étendue de perchlorure de fer. On agite, et l'on n'a plus qu'à attendre la séparation pour avoir cinq témoins colorés correspondant :

Le 1 ^{er}	à un vin salicylé à raison de 4 ^{gr} par hectolitre.		
Le 2 ^e	" "	8	"
Le 3 ^e	" "	12	"
Le 4 ^e	" "	16	"
Le 5 ^e	" "	20	"

Ces témoins sont bouchés et mis à part.

On procède alors sur le vin suspect au traitement de 10 centimètres cubes par 20 centimètres cubes de benzine et deux gouttes d'acide sulfurique, on enlève 10 centimètres cubes de benzine qu'on traite enfin dans le 6^e tube calibré par 10 centimètres cubes d'eau et deux gouttes de perchlorure de fer. La teinte obtenue est comparée à celle de chacun des tubes témoins. Se trouve-t-elle identique à l'une d'elles, au n^o 3, par exemple, on conclut à une addition de 12

grammes d'acide salicylique par hectolitre. Est-elle plus intense que la teinte du témoin n° 3 bien qu'inférieure à celle du témoin n° 4? on conclut à une addition comprise entre 12 et 16 grammes d'acide salicylique par hectolitre; ce qui, dans la pratique, est d'ordinaire bien suffisant. Inutile de dire que l'on peut toujours, par des dilutions successives, resserrer les écarts des témoins et augmenter la sensibilité du procédé, mais il convient d'ajouter que les teintes des liquides salicylés finissent bientôt par différer si peu les uns des autres que l'œil le plus exercé n'arrive plus à les distinguer.

35. Acide borique. — Pour rechercher l'acide borique, on commence par saturer un certain volume de vin (100 centimètres cubes au minimum) au moyen de carbonate de potasse ou de soude, on évapore et on calcine. Un échantillon de la cendre est chauffé sur le fil de platine avec un mélange de fluorure de calcium et de sulfate acide de potasse dans la partie extérieure de la flamme non éclairante d'un bec de Bunsen. Une coloration verte due à la formation de fluorure de bore, caractérise l'acide borique. Le reste de la cendre est traité par l'acide chlorhydrique étendu et bouillant. La solution, éva-

porée, donne un nouveau résidu qu'on traite par l'alcool à 85 degrés. En brûlant cet alcool, on obtient une flamme dont les bords présentent une coloration verte, si le vin a été additionné d'acide borique.

Dosage de l'acide borique. — Pour doser l'acide borique dans les vins, Viard (1) recommande le procédé suivant :

Deux litres du vin à analyser sont évaporés d'abord à l'ébullition jusqu'au quart du volume, ensuite à 40 ou 45° jusqu'à consistance pâteuse, puis dans le vide à froid ou sur l'acide sulfurique.

L'extrait est carbonisé jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de fumées. On humecte le charbon obtenu avec de l'acide chlorhydrique et on évapore lentement, puis on le lave avec de l'alcool à 85°, qui dissout l'acide borique. On ajoute alors du carbonate de potasse en excès ; on fait bouillir ; on évapore à siccité et on calcine. La substance est ensuite réduite en poudre fine et placée dans une capsule de platine, où l'on met un excès d'acide fluorhydrique pur, et on évapore à siccité. Il faut ajouter assez d'acide pour

(1) VIARD. — *Traité général des vins*, p. 344 et 345.

que pendant l'évaporation les vapeurs qui se dégagent rougissent le tournesol. Le précipité gélatineux de fluoborate de potasse qui se forme d'abord se dissout à chaud et se dépose pendant l'évaporation en petits cristaux durs. La masse saline sèche est abandonnée à la température ordinaire avec une dissolution d'acétate de potasse à 20 %. Cette dissolution dissout les fluorures, fluorhydrates de fluorures, chlorures, azotates, phosphates et même un peu de sulfate de potasse; les sels de soude s'y dissolvent, quoique moins facilement, quant aux autres bases, elles ont été séparées préalablement par la calcination avec le carbonate de potasse.

Après quelques heures de contact, on rassemble le dépôt sur un filtre pesé, on lave avec une dissolution d'acétate de potasse et finalement avec de l'alcool à 85°. Le fluoborate est desséché à 100°; c'est un sel qui occupe un petit volume.

Le poids du fluoborate multiplié par 0,27755 donne le poids de l'acide borique.

Si on a affaire à un vin plâtré, il reste toujours un peu de sulfate de potasse mélangé au fluoborate; on traite, dans ce cas, le précipité par l'eau bouillante, et dans le liquide clair aiguisé d'acide chlorhydrique, on dose l'acide sulfurique par le chlorure de baryum et on déduit le

poids du sulfate de potasse du poids total du premier précipité.

36. Acide sulfureux. — L'acide sulfureux, soit à l'état gazeux, soit à l'état de bisulfites, est un agent de conservation très employé. Inoffensif lorsqu'il est introduit dans le vin à une dose peu élevée, il devient nuisible à la santé lorsqu'on l'emploie en proportion immodérée. Le chimiste peut donc être appelé à dire si un vin a été soufré et à quel degré il l'a été.

Pour effectuer cette double détermination, M. Wartha ⁽¹⁾ distille 50 centimètres cubes de vin jusqu'à ce que 2 centimètres cubes environ aient passé à la distillation. Il reconnaît l'acide sulfureux dans le liquide distillé par le nitrate d'argent, le nitrate mercureux et le permanganate de potassium ; enfin il le dose en distillant une quantité connue de vin dans une solution titrée d'iode, et mesurant volumétriquement l'iode en excès.

M. Portes ⁽²⁾ indique le procédé suivant que nous trouvons préférable :

⁽¹⁾ WARTHA. — *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. XIII, p. 657.

⁽²⁾ PORTES ET RUYSSSEN. — *Traité de la vigne*, t. II, p. 555.

On distille 100 centimètres cubes de vin, et on divise le produit distillé en deux parties. La première est additionnée de quelques gouttes d'une solution d'iodate de potassium. Une coloration jaune brun indique la présence d'une forte proportion d'acide sulfureux ; dans le cas où cette coloration ne se produit pas, on agite avec du sulfure de carbone le liquide additionné d'iodate : le sulfure de carbone se colore en violet s'il existe des traces d'acide sulfureux. La seconde partie du distillatum est traitée par un mélange bien limpide d'eau bromée et de chlorure de baryum en solution. L'acide sulfureux est oxydé, et le précipité de sulfate de baryte est d'autant plus abondant que l'acide sulfureux existait dans le vin en quantité plus considérable.

Pour doser cet acide, on traite 100 centimètres cubes de vin par un excès de chlorure de baryum en solution chlorhydrique ; le précipité obtenu peut servir au dosage des sulfates : on filtre et on lave. Le liquide filtré réuni aux premières eaux de lavage est additionné d'eau bromée en excès, on chauffe jusqu'à élimination de l'excès de brome et on recueille le nouveau précipité de sulfate de baryte. Du poids de ce dernier précipité, on déduit le poids d'acide sulfureux en le multipliant par le facteur 0,275.

37. Recherche de la saccharine. — La saccharine ou anhydride orthosulfamide benzoïque, a été employée quelquefois dans ces dernières années pour sucrer les vins.

La saccharine possède les réactions communes à tous les acides sulfamiques ; traitée par l'acide chlorhydrique concentré, elle donne de l'ammoniaque ; fondue avec un alcali caustique et du salpêtre, elle donne de l'acide sulfurique.

On peut aussi transformer la saccharine en acide salicylique. Dans ce but, à 100 centimètres cubes du vin sacchariné on ajoute 50 centimètres cubes d'un mélange d'éther et d'éther de pétrole, on épuise trois fois, on réunit les liqueurs et on les filtre.

On ajoute quelques gouttes de lessive de soude caustique et l'on évapore d'abord à sec, puis le résidu est mis dans un creuset d'argent ou de porcelaine et chauffé à 250° pendant une demi-heure.

Le produit de la fusion est repris par l'eau, acidulé par l'acide sulfurique et repris par l'éther.

On évapore et on caractérise l'acide salicylique dans le résidu, au moyen du perchlorure de fer étendu, qui donne la coloration violette.

Il est nécessaire de rechercher préalablement si le vin contient de l'acide salicylique.

D'après M. Ch. Girard si, en même temps que la saccharine, le vin renferme de l'acide salicylique, on peut les séparer en dissolvant le résidu éthéré dans l'alcool et en ajoutant une solution alcoolique de potasse; dans ces conditions, le saccharinate de potasse est partiellement précipité, le salicylate reste dissous.

38. Recherche et dosage de l'alumine. — Les vins colorés artificiellement au moyen de baies de sureau et d'hièble renferment souvent un poids considérable d'alun.

La *teinte de Fismes*, mélange très employé il y a quelques années, et dont l'usage n'est pas encore abandonné complètement, s'obtient en faisant digérer et soumettant ensuite au pressoir :

Baies de sureau	250 à 500 grammes.
Alun	30 à 60 //
Eau	500 à 600 //

Pour faire comprendre le danger que peuvent présenter les vins fraudés avec ce mélange, il suffit de rappeler que M. Maumené ayant analysé un certain nombre de ces liquides, y a trouvé de 4 à 7 grammes d'alun par litre alors que les vins naturels n'en renferment jamais plus de 0^{gr},030 à 0^{gr},040.

Ajoutons enfin que dans certains départements du Midi, lorsque la vendange manque d'acide tartrique, que le vin conserve de la douceur ou qu'il affecte les caractères permettant de le croire prédisposé à la maladie de la tourne, on n'hésite pas à faire usage de l'alun. C'est encore à ce produit que l'on confie parfois le soin de remplacer le plâtre ou l'acide tartrique pour donner au vin, avec une couleur plus intense, une saveur âpre, astringente, qui masque le mouillage ou l'addition de piquette.

Pour rechercher et doser rapidement l'alumine dans les vins, divers procédés ont été tour à tour indiqués. Certains d'entre eux sont tellement défectueux que M. Carles, les ayant appliqués à des vins additionnés de *deux grammes* d'alun par litre, n'a pu parvenir, après des essais plusieurs fois répétés, qu'à obtenir des traces absolument inappréciables d'alumine. Il est donc inutile de les mentionner ici, et toutes les fois qu'on soupçonnera dans un vin la présence de l'alun, on procédera de la manière suivante qui est la seule recommandable (1).

« On évapore un demi-litre de vin et on cal-

(1) CARLES. — *Journal de pharmacie et de chimie*, 1883, t. VII, p. 373.

cine le résidu de façon à détruire toute matière organique. La masse charbonneuse restante est pulvérisée, puis épuisée à l'ébullition par de l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique. Le liquide est filtré sur un filtre en papier Berzélius, et traité à 100° par de la soude caustique pure en excès, laquelle précipite les phosphates et redissout l'alumine. Le liquide est de nouveau filtré puis additionné de chlorhydrate d'ammoniaque. Par une ébullition de quelques minutes, l'alumine se sépare en totalité. Comme le précipité obtenu renferme toujours des traces de soude, on le redissout dans l'acide chlorhydrique et on le précipite une seconde fois par l'ammoniaque. Il ne reste plus qu'à recueillir l'alumine, la laver, sécher et peser. »

Les résultats obtenus sont toujours un peu forts, l'alumine entraînant de l'acide phosphorique. C'est ainsi que dans l'une des expériences de M. Carles, un vin additionné de 1 gramme d'alun par litre a donné 0^{gr},120 et 0^{gr},131 dans deux essais consécutifs, alors que le poids théorique de l'alumine était 0^{gr},108. En tenant compte des traces de cet oxyde fournies par le vin lui-même, on peut estimer l'erreur commise par excès à 3 ou 4 pour cent. En pratique, cette erreur est absolument négligeable.

S'il était nécessaire, dans un cas donné, de procéder à un dosage tout à fait exact de l'alumine, on aurait recours à la méthode suivante, employée par M. L'Hôte dans ses recherches sur la présence de l'alumine au nombre des éléments des cendres des végétaux (1).

Un quart de litre de vin est évaporé à consistance sirupeuse dans une capsule de platine, puis additionné d'acide sulfurique pur. La masse carbonisée laisse, après incinération au four à moufle, à basse température, des cendres blanches.

Ces cendres sont attaquées à chaud dans une fiole par 15 centimètres cubes d'acide azotique. On ajoute à la solution 100 centimètres cubes d'une solution de nitromolybdate d'ammoniaque à 50^{es} d'acide molybdique par litre, et l'on porte à l'ébullition. Le phosphomolybdate, précipité dans un excès de liqueur molybdique, est séparé par filtration et lavé avec de l'eau additionnée de un centième d'acide azotique. Dans la liqueur filtrée, on ajoute de l'ammoniaque et du sulfure d'ammonium en excès, qui maintient en dissolution le molybdène et précipite l'alumine et le fer.

(1) L'HÔTE. — *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. CIV, p. 853.

Le précipité mixte d'alumine et de fer est recueilli sur un filtre et calciné à l'air libre dans une nacelle de platine. On chauffe ensuite la dite nacelle dans un courant d'hydrogène sec, de manière à réduire l'oxyde de fer. Enfin, après refroidissement, la nacelle est portée dans un appareil où elle est soumise à l'action du gaz chlorhydrique sec. Sous l'influence d'une température rouge, le fer est volatilisé, et le résidu blanc de la nacelle, constitué par de l'alumine pouvant contenir des traces de silice, est mouillé avec de l'acide fluorhydrique et une goutte d'acide sulfurique. On chauffe au rouge, et finalement on pèse l'alumine.

En opérant par cette méthode extrêmement rigoureuse, M. L'Hôte a trouvé, dans des vins authentiques, les proportions suivantes d'alumine :

Vin de Bourgogne (non plâtré)		0 ^{gr} , 020 par litre.
Vin du Cher	//	0, 036 //
Vin de Touraine	//	0, 000 //
Vin de Huesca	//	0, 012 //
Vin de Roussillon	(plâtré)	0, 032 //
Vin de l'Aude	//	0, 016 //
Vin de Sicile	//	0, 012 //
Vin d'Espagne	//	0, 016 //

L'Auteur a prouvé d'autre part que l'alumine existe dans le raisin avant la vendange et que, par suite, sa présence dans le vin ne saurait être regardée comme accidentelle.

39. Recherche des acides minéraux libres. — L'acidification des vins par les acides minéraux (acides sulfurique, chlorhydrique, nitrique) a pour objet de rehausser l'éclat de la couleur du vin et de communiquer à ce liquide une saveur plus chaude et plus corsée (1).

Au point de vue de la recherche de ces acides, deux cas peuvent se présenter :

1° Les acides introduits existent normalement à l'état de sels dans un vin naturel (*Acides sulfurique, chlorhydrique*).

2° Ils ne se rencontrent pas dans un vin pur. (*Acide azotique*).

Dans le cas d'une addition d'acide azotique, le chimiste sera autorisé à conclure positivement, dès qu'il aura réussi à caractériser ce produit. Dans le cas d'une addition d'acide sulfurique ou chlorhydrique, le problème ne pourra

(1) ROOS ET COREIL. — *Annales d'hygiène et de méd. lég.* (3), t. XXIII, p. 57.

être résolu que si l'on parvient à établir que l'acide dont la présence a été reconnue existe dans le vin sous forme d'acide libre et non à l'état de sel.

Pour rechercher dans un vin les acides sulfurique ou chlorhydrique, on prendra 100 centimètres cubes du vin suspect. Ces 100 centimètres cubes seront évaporés, puis carbonisés avec les précautions ordinaires et surtout avec une extrême lenteur. On épuisera le charbon par l'eau bouillante, et dans l'eau de lavage on dosera le chlore. Soit P le poids trouvé.

Dans 100 autres centimètres cubes, on ne s'arrêtera pas à la carbonisation, et on élèvera graduellement la température jusqu'à incinération complète, la cendre reprise par l'eau additionnée d'acide chlorhydrique, servira à doser l'acide sulfurique total. Soit π le poids trouvé.

Les mêmes opérations seront exécutées sur deux nouveaux échantillons préalablement saturés par du carbonate de potasse pur.

Soient P' et π' les poids de chlore et d'acide sulfurique trouvés.

Si P et P' d'une part, π et π' de l'autre, sont sensiblement égaux, on peut dire qu'il n'existe dans le vin ni acide sulfurique libre, ni acide chlorhydrique libre, et que la falsification, si

elle a été pratiquée, ne saurait être révélée par l'analyse chimique.

En procédant comme il vient d'être dit, nous avons reconnu que, dans la plupart des vins, une addition d'acide sulfurique ne peut être reconnue tant que la proportion d'acide ajouté n'est pas supérieure à un gramme par litre environ ; mais pour les doses plus fortes, π' devient manifestement supérieur à π et la fraude n'est plus douteuse.

40. Recherche de l'acide nitrique. —

Mettant à profit la réaction bleu intense que donne la diphénylamine sous l'influence des oxydants et en particulier de l'acide nitrique, MM. Roos et Berlaud ont indiqué le mode d'essai qualitatif suivant :

Le vin est décoloré au sous-acétate de plomb, puis traité par une solution de diphénylamine dans l'acide sulfurique concentré pur. Dans le cas où de l'acide nitrique a été ajouté, la coloration bleue se produit aussitôt et permet de conclure à la présence dans le vin d'un agent oxydant (nitrate, chlorate, chromate, etc...), ce qui constitue une anomalie manifeste. Pour confirmer l'addition d'acide nitrique, on a recours à la méthode de Schloesing, et l'on dose l'acide

ajouté sous forme de bioxyde d'azote. Il importe, ainsi que le fait très justement remarquer M. Roos, de se mettre en garde contre la décomposition de l'acide nitrique au cours des opérations préliminaires que comporte le procédé. Si l'on juge à propos de concentrer le vin mis en expérience, ce qui peut avoir son intérêt lorsque la coloration obtenue avec la diphénylamine n'est pas très intense, il ne faut procéder à cette concentration qu'après avoir alcalinisé le vin au moyen d'une base fixe, car, faute de prendre cette précaution, on s'expose à voir l'acide nitrique disparaître.

41. Recherche de l'arsenic et des métaux toxiques. — La présence des sels de plusieurs métaux dont l'action sur l'organisme, même à très-faibles doses, est loin d'être inoffensive, a été signalée un certain nombre de fois dans les vins. La litharge a été employée pour corriger l'acidité des vins piqués, l'acide arsénieux a pu être confondu avec du plâtre et versé sur la vendange, etc., etc...

Il importe donc, lorsqu'un vin est considéré comme ayant produit des accidents chez les personnes qui en ont fait usage, de rechercher toutes les substances toxiques d'origine miné-

rale auxquelles ces accidents ont pu être attribués. Je ne parlerai pas de la recherche des alcaloïdes introduits soit accidentellement, soit dans un but criminel, cette question n'étant plus du ressort de l'hygiène, mais de la toxicologie proprement dite.

Pour arriver à découvrir de faibles traces de poisons métalliques en présence des matières organiques constituant l'extrait du vin, on ne saurait suivre une meilleure marche que celle qui a été indiquée par Millon ⁽¹⁾ et qui est d'un emploi tout à fait général.

La matière suspecte est traitée d'abord par l'acide sulfurique : on verse ensuite peu à peu sur le mélange de l'acide azotique, et en élevant graduellement la température. Dans cette première phase de l'opération les chlorures que contient la substance organique, donnent, par suite de la présence de l'acide nitrique en excès, de l'eau régale très pauvre en acide chlorhydrique, si bien que tout le chlore est rapidement éliminé sous forme de produits très volatils.

On continue à chauffer jusqu'à commencement de volatilisation de l'acide sulfurique,

(1) E. MILLON. — *Journal de Pharmacie et de chimie*, t. XLVI.

puis on ajoute de nouveau et peu à peu de l'acide azotique. Le liquide, qui était devenu très foncé, se décolore ; mais une nouvelle élévation de température le rend noirâtre à nouveau. On renouvelle les additions d'acide nitrique jusqu'à ce qu'il n'y ait plus ni coloration ni décoloration ; à ce moment, on chasse l'excès d'acide nitrique en élevant la température jusqu'à apparition de vapeurs blanches d'acide sulfurique.

Le résidu contient, en présence d'un excès d'acide sulfurique, *tous les sels minéraux* de la matière organique ainsi détruite.

On peut même, d'après Millon, chasser tout l'acide sulfurique, à la seule condition de le faire lentement et en ayant soin de modérer la température vers la fin de l'opération ; l'arsenic et même le mercure se trouvent encore en entier dans le résidu.

Lorsque l'intérêt de la recherche est plus particulièrement attaché à la découverte de l'arsenic, il est préférable de modifier cette méthode en opérant de la façon suivante (procédé de M. Gautier) :

« La matière suspecte est traitée ⁽¹⁾ par

(1) A. GAUTIER. — *Bulletin de la Société Chimique* t. XXIV, p. 252.

l'acide nitrique pur ordinaire et modérément chauffée. La substance se liquéfie peu à peu, puis tend à s'épaissir et à prendre un ton orangé. A ce moment, on retire la capsule du feu, et l'on ajoute 5^{gr} d'acide sulfurique pur. La masse brunit et s'attaque vivement ; on la chauffe jusqu'à ce qu'elle commence à émettre quelques vapeurs d'acide sulfurique. On laisse alors tomber goutte à goutte sur le résidu 10 à 12 grammes d'acide nitrique. La matière se liquéfie de nouveau en dégageant d'abondantes vapeurs nitreuses. Quand tout l'acide a été introduit, on chauffe jusqu'à commencement de carbonisation. Cela fait, la matière ainsi obtenue, facile à pulvériser, est épuisée dans la capsule même par de l'eau bouillante. La liqueur filtrée, couleur madère plus ou moins clair, est traitée par quelques gouttes de bisulfite de soude, et l'arsenic, à l'état de sulfure, en est précipité par un courant prolongé d'hydrogène sulfuré. Ce sulfure, transformé en acide arsénique par les moyens connus, est versé dans l'appareil de Marsh. »

Le charbon provenant de cette extraction peut ensuite être détruit par la méthode de Millon, et le résidu salin analysé d'après les précédés ordinaires.

Les poisons métalliques proprement dits s'y trouveront en entier si l'on ne néglige aucune des précautions indiquées.

42. Recherche des ferments donnant naissance aux maladies du vin. — Grâce aux travaux mémorables de M. Pasteur, nous savons aujourd'hui que les maladies du vin sont dues à la présence et au développement d'êtres vivants de dimensions microscopiques. Il peut donc arriver que le chimiste soit amené, pour expliquer certaines anomalies de composition d'un vin soumis à son examen, à procéder à un examen microscopique du vin lui-même ou des dépôts qu'il forme, soit dans les bouteilles, soit dans les tonneaux.

Le grossissement qu'il convient d'employer pour une semblable recherche devra varier suivant la nature du mycoderme dont la présence est soupçonnée. En général, une amplification de 300 à 500 fois sera suffisante ; elle devra être portée à 600 fois lorsqu'on aura à caractériser les fins bâtonnets de la maladie de la *tourne*.

43. Maladie de l'ascescence — Vins acides, vins aigres, vins piqués. — Le vin

qu'on n'a pas pris soin de soustraire au contact de l'air subit une fermentation spéciale, appelée fermentation acétique, laquelle s'accomplit sous l'influence exclusive d'un être organisé, agissant sur l'alcool à la façon du noir de platine, et le transformant en acide acétique.

Le *mycoderma aceti* consiste essentiellement en chapelets d'articles, généralement étranglés vers leur milieu, et dont le diamètre, un peu variable suivant les conditions du développement du mycoderme, est en moyenne dans son jeune âge de 1^u,5. La longueur de l'article est un peu plus du double, et comme il est un peu étranglé en son milieu, on dirait quelquefois une réunion de deux petits globules, surtout lorsque l'étranglement est court, et quand il y a une couche un peu serrée de ces articles, on croirait avoir sous les yeux un amas de petites cellules. Il importe d'être mis en garde contre cette illusion d'optique qui pourrait faire confondre le *mycoderma aceti* avec des ferments en chapelets de grains de même diamètre, qui en diffèrent essentiellement par leurs fonctions chimiques. Le mode de multiplication des articles du *mycoderma aceti* est le suivant : Chacun de ces articles s'étrangle de plus en plus, et donne bientôt par section deux nouveaux ar-

tibles qui s'étranglent eux-mêmes en grandissant et se sectionnent à leur tour.

Le *mycoderma aceti* se rencontre parfois mélangé au *mycoderma vini* ou fleur du vin, ferment qui transforme l'alcool en eau et acide carbonique : Comme le *mycoderma vini* ne peut vivre qu'à la surface du liquide, dès qu'il s'étend sur le vin, en une couche régulière et d'épaisseur suffisante, on n'a pas à craindre le développement du *mycoderma aceti*. Refoulé en effet par ce voisin aux fonctions oxydantes plus énergiques, il disparaît peu à peu et finit par tomber au fond du tonneau.

44. Maladie de la graisse — Vins filants — Vins huileux. — Cette maladie, rare dans les vins rouges, est très fréquente dans les vins blancs, et particulièrement dans les vins blancs du bassin de la Loire.

« M. Pasteur attribue la maladie de la *graisse* à un ferment composé de petits globules sphériques dont le diamètre varie sensiblement suivant les espèces de vins atteints de la maladie ; ces globules sphériques seraient réunis en chapelets qui se disjoindraient, pour tomber en couples de grains sphériques au fond des tonneaux. Le développement prodigieux de ce pa-

rasite contribuerait, par l'enchevêtrement de ses éléments, à l'épaississement du vin et lui donnerait cet aspect gras, huileux et filant qui lui a valu son nom ; mais nous devons dire que l'observation de nombreux échantillons de vins blancs atteints de la maladie de la graisse ne nous a pas permis de reconnaître les chapelets ni les globules décrits par M. Pasteur. M. Robinet a judicieusement signalé⁽¹⁾ l'impossibilité d'une reproduction organique qui modifierait à ce point la constitution physique du vin ; il lui semble beaucoup plus probable que le mycoderme de la maladie de la graisse se développe grâce à la présence, dans le vin, des principes albumineux ou gélatineux, et que son évolution vitale a pour résultat de les transformer en *zyméose* (graisse du vin), de même que le ferment alcoolique change le sucre en alcool et en acide carbonique. ⁽²⁾ »

45. Maladie des vins tournés. — Maladie de la pousse. — Lorsque la chaleur des mois de mai, juin, juillet, août, a été intense et a suffi-

(1) ROBINET — *Manuel général des vins*, p. 71.

(2) SALLERON — *Notice sur les instruments de précision appliqués à l'œnologie*, p. 138.

samment pénétré dans les caves pour y élever la température de plusieurs degrés, il arrive fréquemment, surtout dans les pays chauds, que le vin se trouble, change de couleur, et exerce sur les parois des tonneaux qui le renferment, une pression suffisamment énergique pour produire un suintement par la bonde et par les joints des douves. Vient-on à pratiquer un fausset à une pièce bien bondée, le vin jaillit avec force. « *Il a la pousse* » disent les sommeliers.

Ce vin reçu dans un verre est un peu louche : au bout d'un instant il dégage quelques fines bulles de gaz, qui viennent former une petite couronne blanche contre la paroi du verre. Si, à ce moment, on fait osciller le verre et si on l'examine par transparence, on remarque dans le sein de la liqueur des ondes soyeuses, d'autant plus manifestes que le mal a franchi plus de périodes. Enfin, le vin a perdu son bouquet, et, selon le degré de la maladie, il a pris une saveur plate de vin mouillé, ou une odeur peu agréable et un goût détestable. La couleur qu'avait viré au violet, se fonce de plus en plus à l'air et devient noirâtre ou plutôt bleu sale. Si, pour clarifier ce vin, on le jette sur un papier sans colle, il passe avec la même teinte et le

même louche, mais le filtre se fatigue vite et cesse de fonctionner.

Au microscope, avec un grossissement suffisant, ce vin paraît rempli de nombreux filaments extrêmement déliés et parfaitement distincts. Ce sont eux qui sont les auteurs de tout le mal, car ils constituent le ferment parasite de la maladie ; ce sont eux qui formaient tout à l'heure les ondes qui apparaissaient dans la liqueur ; ce sont eux, enfin, qui en se feutrant sur le papier s'opposaient à toute filtration.

L'examen microscopique des lies de vin tourné, permet d'étudier de plus près encore, et le ferment de la tourne et les conséquences de son évolution. Ces lies, en effet, ne présentent plus l'aspect accoutumé des matières amorphes mélangées de cellules de ferment alcoolique et de cristaux de sels. Le ferment de la tourne a envahi la place et a détruit successivement tous les bitartrates, et, plus tard, les tartrates neutres eux-mêmes.

L'analyse chimique donne des résultats tout aussi nets. Le titre alcoolique du vin n'a guère varié ; l'extrait sec a diminué, mais pas en proportion très sensible (3 grammes par litres environ) ; la gomme a baissé ; le sucre et autres substances actives sur la liqueur de Fehling que

n'entraîne pas le sous-acétate de plomb, ont entièrement disparu ; la glycérine a diminué de façon très notable (de 50, 60, 80 ‰). Enfin tout l'acide tartrique libre a disparu, et celui qui existait à l'état de tartre est en cours de destruction. La crème de tartre cristallisable s'évanouit progressivement. Quant au tannin, il se transforme lentement en produits ulmiques. Par contre, une seule substance augmente en proportion sensible : c'est la potasse ; car le vin s'enrichit de toute celle qui, dès le début, s'était déposée dans les lies à l'état de bitartrate. De 0^{gr},80 par litre elle monte à 1^{gr},10, 1^{gr},20, 1^{gr},30, ainsi que dans les vins nouveaux non dépouillés. Comme cette potasse se transforme progressivement en sels neutres, puis en sels alcalins, et même en carbonate de potasse, on conçoit que la couleur du vin vire elle-même lentement jusqu'au bleu.

L'observation microscopique des vins tournés est délicate, car le parasite de la pousse est extrêmement tenu. Il se compose de très petits filaments fins et déliés dont le diamètre atteint à peine 1^μ, et dont la longueur ne dépasse guère quelques centièmes de millimètre. Le ferment des vins tournés offre les plus grandes ressemblances [avec le ferment lactique lorsqu'il a été

agité, brisé et réduit en petits bâtonnets ; mais lorsqu'on l'étudie sur place, là où il a pris naissance, on constate qu'il est formé de longs filaments cylindriques flexibles sans étranglements bien apparents, ce qui le différencie du ferment lactique.

D'après M. Armand Gautier (1), la maladie des vins dits *tournés* du Midi de la France n'est pas identique à celle que nous venons de décrire. Elle se développe surtout dans les vins quand la vendange a été faite par un temps pluvieux et que les moisissures ont envahi les grappes. L'examen du dépôt révèle un grand nombre de filaments flexueux non articulés, du diamètre de 1^{er} environ, à côté desquels on trouve d'autres filaments, très rares, il est vrai, mais qui sont nettement articulés, et dont les articles, alternativement clairs et obscurs, sont en nombre variable de deux à six.

Cette forme particulière du ferment s'observe aussi dans les vins d'Algérie tournés et distingue la maladie dont ils sont atteints de la pousse des vins de la Bourgogne. « Il est très admissible que, sous le nom de vin tournés, on réu-

(1) A. GAUTIER. — *Dictionnaire de chimie pure et appliquée*. — Article « Vin ».

nisse des maladies différentes auxquelles correspondent plus d'un ferment filiforme ». (Pasteur).

46. Maladie de l'Amertume. — L'amertume est, de toutes les maladies du vin, celle qui exerce le plus de ravages sur les grands crus de la Bourgogne : elle s'attaque également d'ailleurs aux vins d'autres régions et d'autres cépages.

Dans l'amertume proprement dite, celle qui atteint les vins à leur seconde ou à leur troisième année, la saveur devient d'abord fade, la couleur terne : bientôt l'amertume apparaît, le vin se charge de gaz carbonique et la matière colorante s'altère de plus en plus. Il est à noter que si le vin est en bouteilles, le dépôt abondant qui se forme ne s'attache pas aux parois. Examiné au microscope, ce dépôt est constitué par de longues arborescences composées de rameaux branchus, noueux, enchevêtrés les uns dans les autres et dont le diamètre, bien supérieur à celui du filament des vins tournés, est très variable. Le plus souvent, ces branchages apparaissent colorés en rouge plus ou moins vif, parfois ils sont bruns ou même incolores si la maladie est à son début.

Quels sont les phénomènes chimiques qui se

produisent dans les vins atteints de la maladie de l'amertume?...

D'après Maumené, la saveur amère serait due à la formation d'une petite quantité de résine d'aldéhyde-ammoniaque.

Suivant d'autres auteurs, l'amertume serait due aux produits d'oxydation des tannins et de la matière colorante.

Notons enfin que M. Duclaux a signalé dans les vins amers un excès d'acide acétique et la présence de quelques acides homologues supérieurs.

CHAPITRE III.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'ANALYSE DES VINS. ALCOOLISATION MOUILLAGE — DOCUMENTS ANALYTIQUES.

47. Est-il possible de démontrer par l'analyse chimique, qu'un vin a ou n'a pas été alcoolisé ? — Le Comité consultatif des arts et manufactures, auquel cette question était posée, y a répondu dans les termes suivants :

1° En ce qui concerne les vins rouges.

« L'expérience a démontré que, dans les vins de vendange naturels, il existe un rapport déterminé entre le poids de l'extrait sec et celui de l'alcool. Le poids de l'alcool est au maximum

quatre fois et demi celui de l'extrait. Lorsque ce rapport est dépassé (avec une tolérance de $\frac{1}{10}$ en sus, soit 4,6) on doit conclure à l'alcoolisation.

« *Nota.* Dans le cas des vins plâtrés ou contenant du sucre, le poids de l'extrait trouvé directement à 100°, sera diminué du nombre de grammes moins un, donné par les dosages du sucre et du sulfate de potasse. Ce nouvel extrait s'appellera : extrait réduit ».

2° En ce qui concerne les vins blancs :

« Pour les vins de cette nature, le rapport maximum est fixé à 6,5. Lorsque ce rapport est dépassé (avec tolérance de $\frac{1}{10}$ en sus, soit 6,6) on doit conclure à l'alcoolisation ».

Telle est l'opinion des membres du Comité consultatif des arts et manufactures. Nous ne la commenterons pas. Bornons-nous à dire que si elle se trouve généralement justifiée par l'analyse des vins français, elle est bien souvent en défaut pour les vins d'origine étrangère, et, qu'à la suite des conclusions formulées par les laboratoires des douanes, plus d'un négociant, *sûr de la pureté de son vin*, a dû courber la tête, ne pouvant, comme l'a dit spirituellement notre regretté confrère le D^r G. Esbach, entreprendre la lutte du pot de terre contre le pot de fer. Pour

nous, qui n'avons jamais pu admettre le système des moyennes, nous ne saurions comprendre davantage la prétention d'imposer une limite officielle, sorte de barrière administrative, aux fantaisies de la nature.

Un procédé, préférable au précédent, et d'un caractère beaucoup plus scientifique, a été recommandé par M. Armand Gautier.

D'après l'Auteur du *Traité de la sophistication des vins*, la preuve du vinage peut être faite par la détermination du rapport du poids de l'alcool à celui de la glycérine.

Partant de cette donnée, que, dans les vins de la Bourgogne et du midi de la France, le poids de la glycérine varie de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{14}$ du poids de l'alcool, M. Gautier fait observer que, dans tout vin viné, le rapport en question doit s'élever sensiblement, ce qui permet de caractériser la fraude.

Supposons en effet qu'au cours de l'analyse d'un vin normal, on ait obtenu pour poids de la glycérine 6^{sr},6 par litre avec un titre alcoolique de 10 degrés. Le rapport du poids de l'alcool (80^{sr} par litre) au poids de la glycérine sera représenté par le nombre 12,1.

Vient-on à alcooliser le vin précédent de manière à porter son titre à 13 degrés, le rapport en

question s'élève de 12,1 à 16, et comme dans aucun cas connu ce rapport n'est supérieur à 14, l'alcoolisation est certaine.

Malheureusement, si le rapport $\frac{\text{alcool}}{\text{glycérine}}$ ne dépasse jamais 14, il s'abaisse bien souvent au-dessous du nombre 10 que M. Gautier parait considérer comme sa limite inférieure. Fresenius et Bergmann qui ont fait une étude approfondie de la question, fixent le minimum observé par eux à 7,4 ⁽¹⁾ et le minimum à 14. J'ai eu plus d'une fois, pour ma part, l'occasion de constater sur différents vins, des rapports présentant de semblables variations.

Si donc un vin dont le titre alcoolique est de 10 degrés renferme 10 grammes de glycérine, ce qui, je puis l'affirmer, n'a rien d'anormal, ce même vin, porté à 13 degrés par addition d'alcool présentera le rapport 9,6 et porté à 15 degrés le rapport 8,3.

Il aura donc été viné de 3 et même de 5 degrés sans que la fraude put même être soupçonnée.

Les cas analogues à celui que je viens de signaler sont heureusement assez rares, et ne de-

(1) Pour 100 parties d'alcool.

vront pas empêcher le chimiste de recourir au dosage de la glycérine lorsqu'il aura quelque raison de soupçonner une addition d'alcool dans le vin soumis à son examen.

La méthode suivie ne pourra jamais le conduire à accuser un innocent, mais elle l'amènera quelquefois à laisser échapper un coupable. Celui-ci d'ailleurs, enhardi par son succès, pratiquera la fraude sur une échelle de plus en plus large, et ne tardera pas à apporter lui-même une preuve irréfutable de sa mauvaise foi.

47. Est-il possible de démontrer par l'analyse chimique qu'un vin a ou n'a pas été mouillé? — Voici une question qui, depuis quelques années, passionne au plus haut point l'opinion.

Les intéressés soutiennent que les chimistes ne possèdent aucun moyen d'y répondre ; d'autres personnes affirment que rien n'est, au contraire, plus aisé que de dire non seulement si le vin soumis à l'analyse a été mouillé, mais dans quelle proportion il l'a été.

Avant d'aller plus loin commençons par bien préciser les données du problème :

S'agit-il, un échantillon quelconque étant apporté au laboratoire, sans indication de prove-

160 RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'ANALYSE DES VINS

nance, d'âge, de cépage, de destination, s'agit-il, dis-je, de certifier que ce vin a ou n'a pas été mouillé? On peut répondre, *a priori*, que la question posée est à peu près insoluble, et que si, d'aventure, un chimiste s'avise de vouloir y répondre, il se trompera cinq fois sur dix, c'est-à-dire autant de fois que s'il se prononçait au hasard, puisqu'il aurait, dans ce dernier cas, autant de chances de tomber sur la vérité que de passer à côté d'elle.

Il existe, en effet, des vins déshérités, dont le titre alcoolique s'abaisse, en certaines années, jusqu'à cinq degrés; dans d'autres, et sans qu'une seule goutte d'alcool étranger ait été ajoutée, ce titre peut s'élever à 16 et même 17 degrés centésimaux. Le poids de l'extrait sec oscille entre des limites non moins distantes. « En moyenne, dit M. Armand Gautier, les vins de nos pays tempérés donnent de 15^{gr},50 à 40 grammes d'extrait, et les meilleurs crûs de Bourgogne, du Bordelais et du Midi, de 15 à 30 grammes. »

Lorsque les vins n'ont pas été plâtrés, les variations du poids des cendres sont généralement proportionnelles à celles du poids de l'extrait; quant au poids de la glycérine, il est le plus souvent représenté par une fonction assez simple du titre alcoolique. Le tartre, enfin, varie souvent

du simple au double dans un même vin en quelques mois, et s'il s'agit d'un vin plâtré, sa presque complète disparition ne prouve pas que le vin soit de mauvaise qualité, mais seulement qu'il a dû être plâtré avec un plâtre riche en carbonate de chaux, lequel a transformé dès l'origine l'acide tartrique du raisin en tartrate de chaux insoluble.

Les variations les plus considérables dans les poids des principaux éléments d'un vin de provenance ignorée ne sauraient donc, en aucun cas, autoriser un chimiste à conclure au mouillage. Vouloir répondre à la question ainsi posée, c'est vouloir, au moyen d'une seule équation, déterminer deux inconnues.

Un caractère qui mérite néanmoins d'être pris en sérieuse considération, et qui, sans être absolument général, permet dans bien des cas de regarder le mouillage comme très probable, même en l'absence de toute indication sur l'origine du vin, est tiré de la mesure de l'acidité totale de ce liquide.

M. Armand Gautier, auquel on doit l'étude de cette nouvelle donnée, formule en ces termes les résultats de ses observations :

« Si l'on additionne, dans un vin, le chiffre indiquant son titre alcoolique centésimal et celui

162 RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'ANALYSE DES VINS

qui donne par litre le poids en acide sulfurique de son acidité totale, on obtiendra toujours pour les vins rouges non additionnés d'eau un nombre égal ou supérieur à 13. Cette règle est très générale et ne comporte d'exceptions que pour les vins de certains cépages assez rares » (1).

Lorsque dans un vin dont le titre alcoolique n'est pas d'une extrême faiblesse, le total *alcool-acide* est inférieur à 13 il est donc *très probable* que ce vin a été mouillé. Malheureusement, la réciproque n'est pas vraie, et beaucoup de vins vinés, mouillés du cinquième, présentent encore un total alcool-acide variant de 13,5 à 14. C'est assez dire que, même en tenant compte de la valeur du coefficient *alcool-acide*, il sera souvent impossible d'arriver à la connaissance de la vérité.

Il nous reste à examiner le cas où le chimiste dispose, soit d'un échantillon destiné à servir de terme de comparaison, soit de données permettant de se faire une idée suffisamment exacte de ce que devrait être la composition du vin suspect, s'il était exempt d'eau.

Si l'on dispose d'un terme de comparaison authentique, la détermination du volume d'eau

(1) ARMAND GAUTIER. — *La Sophistication des vins*, p. 103 et 104.

ajouté ne présente aucune difficulté, et peut facilement être faite avec une erreur généralement inférieure à un centième. Aucun doute ne peut subsister dans ces conditions, et les conclusions de l'expert ne sauraient être contestées.

Si la composition probable du vin analysé ne peut, au contraire, être établie que d'après des données plus ou moins certaines, plus ou moins vagues, le problème devient extrêmement délicat et le devoir du chimiste est alors de ne se prononcer affirmativement que dans les cas où, après avoir consulté chacun des éléments d'investigation dont il dispose, il n'en aura pu obtenir que des réponses affirmatives, sans aucune note discordante.

164 RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'ANALYSE DES VINS

DOCUMENTS ANALYTIQUES

49. — Un vin soumis à notre examen, présente la composition suivante :

Titre alcoolique centésimal . . .	15°,0	
Extrait à 100°	37 ^{gr} ,68	par litre.
" dans le vide	40, 00	"
Cendres { partie soluble dans l'eau . . .	3, 68	"
{ partie insoluble.	2, 72	"
Sulfate de potasse	2, 62	"
Chlore calculé en chlorure de sodium)	1, 28	"
Acidité (en acide sulfurique) . . .	3, 44	"
Crème de tartre	0, 19	"
Glycérine	4, 20	"
Sucre réducteur(calculé en glycose)	0, 40	"
Déviatiion polarimétrique.	0°, 2	

De plus, l'extrait dans le vide présente une apparence singulière bien faite pour éveiller les soupçons. Cet extrait est presque entièrement cristallisé. Après divers essais qualitatifs, on a pu séparer et purifier les cristaux en suivant la marche indiquée pour la recherche de la *mannite*. Le poids de mannite *pure* obtenu après deux cristallisations successives a été de deux grammes par litre de vin. •

Que doit-on penser d'un pareil liquide ?

Remarquons tout d'abord que la somme acide alcool (18^{sr},44) ne permet pas *a priori* de croire à une addition d'eau.

Le poids de l'extrait réduit étant d'autre part 36^{sr},06 et celui de l'alcool 120 grammes, le rapport du second au premier est 3,3, nombre bien inférieur à la limite officielle 4,5.

Le vin suspect ne devrait donc pas non plus être regardé comme alcoolisé, si l'on s'en rapportait à la méthode du Comité consultatif des arts et manufactures.

Et pourtant, si l'on tient compte du poids de la glycérine, on ne tarde pas à voir que le rapport du poids de cet élément au poids de l'alcool est absolument anormal.

En effet :

$$\frac{120}{4,2} = 28$$

Or, nous savons que la limite supérieure du rapport du poids de l'alcool au poids de la glycérine est 14. — *L'alcoolisation est donc certaine.*

Ceci posé, demandons nous à quelle quantité maxima d'alcool le poids trouvé pour la glycérine (4^{sr},2) peut correspondre.

166 RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'ANALYSE DES VINS

Soit x ce poids, on devra avoir :

$$\frac{x}{4,2} = 14$$

d'où

$$x = 58^{\text{sr}},8.$$

c'est-à-dire que le titre alcoolique maximum d'un vin renfermant $4^{\text{sr}},2$ de glycérine est légèrement inférieur à $7^{\circ},5$.

Avec un pareil titre, la somme alcool-acide serait :

$$7,5 + 3,44 = 10,94.$$

Il y a donc lieu de regarder le vin suspect non seulement comme un vin *alcoolisé*, mais encore comme un vin *mouillé*, ne devant son poids élevé de matières extractives qu'à la présence, au nombre des éléments de l'extrait, de produits étrangers ajoutés dans le but de constituer un extrait factice susceptible de donner à l'acheteur une fausse sécurité.

L'emploi du jus de figes étant d'ailleurs rendu extrêmement vraisemblable par le poids de mannite qu'on a pu isoler, nous concluons :

Vin suralcoolisé, mouillé, plâtré, salé et très probablement additionné de vin de figes.

50. — Un vin saisi chez un détaillant donne à l'analyse :

Titre alcoolique centésimal.	10 ^o ,9
Extrait à 100 ^o	18 ^{gr} ,00
" dans le vide	22, 45
Cendres.	3, 04
Sulfate de potasse	1, 50
Acidité	4, 50

Le négociant en gros qui fournit ce vin interrogé sur la provenance dudit liquide, déclare qu'il est composé :

- 1^o de 1/6^e de vin d'Andalousie blanc;
- 2^o de 1/6^e de vin de Serbie;
- 3^o de 2/6^e d'Aramon de l'Hérault;
- 4^o de 1/6^e de vin de Val-de-Penas vieux;
- 5^o de 1/6^e de vin de Touraine.

Il affirme, en outre, que les diverses sortes de vin existent encore en nature dans ses magasins et offre d'en donner séance tenante des échantillons.

L'offre est acceptée, les cinq échantillons sont

168 RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'ANALYSE DES VINS

prélevés ; on les soumet à l'analyse qui donne les résultats suivants :

Termes de comparaison	Andalousie blanc — 1 partie	Serbie — 1 partie	Hérault — 2 parties	Val-de- Penas — 1 partie	Touraine — 1 partie
Titre alcoolique.	14,1	13,3	7,3	13,3	10,1
Extrait à 100° .	17,00	21,3	17,20	18,24	18,32
Extrait d. le vide.	22,30	26,3	21,15	22,90	21,20
Cendres	4,56	2,24	2,20	4,80	2,96
Sulf. de potasse.	3,90	0,25	0,30	4,00	0,20
Acidité.	3,72	4,65	5,40	3,90	4,84

De ce tableau, on conclut que le coupage doit avoir pour composition :

Titre alcoolique	10° ,9
Extrait à 100°	18 ^{sr} ,20
// dans le vide	22, 60
Cendres.	3, 16
Sulfate de potasse.	1, 46
Acidité.	4, 65

Composition qui ne diffère pas de celle du vin saisi en premier lieu chez le détaillant : *Celui-*

ci n'avait donc ajouté aucune partie d'eau au vin qu'il avait reçu du négociant en gros.

51. — Un prélèvement effectué chez un détaillant, comme dans l'exemple (§ 50), a donné :

Titre alcoolique	10 ^o , 8
Extrait à 100 ^o	22 ^{gr} , 07
" dans le vide	24, 60
Cendres	3, 83
Sulfate de potasse	2, 93
Acidité	4, 20

Le fournisseur, interrogé, déclare posséder encore du vin provenant du même coupage, effectué dans une cuve de 1000 hectolitres.

Le vin, soumis à l'analyse donne :

Titre alcoolique.	12 ^o , 6
Extrait à 100 ^o	25 ^{gr} , 40
" dans le vide	28, 40
Cendres	4, 36
Sulfate de potasse	3, 41
Acidité	4, 72

Cette composition diffère sensiblement de celle du vin saisi ; mais si l'on détermine par le cal-

170 RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'ANALYSE DES VINS

cul, la composition qu'aurait un coupage de vin du fournisseur avec 13 et 14 % d'eau, on trouve :

Terme de comparaison	Vin additionné de 13 % d'eau	Vin additionné de 14 % d'eau
Titre alcoolique . .	100,96	100,84
Extrait à 100°. . .	22, 10	21, 84
" dans le vide.	24, 70	24, 42
Cendres	3, 79	3, 75
Sulfate de potasse .	2, 97	2, 93
Acidité	4, 10	4, 06

En rapprochant ces nombres de ceux qui ont été fournis par l'analyse du vin saisi chez le détaillant, on peut affirmer que *ce dernier a ajouté de 13 à 14 % d'eau au vin de son fournisseur*, bien que, dans l'espèce, la somme alcool-acide fut parfaitement normale.

52. Sur les extraits déterminés à 100° et dans le vide.

1° *Extraits à 100°*. — On a dit précédemment que les extraits obtenus à 100° par une même

méthode, mais par divers chimistes ne peuvent être comparés les uns aux autres. Je crois devoir, pour justifier cette assertion, signaler l'expérience suivante :

Une bouteille de vin de l'Hérault fut partagée en quatre parties égales. Quatre chimistes habitués aux analyses de vin procédèrent, dans leurs laboratoires respectifs, à la détermination de l'extrait à 100° au bain-marie.

Les résultats obtenus en opérant sur 25 centimètres cubes de liquide furent les suivants :

Opérateurs	I	II
1 ^{er} chimiste	20 ^{gr} ,84	21 ^{gr} ,00
2 ^e //	20, 40	20, 64
3 ^e //	19, 95	20, 10
4 ^e //	18, 80	19, 16

Le vin en question avait donné 20^{gr},20 à l'œno-baromètre Houdart et 24^{gr},60 dans le vide.

2° *Extraits dans le vide.* — Quatre chimistes soumirent à l'évaporation dans le vide un même volume (5, 10 et 25 centimètres cubes) d'un vin

172 RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'ANALYSE DES VINS
de la Gironde. Voici les poids d'extraits donnés
par chacun d'eux :

Opérateurs	Résultats obtenus en opérant sur 5 ^{cm} 3	Résultats obtenus en opérant sur 10 ^{cm} 3	Résultats obtenus en opérant sur 25 ^{cm} 3
1 ^{er} chimiste	26 ^{gr} ,70	27 ^{gr} ,80	29 ^{gr} ,00
2 ^e //	26, 50	27, 70	28, 82
3 ^e //	26, 40	27, 40	28, 60
4 ^e //	26, 26	27, 40	28, 40

Les résultats obtenus dans le vide sont donc toujours comparables entre eux à $\frac{1}{50}$ près environ dès que l'on opère sur un même volume de liquide. Cette unique condition est à la fois nécessaire et suffisante; on n'en saurait douter après avoir jeté les yeux sur les tableaux qui précèdent.

53. Sur la détermination du vinage par le calcul du rapport du poids de l'alcool à celui de l'extrait réduit. — Nous avons exprimé le plus profond scepticisme au sujet des conclusions fournies par cette méthode.

Rien ne serait plus aisé que de réunir dans un tableau toutes les analyses de vins étrangers authentiques qu'elle conduit à regarder comme

des vins suralcoolisés. Nous ne le ferons pas, sachant qu'aux preuves apportées par nous, on ne manquerait pas d'objecter que toutes les garanties données, et même les certificats de nos consuls, ne prouvent pas suffisamment l'authenticité des vins en question.

Pour permettre à nos lecteurs de se faire une opinion, nous nous bornerons à leur demander de méditer les résultats suivants obtenus par MM. Gayon, Blarez et Dubourg au cours de leurs études sur la composition des vins rouges du département de la Gironde (Année 1887).

Sur *trois cent soixante dix-huit* échantillons, les auteurs précités en signalent *vingt-sept* pour lesquels le rapport du poids de l'alcool au poids de l'extrait à 100°, sucre déduit, est égal ou supérieur à 5, et ils ajoutent :

« Ce rapport, dans les vins analysés par nous, a varié de 3,2 à 5,3 avec une moyenne de 4,3.

Tout vin rouge, vendu comme du vin de la Gironde, qui donnerait un rapport sensiblement supérieur aux chiffres précédents ⁽¹⁾ serait sus-

(1) C'est-à-dire supérieurs à la limite maxima 5,3.

Nous sommes loin, on le voit, de la limite tout à fait arbitraire 4,6 adoptée par le Comité consultatif des Arts et Manufactures.

pect du vinage. Cela est vrai, non seulement pour l'année 1887, mais pour les récoltes des années antérieures.

54. — Tableau des échantillons donnant un rapport égal ou supérieur à 5 dans le Mémoire de MM. Gayon, Blarez et Dubourg.

Numéros d'ordre	Poids d'alcool par litre	Poids d'extrait à 100°	Poids du sucre	Rapport entre l'alcool et l'extrait, sucre déduit
24	95 ^{gr} ,40	21 ^{gr} ,00	2 ^{gr} ,61	5,00
25	101, 00	22, 10	1, 85	5,00
28	99, 40	24, 10	4, 06	5,10
45	99, 40	21, 00	1, 96	5,10
60	95, 40	20, 10	2, 20	5,30
61	95, 40	21, 10	2, 75	5,10
63	97, 00	26, 20	6, 96	5,00
65	95, 40	20, 20	2, 62	5,20
68	93, 00	21, 00	2, 39	5,00
79	97, 80	21, 10	2, 25	5,10
101	93, 00	22, 00	3, 43	5,00
112	91, 40	19, 20	2, 26	5,00
140	100, 20	23, 10	4, 24	5,20
181	83, 50	20, 00	2, 62	5,10
197	93, 80	21, 00	2, 12	5,00
221	94, 60	20, 60	2, 90	5,30
224	87, 40	19, 60	2, 12	5,00
244	97, 00	21, 90	2, 80	5,00
249	84, 30	18, 10	1, 72	5,10
253	94, 60	20, 60	2, 90	5,30
258	97, 80	21, 50	2, 29	5,00
264	95, 40	21, 00	2, 39	5,10
307	97, 00	21, 70	2, 31	5,00
316	97, 80	22, 10	3, 08	5,20
325	95, 40	20, 00	1, 00	5,00
333	91, 40	20, 40	1, 91	5,00
347	100, 20	21, 20	2, 29	5,20

55. Table des richesses alcooliques depuis 1° jusqu'à 20°

Degrés de température	Richesse alcoolique																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10	1,7	2,4	3,4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,6	11,7	12,7	13,8	14,9	16,0	17,9	18,1	19,2	20,2	21,3
11	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	19,0	20,0	21,0
12	1,2	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,4	11,5	12,5	13,5	14,6	15,6	16,6	17,6	18,7	19,7	20,7
13	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	15,4	16,4	17,4	18,5	19,5	20,5
14	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	19,2	20,2
15	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
16	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	18,7	19,7
17	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	18,4	19,4
18	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	18,2	19,1
19	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,6	6,6	7,6	8,6	9,6	10,6	11,4	12,4	13,3	14,3	15,2	16,1	17,0	17,9	18,8
20	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	14,0	14,9	15,8	16,7	17,6	18,5
21	0,4	1,4	2,3	3,3	4,3	5,2	6,2	7,1	8,1	9,1	10,1	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6	15,5	16,4	17,3	18,2
22	0,3	1,3	2,2	3,2	4,1	5,1	6,1	7,0	7,9	8,9	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	14,4	15,3	16,2	17,0	17,9
23	0,1	1,1	2,1	3,1	4,0	4,9	5,8	6,8	7,8	8,7	9,7	10,6	11,5	12,4	13,3	14,1	15,0	15,9	16,7	17,6
24	0,0	1,0	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	16,5	17,4
25	0,0	0,8	1,7	2,7	3,6	4,6	5,5	6,5	7,4	8,3	9,3	10,2	11,1	12,0	12,8	13,6	14,5	15,4	16,2	17,1

56. Table des richesses alcooliques depuis 21° jusqu'à 40°

Degrés de température	Richesse alcoolique																			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
10	22,4	23,5	24,6	25,8	26,9	28,0	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
11	22,1	23,2	24,3	25,4	26,5	27,7	28,7	29,7	30,4	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7	38,7	39,7	40,7	41,7
12	21,8	22,9	24,0	25,1	26,1	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,3	35,3	36,3	37,3	38,3	39,3	40,3	41,3
13	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	37,8	38,8	39,8	40,9
14	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	40,4
15	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	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	39,5
17	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	39,1
18	20,1	21,1	22,0	23,0	24,0	25,0	25,9	26,9	27,8	28,8	29,8	30,8	31,7	32,6	33,6	34,2	35,6	36,6	37,6	38,6
19	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	38,2
20	19,5	20,5	21,4	22,4	23,3	24,3	25,2	26,1	27,0	27,9	28,9	29,9	30,8	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,8
21	19,1	20,1	21,1	22,1	22,9	23,9	24,8	25,6	26,6	27,5	28,5	29,5	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	36,4
22	18,8	19,8	20,7	21,6	22,5	23,5	24,3	25,2	26,2	27,1	28,1	29,1	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	36,9
23	18,5	19,4	20,3	21,3	22,2	23,1	24,0	24,9	25,8	26,7	27,7	28,7	29,6	30,6	31,6	32,6	33,5	34,5	35,5	36,5
24	18,2	19,1	20,0	21,0	21,8	22,7	23,6	24,5	25,4	26,3	27,3	28,3	29,2	30,2	31,1	32,1	33,1	34,1	35,1	36,1
25	17,9	18,8	19,7	20,6	21,5	22,4	23,2	24,2	25,1	26,0	26,9	27,9	28,8	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7

57. Tableaux comparatifs des degrés de l'alcoomètre légal et de l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac.

Alcoomètre légal	Alcoomètre de Gay-Lussac
0	0
1	1,04
2	2,03
3	3,06
4	4,05
5	5,09
6	6,11
7	7,11
8	8,15
9	9,08
10	10,15
11	11,11
12	12,14
13	13,14
14	14,13
15	15,19
16	16,24
17	17,27
18	18,29
19	19,41
20	20,43
21	21,43
22	22,33
23	23,34
24	24,25
25	25,26

Alcoomètre de Gay-Lussac	Alcoomètre légal
0	0
1	0,96
2	1,97
3	2,94
4	3,95
5	4,90
6	5,88
7	6,89
8	7,85
9	8,92
10	9,85
11	10,80
12	11,86
13	12,85
14	13,87
15	14,81
16	15,76
17	16,73
18	17,71
19	18,59
20	19,57
21	20,57
22	21,67
23	22,66
24	23,75
25	24,74

58. Tableau des densités correspondant aux degrés des alcoomètres anciens et nouveaux.

Degrés	DENSITÉS	
	Alcoomètre légal	Alcoomètre de Gay-Lussac
0	1000,00	1000,00
1	998,44	998,5
2	996,95	997,0
3	995,52	995,6
4	994,13	994,2
5	992,77	992,9
6	991,45	991,6
7	990,16	990,3
8	988,91	989,1
9	987,70	987,8
10	986,52	986,7
11	985,37	985,5
12	984,24	984,4
13	983,14	983,3
14	982,06	982,2
15	981,00	981,2
16	979,95	980,2
17	978,92	979,2
18	977,90	978,2
19	976,88	977,3
20	975,87	976,3
21	974,87	975,3
22	973,87	974,2
23	972,86	973,2
24	971,85	972,1
25	970,84	971,1
26	969,81	970,0
27	968,76	969,0
28	967,69	967,9
29	966,59	966,8
30	965,45	965,7

**59. Tableau indiquant la diminution de
tion de la température**
(Ces quantités devront être ajoutées aux

Degrés de tem- pé- ra- ture	Force alcoolique des liquides					
	5°	6°	7°	8°	9°	10°
16°	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
17°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
18°	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
19°	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
20°	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8
21°	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
22°	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3
23°	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6
24°	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8
25°	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0

densité (en grammes) causée par l'élévation au-dessus de 15°.

chiffres fournis par l'OEnobaromètre):

Force alcoolique des liquides							
11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6
0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9
0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2
1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,4
1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,6
1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,9	2,0	1,9
1,8	1,8	1,9	1,8	1,9	2,1	2,2	2,1
2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,4	2,5	2,3

**60. Tableau indiquant l'augmentation
diminution de la tempé-
(Ces quantités devront être retranchées**

Degrés de tem- pé- ra- ture.	Force alcoolique des liquides					
	5°	6°	7°	8°	9°	10°
5°	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0
6°	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0
7°	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,1
8°	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,1
9°	0,7	0,8	0,7	0,9	0,9	1,1
10°	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7
11°	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,7
12°	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5
13°	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
14°	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2

Exemple : La lecture de l'œnobaromètre donne 7, celle du 0,6. La densité œnobarométrique à 15° sera $7 - 0,6 = 6,4$.

de densité (en grammes) causée par la
rature au-dessous de 15°.
des chiffres fournis par l'OEnobaromètre).

Fores alcoolique des liquides							
11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°
1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3
1,2	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1
1,2	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,8
1,2	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5
1,2	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4
0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1
0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

thermomètre 12, la richesse du vin est 14, la correction trouvée

61. Tableau Oenobarométrique donnant le poids de l'extrait sec des vins.

Indication de l'Oeno- baromètre	Richesse alcoolique																						
	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	15.5	
1.0																		9.3	10.5	11.5	12.6	13.6	14.6
1.5																		10.3	11.5	12.6	13.6	14.6	15.7
2.0																		11.3	12.6	13.6	14.6	15.7	16.7
2.5																		12.4	13.6	14.6	15.7	16.7	17.7
3.0															11.1	12.4	13.4	14.6	15.7	16.7	17.7	18.7	
3.5															12.2	13.4	14.4	15.5	16.7	17.7	18.7	19.8	
4.0													10.9	12.2	13.2	14.4	15.5	16.7	17.7	18.7	19.8	20.8	
4.5													11.9	13.2	14.2	15.4	16.5	17.7	18.7	19.8	20.8	21.8	
5.0											10.5	11.7	13.0	14.2	15.2	16.5	17.5	18.7	19.8	20.8	21.8	22.9	
5.5											11.5	12.8	14.0	15.2	16.3	17.5	18.5	19.8	20.8	21.8	22.9	23.9	
6.0										10.3	11.5	12.6	13.8	15.0	16.3	17.3	18.5	19.6	20.8	21.8	22.9	23.9	
6.5										11.3	12.6	13.6	14.8	16.1	17.3	18.3	19.6	20.6	21.8	22.9	23.9	24.9	
7.0										12.4	13.6	14.6	15.9	17.1	18.3	19.4	20.6	21.6	22.9	23.9	24.9	26.0	
7.5										13.4	14.6	15.7	16.9	18.1	19.4	20.4	21.6	22.7	23.9	24.9	26.0	27.0	
																						28.0	

8,0						11,7	13,2	14,4	15,7	16,7	17,9	19,2	20,4	21,4	22,7	23,7	24,9	26,0	27,0	28,0	29,0	30,9
8,5						12,8	14,2	15,4	16,7	17,7	19,0	20,2	21,4	22,3	23,7	24,7	26,0	27,0	28,0	29,0	30,1	31,1
9,0						13,8	15,2	16,5	17,7	18,7	20,0	21,2	22,5	23,5	24,7	25,7	27,0	28,0	29,0	30,1	31,1	32,1
9,5						14,8	16,3	17,5	18,7	19,8	21,0	22,2	23,5	24,5	25,7	26,8	28,0	29,0	30,1	31,1	32,1	33,2
10,0						15,9	17,3	18,5	19,8	20,8	22,0	23,3	24,5	25,5	26,6	27,8	29,0	30,1	31,1	32,1	33,2	34,2
10,5						16,9	18,3	19,6	20,8	21,8	23,1	24,3	25,5	26,6	27,6	28,8	29,9	31,1	32,1	33,2	34,2	35,2
11,0						17,9	19,4	20,6	21,8	22,9	24,1	25,3	26,6	27,6	28,6	29,9	31,1	32,1	33,2	34,2	35,2	36,3
11,5						19,0	20,4	21,6	22,9	23,9	25,1	26,4	27,6	28,6	29,9	30,9	32,1	33,2	34,2	35,2	36,3	37,3
12,0						20,0	21,4	22,7	23,9	24,9	26,2	27,4	28,6	29,7	30,9	31,9	33,2	34,2	35,2	36,3	37,3	38,3
12,5						21,0	22,5	23,7	24,9	26,0	27,2	28,4	29,7	30,7	31,9	33,0	34,2	35,2	36,3	37,3	38,3	39,3
13,0						22,0	23,5	24,7	26,0	27,0	28,2	29,5	30,7	31,7	33,0	34,0	35,2	36,3	37,3	38,3	39,3	40,4
13,5						23,1	24,5	25,7	27,0	28,0	29,3	30,5	31,7	32,8	34,0	35,0	36,3	37,3	38,3	39,3	40,4	41,4
14,0						24,1	25,5	26,8	28,0	29,0	30,3	31,5	32,8	33,8	35,0	36,0	37,3	38,3	39,3	40,4	41,4	42,4
14,1						25,1	26,6	27,8	29,0	30,1	31,3	32,5	33,8	34,8	36,0	37,1	38,3	39,3	40,4	41,4	42,4	43,5
15,0						26,2	27,6	28,8	30,1	31,1	32,3	33,6	34,8	35,8	37,1	38,1	39,3	40,4	41,4	42,4	43,5	44,5
15,5						27,2	28,6	29,9	31,0	32,1	33,4	34,6	35,8	36,9	38,1	39,1	40,4	41,4	42,4	43,5	44,5	45,5
16,0						28,2	29,7	30,9	32,0	33,2	34,4	35,6	36,9	37,9	39,1	40,2	41,4	42,4	43,5	44,5	45,5	46,5
16,5						29,3	30,7	31,9	33,2	34,2	35,4	36,7	37,9	38,9	40,2	41,2	42,4	43,5	44,5	45,5	46,5	47,5

BIBLIOGRAPHIE

AMAGAT. — *Sur le dosage de l'extrait sec du vin.*
Comptes rendus de l'Académie des sciences,
t. XCIX, p. 194.

— *Notice sur le réfractomètre.*

ANDRIEU. — *Appréciation de la couleur des vins.*
Narbonne, 1877.

BARILLOT. — *Manuel d'analyse des vins.* Paris, 1889.

BASTIDE. — *Vins sophistiqués.* Béziers, 1876

BAUDRIMONT. — *Dictionnaire des falsifications.* Paris,
1882.

BÉCHAMP. — *Séparation et dosage des gommes.*
Comptes rendus de l'Académie des Sciences,
t. XXX, p. 968.

BERTHELOT et de FLEURIEU. — *Annales de physique
et de chimie.* (4), t. V, p. 185.

BLAREZ. — *Sur la solubilité du bi-tartrate de po-
tassium.* Comptes rendus de l'Académie des
sciences, t. CXII, p. 434.

CARLES. — *Etude chimique et hygiénique du vin.*
Bordeaux, 1880.

CARLES. — *Dosage de l'alumine dans le vin.* Journal
de pharmacie et de chimie, t. VII, p. 373.

- CARLES. — *Sur le vin de figues et le dosage de la mannite. Ibid.* Juin 1891.
- CAZENEUVE. — *La coloration des vins par les couleurs de la houille.* Paris, 1886.
- CHANCEL. — *Etudes sur la composition des vins.* Montpellier, 1866.
- CLAUS. — *Sur la présence et le dosage de l'acide tartrique libre.* Bulletin de la société chimique, t. XLI, p. 415.
- DUJARDIN. — *L'essai commercial des vins et vinaigres,* Paris, 1892.
- FAURÉ. — *Analyse des vins de la Gironde.* Bordeaux, 1844.
- FERRAND. — *Analyse des vins falsifiés.* Lyon, 1886.
- FRESENIUS et BORGMANN. — *Sur le rapport de la glycérine à l'alcool dans les vins.* Bulletin de la société chimique, t. XL, p. 347.
- TONY GARCIN. — *Examen polarimétrique des vins.* — Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, t. CIV, p. 1002.
- ARMAND GAUTIER. — *La sophistication des vins.* 4^e édition, Paris, 1891.
- *Article « Vin » du dictionnaire de chimie pure et appliquée de Würtz.*
- GAUTIER. — *Sur la solubilité de la matière colorante du vin dans les principes du moût et en particulier dans l'acide tartrique.* Bulletin de la société chimique, t. XLI, p. 360.

- GAYON, BLAREZ et DUBOURG. — *Analyse des vins de la Gironde.*
- AIMÉ GIRARD. — *Dosage du Tannin.* Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, t. XCV, p. 185.
- CHARLES GIRARD. — *Documents sur les falsifications des matières alimentaires et les travaux du Laboratoire municipal.* Paris, 1885.
- HENNINGER. — *Sur la présence d'un glycol dans le vin.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. XCV, p. 96.
- L'HOTE. — *Dosage de l'alumine dans le vin.* — Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CIV, p. 853.
- HOUDART. — *Nouvelle méthode pour le dosage de l'extrait sec.* Paris, 1884.
- HUGOUNENQ. — *Extraction de la matière colorante du vin.* Bulletin de la Société chimique, 20 juillet 1891.
- FERDINAND JEAN. — *Dosage de la glycérine et des tannins.* Paris, 1889.
- JAY. — *Sur l'extrait sec du vin.* Bulletin de la société chimique, t. XLII, p. 217.
- *Préparation des cendres du vin.* *Ibid.*, p. 218.
- *Colorants dérivés de la houille.* Journal de pharmacie et de chimie, année 1886.
- LANDMANN. — *Dosage de l'acide acétique dans le vin par la distillation à l'acide de la vapeur d'eau.* *Zeitschrift für analytische chemie*, t. XXII, p. 516.
- MACAGNO. — *Dosage de la glycérine et de l'acide succinique.* *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. VIII, p. 257.

MAGNIER DE LA SOURCE. — *Détermination de l'extrait sec*. Bulletin de la société chimique, t. XXVI, p. 488.

— *Composition et analyse du vin*. Paris, 1881.

— *Sur le plâtrage des vins*. Répertoire de pharmacie, 1881.

— *Sur le plâtrage des vins*. Comptes rendus de l'Académie des Sciences et Journal des Connaissances médicales, janvier 1884.

— *Théorie du plâtrage*. Répertoire de pharmacie, octobre et novembre 1884.

— *Sur le mode de combinaison de l'acide sulfurique dans les vins plâtrés*. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CXII.

MARTY. — *Rapport à l'Académie de médecine sur la question du plâtrage*. Bulletin de l'Académie de médecine 5 et 12 juin 1888.

MAUMENÉ. — *Traité du travail des vins*. Paris, 1890.

NEUBAUER. — *Recherche de la glycose du commerce*. Zeitschrift für analytische Chemie, t. XV et XVI.

ORDONNEAU. — *Alcools et eaux-de-vie*. Paris, 1885.

PASTEUR. — *Etudes sur le vin*. Paris, 1886.

PINSON et PETIT. — *Graduation de l'alcoomètre de Gay-Lussac dans l'eau et vérification de l'alcoomètre*. Paris, 1874.

PORTES et RUYSSSEN. — *Traité de la vigne et de ses produits*. Paris, 1888.

— *Plâtrage et sulfuriquage des moûts et des vins*. Répertoire de pharmacie, mai et juin 1891.

- RAYNAUD. — *Dosage de la glycérine dans le vin.* — Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. XC, p. 1079.
- REBOUL. — *Dosage de la crème de tartre et de la gomme.* Journal de pharmacie et de chimie, 1880.
- RICHE. — Article « Vin » de l'*Encyclopédie d'hygiène.* Paris, 1890.
- ROBINET. — *Manuel pratique d'analyse des vins.* Paris, 1884.
- ROOS et COREIL. — *Sur l'acidification des vins.* Annales d'hygiène et de médecine légale (3), t. XXIII, p. 57.
- ROOS et THOMAS. — *Sur le mode de combinaison de l'acide sulfurique dans les vins plâtrés et sur une méthode d'analyse permettant de différencier le plâtrage de l'acidification par l'acide sulfurique.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CXI, p. 575.
- ROOS, GIRAUD et DAVID. — *Analyse des vins de l'Hérault.* Montpellier, 1890.
- ROOS, CUSSON et GIRAUD. — *Dosage du tannin.* Journal de pharmacie et de chimie, 1890.
- TERREIL. — *Faits pour servir à l'histoire de la matière colorante du vin et des matières colorantes rouges des végétaux.* Bulletin de la société chimique, t. XLIV, p. 2.
- THÉNARD. — *Rapports sur l'ébullioscope Malligand.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. LXXX, p. 1114.

VALLIN. — *Rapport à l'Académie de médecine sur l'emploi de l'acide salicylique.* Bulletin de l'Académie de médecine, 28 décembre 1886.

VIARD. — *Traité général des vins.* Paris, 1884.

VILLIERS. — *Sur la recherche de l'acide sulfurique libre dans le vin.* Bulletin de la société chimique, 1891.

WARTHA. — *Recherche et dosage de l'acide sulfureux dans le vin.* Deutsche chemische Gesellschaft, t. XIII, p. 657.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Avant-propos	5

CHAPITRE I

COMPOSITION DU VIN

Qu'est-ce que le vin ? De quoi se compose-t-il ?	7
------------------------------------------------------------	---

CHAPITRE II

ANALYSE DU VIN

Caractères physiques du vin

Densité	12
Pouvoir rotatoire.	13
Intensité de la coloration.	14

Séparation et dosage des éléments normaux

Dosage de l'alcool	19
// par l'alcoomètre centésimal	20
// par les ébullioscopes.	31
Ebulliomètre de J. Salleron	33
Œnomètre de Rey	39

	Pages
Détermination du poids de l'extrait sec.	42
Extrait sec à 100°.	46
Extrait par l'œnobaromètre de E. Houdart	47
Extrait sec dans le vide	48
Dosage de la glycérine.	51
Méthode de Pasteur	52
Méthode de Chancel	53
Méthode de Carles.	53
Méthode de Raynaud	55
Méthode de F. Jean	57
Dosage de l'acide succinique.	58
Dosage des matières sucrées.	60
// par fermentation	60
// par la liqueur cupro-potassique.	62
Dosage de la crème de tartre et de l'acide tar-	
trique	66
Méthode de Berthelot et de Fleurieu	66
Méthode de Pasteur	68
Méthode de Reboul	69
Détermination du degré d'acidité et des acides	
volatils.	70
Méthode de Pasteur	70
Méthode de Tony-Garcin	70
Dosage du Tannin	75
Méthode de Aimé Girard	76
Méthode de F. Jean	78
Méthode de Roos	82
Méthode de Armand Gautier	84
Dosage de la gomme.	85
Méthode de Pasteur	85
Méthode de Reboul	85
Détermination du poids des cendres.	87
Dosage du chlore.	89
Dosage de l'acide sulfurique.	91

*Recherche des substances étrangères introduites
dans le vin*

Matières colorantes	95
Recherche des colorants dérivés de la houille	96
" végétaux	103
Recherche de la glycose	118
" " mannite	123
Recherche de l'acide salicylique	124
Dosage rapide de l'acide salicylique	124
Recherche de l'acide borique	127
Dosage de l'acide borique.	128
Recherche et dosage de l'acide sulfureux	130
Recherche de la saccharine	132
Recherche et dosage de l'alumine	133
Procédé Carles.	134
Procédé L'Hôte	136
Recherche des acides minéraux libres	138
Recherche de l'arsenic et des métaux toxiques	141
Recherche des ferments donnant naissance aux maladies du vin	145
Ferment acétique.	145
" de la graisse	147
" de la tourne	148
" de l'amertume	153

CHAPITRE III

RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'ANALYSE DES VINS

Interprétation des résultats généraux de l'ana- lyse des vins.	155
---------------------------------------------------------------------------	-----

	Pages
Alcoolisation	155
Mouillage	159
Documents analytiques.	164
TABLEAUX	175
BIBLIOGRAPHIE	185

ST-AMAND (CHER). IMPRIMERIE DESTENAY, BUSSIÈRE FRÈRES

TABLEAU DES PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

PÉRIODICITÉ		Paris.	Dép.	Etr.
Mensuel.	Annales agronomiques	18 »	18 »	21 »
—	— de Chimie et de Physique.	30 »	34 »	63 »
—	— de Dermatologie et de Syphiligraphie	30 »	32 »	32 »
—	— de l'Institut Pasteur	18 »	20 »	20 »
—	— des Maladies de l'Oreille et du Larynx	12 »	14 »	15 »
Tous les 2 mois.	— Médico-Psychologiques	20 »	23 »	25 »
Mensuel.	— des Sciences naturelles (Zoologie—Botanique).	30 »	32 »	32 »
—	— l'Anthropologie	25 »	27 »	28 »
Tous les 2 mois.	Archives de l'Anthropologie criminelle.	20 »	20 »	23 »
—	— de Médecine expérimentale	24 »	25 »	26 »
Trimestriel.	— de Physiologie normale et pathologique.	24 »	25 »	26 »
Semestriel.	— du Muséum d'Histoire naturelle	40 »	40 »	40 »
Hebdomadaire.	Bulletin hebdomadaire de statistique municipale.	6 »	9 »	9 »
—	Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie.	24 »	24 »	24 »
2 fois par semaine.	Journal de l'Agriculture	20 »	20 »	22 »
2 fois par mois.	— de Pharmacie et de Chimie.	15 »	15 »	17 »
—	Revue Neurologique.	25 »	25 »	27 »
Hebdomadaire.	Le Mercredi médical.	6 »	6 »	6 »
—	La "Nature" de Gaston Tissandier.	20 »	25 »	26 »
Mensuel.	Revue d'Hygiène et de Police sanitaire	20 »	22 »	23 »
—	— générale d'Ophtalmologie	20 »	22 »	22 50
Trimestriel.	— des Sciences médicales.	30 »	33 »	34 »
Tous les 2 mois	— d'Orthopédie	12 »	14 »	15 »
Trimestriel.	— de l'Aéronautique.	8 »	8 »	10 »
SOCIÉTÉS SAVANTES				
Hebdomadaire.	Bulletin de l'Académie de Médecine	15 »	18 »	20 »
2 fois par mois.	— de la Société Chimique	25 »	26 »	27 »
Mensuel.	— de la Société de Chirurgie	18 »	20 »	22 »
2 fois par mois.	— de la Société Médicale des hôpitaux	12 »	12 »	15 »
Trimestriel.	— de la Soc. d'Anthropologie.	10 »	12 »	13 »
Hebdomadaire.	— de la Société de Biologie.	15 »	15 »	17 »
Mensuel.	— de la Société de Dermatologie.	12 »	12 »	14 »
—	— de l'Union des Femmes de France.	3 50	3 50	4

TRAITÉ DE MÉDECINE

Publié sous la direction de MM. CHANCOT et BOUCHARD, membres de l'Institut et professeurs à la Faculté de médecine de Paris, et BRISSAUD, professeur agrégé, par MM. BABINSKI, BALLEZ, BLOCH, BRAULT, CHANTEMESSE, CHARRIN, CHAUFFARD, COURTOIS-SUFFIT, GILBERT, GUINON, LE GENDRE, HALLION, MARFAN, MARIE, MATHIEU, NETTER, OËTINGER, ANDRÉ PETIT, RICHARDIÈRE, ROGER, RUAULT, THIBERGE, L.-H. THOINOT, FERNAND WIDAL. 6 vol. in-8. avec figures (5 vol. publiés au 1^{er} août 1893). Prix de ces 5 vol. 102 fr.

Cet ouvrage sera complété par la publication d'un tome sixième et dernier.

TRAITÉ DE CHIRURGIE

Publié sous la direction de MM. Simon DUPLAY, professeur de clinique chirurgicale à la Faculté de médecine de Paris, et Paul RECLUS, professeur agrégé, par MM. BERGER, BROCA, Pierre DELBET, DELENS, GÉRARD-MARCHANT, FORGUE, HARTMANN, HEYDENREICH, JALAGUIER, KIRMISSON, LAGRANGE, LEJARS, MICHAUX, NÉLATON, PEYROT, PONCET, POTHERAT, QUÉNU, RICARD, SEGOND, TUFFIER, WALTHER. 8 forts volumes in-8, avec nombreuses figures 150 fr.

ÉTUDES ANATOMO-PATHOLOGIQUES. L'INFLAMMATION

Par le Dr Maurice LETULLE, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin de l'Hôpital Saint-Antoine, 1 vol. in-8, avec 21 figures dans le texte et 12 planches en chromolithographie hors texte 20 fr.

PRÉCIS D'OBSTÉTRIQUE

Par MM. A. RIBEMONT-DESSAIGNES, agrégé de la Faculté de médecine, accoucheur de l'hôpital Beaujon, et G. LEPAGE, chef de clinique obstétricale à la Faculté de médecine. 1 vol. in-8 avec figures dans le texte, dessinées par M. RIBEMONT-DESSAIGNES. 30 fr.

MANUEL DE DIAGNOSTIC & D'EXPLORATION CLINIQUE

Par P. SPILLMANN, professeur de clinique médicale à la Faculté de médecine de Nancy, et P. HAUSHALTER, professeur agrégé, 3^e édition, entièrement refondue, avec 89 figures dans le texte, 1 vol. in-18 diamant. Cartonné à l'anglaise, tranches rouges. 6 fr.

Leçons de thérapeutique, par le Dr Georges HAYEM, professeur à la Faculté de médecine de Paris, Membre de l'Académie de médecine.

Les 4 premiers volumes des leçons de thérapeutique comprennent l'ensemble des *Médications* et sont ainsi divisés :

Première série. — Médications. — Médication désinfectante. — Médication sténi-que. — Médication antipyrétique. — Médication antiphlogistique. 8 fr.

Deuxième série. — De l'action médicamenteuse. — Médication antihydropique. — Médication hémostatique. — Médication reconstituante. — Médication de l'anémie. — Médication du diabète sucré. — Médication de l'obésité. — Méd. de la douleur. 8 fr.

Troisième série. — Médication de la douleur (suite). — Médication hypnotique. — Médication stupéfiante. — Médication antispasmodique. — Médication excitatrice de la sensibilité. — Médication hypercinétique. — Médication de la kinésiraxie cardiaque. — Médication de l'astolie. — Médication de l'ataxie et de la neurasthénie cardiaque 8 fr.

Quatrième série. — Médication antidyspeptique. — Médication antidyspnéique. — Médication de la toux. — Médication expectorante. — Médication de l'albuminurie. — Médication de l'urémie. — Médication antisudorale 12 fr.

Les Agents physiques : agents thermiques, électricité, modifications de la pression atmosphérique, climats et eaux minérales, 1 volume in-8° avec nombreuses figures dans le texte et une carte des eaux minérales et des stations climatiques 12 fr.

Traité de thérapeutique chirurgicale, par Em. FORGUE, professeur d'opérations et appareils à la Faculté de médecine de Montpellier et P. RECLUS, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris. 2 volumes grand in-8 avec 368 figures. 32 fr.

Anatomie du cerveau de l'homme, morphologie des hémisphères cérébraux ou cerveau proprement dit, texte et figures par E. BRISSAUD, agrégé, médecin de l'hôpital Saint-Antoine. Cet ouvrage comprend un atlas grand in-4° de 43 planches gravées sur cuivre, et un volume in-8° de 580 pages, avec plus de 200 figures schématiques dans le texte. L'atlas et le texte sont reliés en toile anglaise. Prix des deux volumes 80 fr.

Recherches sur les centres nerveux, alcoolisme, folie des héréditaires dégénérés, paralysie générale, médecine légale, par le Dr V. MAGNAN, médecin de l'Asile clinique (Sainte-Anne), membre de l'Académie de Médecine, deuxième série, avec 6 planches hors texte, 1 graphique en chromolithographie et 27 figures dans le texte. Prix du volume 12 fr.

L'Hydrothérapie dans les maladies chroniques et les maladies nerveuses, par les Drs BENI-BARDE et MATERNE, médecins de l'établissement hydrothérapique de la rue Miromesnil (Paris). 1 vol. grand in-8. 8 fr.

Maladies infectieuses et parasitaires des os, par le Dr GANGOLPHE, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon. 1 vol. in-8 avec 99 figures 16 fr.

Précis de Microbie. Technique et Microbes pathogènes, par le Dr L.-H. THOINOT, auditeur au comité consultatif d'hygiène de France et E.-J. MASSELIN, médecin-vétérinaire. *Ouvrage couronné par la Faculté de Médecine* (Prix Jeunesse). Seconde édition, revue et augmentée avec 89 figures dont 21 en couleurs. 1 vol. in-18 de 603 pages 7 fr.

BIBLIOTHEQUE DIAMANT

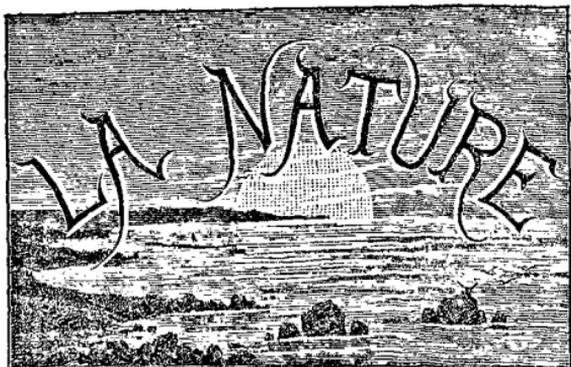
DES

SCIENCES MÉDICALES & BIOLOGIQUES

Collection publiée dans le format in-18 raisin, cart. à l'anglaise

- Manuel de Pathologie interne**, par G. DIEULAFOY, professeur à la Faculté de médecine de Paris, médecin de l'hôpital Necker, 7^e édition, 3 vol. 20 fr.
- Manuel du diagnostic médical**, par P. SPILLMANN, professeur à la Faculté de médecine de Nancy et P. HAUSHALTER, chef de clinique médicale. 3^e édition, entièrement refondue . . . 6 fr.
- Manuel d'anatomie microscopique et d'histologie**, par P.-E. LAUNOIS et H. MORAU, préparateurs-adjoints d'histologie à la Faculté de médecine de Paris, préface de M. Mathias DUVAL, professeur à la Faculté de médecine de Paris . . . 6 fr.
- Séméiologie et diagnostic des maladies nerveuses**, par Paul Blocq, chef des travaux anatomo-pathologiques à la Salpêtrière, lauréat de l'Institut, et J. ONANOFF 5 fr.
- Manuel de thérapeutique**, par le Dr BERLTOZ, professeur à la Faculté de médecine de Grenoble, précédé d'une préface de M. BOUCHARD, professeur à la Faculté de Paris. 6 fr.
- Précis de microbiologie médicale et vétérinaire**, par le Dr L.-H. THOINOT, ancien interne des hôpitaux et E.-J. MASSELIN, médecin-vétérinaire, 2^e éd., 89 fig. noires et en couleurs. . . . 7 fr.
- Précis de médecine judiciaire**, par A. LACASSAGNE, professeur à la Faculté de médecine de Lyon. 2^e édition. 7 fr. 50
- Précis d'hygiène privée et sociale**, par A. LACASSAGNE, professeur à la Faculté de médecine de Lyon. 3^e édition revue et augmentée 7 fr.
- Précis d'anatomie pathologique**, par L. BARD, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon 7 fr. 50
- Précis théorique et pratique de l'examen de l'œil et de la vision**, par le Dr CHAUVEL, médecin principal de l'armée, professeur à l'École du Val-de-Grâce 6 fr.
- Le Médecin. Devoirs privés et publics ; leurs rapports avec la Jurisprudence et l'organisation médicales**, par A. DECHAMBRE, membre de l'Académie de médecine 6 fr.
- Guide pratique d'Electrothérapie**, rédigé d'après les travaux et les leçons du Dr ONIMUS, lauréat de l'Institut, par M. BONNEFOY. 3^e édition, revue et augmentée d'un chapitre sur l'*électricité statique*, par le Dr DANION. 6 fr.
- Paris : sa topographie, son hygiène, ses maladies**, par Léon COLIN, directeur du service de santé du gouvernement militaire de Paris. 6 fr.
- Guide pratique des maladies mentales**, par le Dr P. SOLLIER, chef de clinique adjoint à la Faculté de médecine de Paris. 5 fr.

vingt-deuxième année



41 VOLUMES PARUS

REVUE DES SCIENCES

ET DE LEURS APPLICATIONS AUX ARTS ET A L'INDUSTRIE

Journal hebdomadaire illustré

RÉDACTEUR EN CHEF : **GASTON TISSANDIER**

La Nature, fondée en 1873 par M. Gaston Tissandier, est le plus considérable des journaux de vulgarisation scientifique, par son nombre d'abonnés, par la valeur de sa rédaction, par la sûreté de ses informations.

Des collaborations éminentes lui permettent de tenir de la façon la plus précise ses lecteurs au courant de toutes les découvertes, de tous les travaux importants, de toutes les observations curieuses, sa grande notoriété, sa vaste circulation non seulement en France, mais à l'étranger, lui donnent, pour parler de tous les événements qui touchent à la science, avec rapidité et avec autorité, des moyens d'information dont elle sait faire profiter largement le public.

D'une indépendance absolue, *La Nature* peut, sans craindre d'être accusée de complaisance ou de mercantilisme, faire une large part à la science pratique, même dans ses plus modestes applications.

Elle a, la première, inauguré ces *Récréations scientifiques*, qui ont si souvent amusé en même temps qu'instruit les lecteurs de tous les âges.

Elle a su faire à l'illustration une place chaque jour plus grande, en s'imposant depuis longtemps la règle de ne donner jamais que des figures originales exécutées par nos meilleurs artistes.

Grâce à la *Boîte aux lettres* publiée chaque semaine dans *La Nature*, tous les lecteurs, en quelque sorte, deviennent les collaborateurs du directeur, notamment pour ces innombrables recettes dont on est si friand, pour les renseignements usuels, qu'on ne sait, surtout hors de Paris, comment se procurer.

La Nature n'est pas seulement un Journal; il suffit de feuilleter la collection, pour voir que son rôle n'est pas si éphémère; c'est aussi un répertoire précieux qui, après avoir passé sur le bureau du savant, sur la table du salon, ou dans la salle d'études, prend dans la bibliothèque une place d'honneur pour être relu ou consulté, pour être feuilleté même au point de vue artistique. C'est une véritable Encyclopédie, qui comprend aujourd'hui 40 volumes.

ABONNEMENTS { Paris : Un an, 20 fr.; Six mois, 10 fr.
Départements : — 25 fr.; — 12 fr. 50

CHAQUE ANNÉE FORME DEUX VOLUMES

On s'abonne à la Librairie G. Masson, 120, boul. St-Germain, Paris.

DICTIONNAIRE
DES ARTS & MANUFACTURES
ET DE L'AGRICULTURE

FORMANT UN TRAITÉ COMPLET DE TECHNOLOGIE

Par Ch. LABOULAYE

Avec la collaboration de Savants, d'Industriels et de Publicistes

SEPTIÈME ÉDITION, PUBLIÉE EN 5 VOLUMES

REVUE ET COMPLÉTÉE A LA SUITE DE L'EXPOSITION DE 1889

Imprimée sur deux colonnes avec plus de 5,000 figures
dans le texte. Prix des 5 volumes : brochés. 120 fr.
reliés. 145 fr.

Le *Dictionnaire des Arts et Manufactures* est devenu, par son grand et légitime succès, un ouvrage classique parmi les ingénieurs et tous ceux qui s'intéressent aux progrès de l'industrie.

C'est un ouvrage de recherches et d'études que l'on consulte, non seulement pour y trouver des renseignements sur sa propre industrie, mais souvent aussi sur les procédés des industries connexes, et sur les questions générales qui intéressent toute entreprise industrielle. L'Exposition de 1889 a fourni une abondante récolte d'indications précieuses, mises à profit par les collaborateurs de M. Ch. Laboulaye qui continuent son œuvre. Parmi les sujets remaniés ou traités à nouveau dans leur entier, nous citerons : l'électricité (installation d'éclairage, projets de machine, transport de la force, etc.), le verre, le sucre, les constructions métalliques, l'éclairage, la métallurgie, les canaux, le matériel des chemins de fer, les instruments d'agriculture, la statistique graphique, la statistique industrielle et agricole, les institutions de prévoyance (caisses de retraites, assurances, sociétés coopératives, réglementation du travail, syndicats professionnels, etc.). La nouvelle édition du *Dictionnaire des Arts et Manufactures* est tenue au courant des progrès, et nous avons lu avec grand intérêt, parmi les articles nouveaux, ceux qui se rapportent à la statistique et aux institutions de prévoyance. Cette nouvelle édition aura le succès de ses devancières.

(Extrait de *La Nature*.)

LIBRAIRIE G. MASSON, 120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, A PARIS

Dictionnaire des Arts et Manufactures et de l'Agriculture, par Ch. LABOULAYE et une réunion de savants, d'ingénieurs et d'industriels. 7^e édition. 5 vol. 120 fr.

Cours de Minéralogie, professé à la Faculté des Sciences de Paris, par Charles FRIEDEL, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences, conservateur de la collection minéralogique à l'École nationale supérieure des Mines. Minéralogie générale. 1 volume in-8^o. 40 fr.

Traité élémentaire de minéralogie, par M. PISANI, précédé d'une préface par M. DESCLOIZEAUX, de l'Institut. 3^{me} édition, revue et augmentée, 1 volume in-8 avec 212 figures dans le texte. 8 fr.

Les Minéraux usuels, et leur essai chimique sommaire par F. PISANI, ouvrage destiné aux industriels, mineurs, fabricants de produits chimiques, pharmaciens, bijoutiers, lapidaires, etc. 1 vol. in-18, cartonnage souple. 2 fr.

Traité de physique industrielle, production et utilisation de la chaleur, par L. SER, professeur à l'école centrale des Arts et Manufactures, avec la collaboration de MM. L. CARRETTE et E. HERSCHER, ingénieurs des Arts et Manufactures, membres de la Société des ingénieurs civils, membres de la Société de médecine et d'hygiène professionnelle, 2 forts volumes in-8 illustrés de 790 figures. 45 fr.

I. — Principes généraux et appareils considérés d'une manière générale indépendamment de toute application particulière (foyers récepteurs de chaleur, cheminées, ventilateur, thermodynamique). 1 fort vol. in-8 avec 362 figures 22 fr. 50

II. — Chaudières à vapeur. — Distillation. — Evaporation et séchage. — Désinfection. — Chauffage et ventilation des lieux habités. 1 fort volume in-8 avec 428 figures. 22 fr. 50

Traité de chimie minérale et organique, comprenant la chimie pure et ses applications, par MM. Ed. WILLM, professeur à la Faculté des sciences de Lille, et HANRIOT, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 4 vol. grand in-8 avec figures dans le texte. 50 fr.

Guide pratique d'analyse qualitative par voie humide, par R. DEFERT, 1 vol. in-18 cartonné 2 fr. 50

Traité de chimie agricole, développement des végétaux. Terre arable. — Amendements et engrais, par M. P. DEHERAIN, membre de l'Institut, professeur au Museum d'histoire naturelle et à l'école d'agriculture de Grignon, 1 vol. grand in-8 avec figures. 46 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS
Envoi franco contre mandat-poste ou valeur sur Paris

COURS DE PHYSIQUE

DE

L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

PAR M. J. JAMIN

QUATRIÈME ÉDITION

AUGMENTÉE ET ENTIÈREMENT REFONDUE,

PAR

M. BOUTY,

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Quatre Tomes in-8, de plus de 4000 pages, avec 1587 figures et
14 planches sur acier, dont 2 en couleur; 1885-1891. (OUVRAGE
COMPLÉT) 72 fr.

On vend séparément :

TOME I. — 9 fr.

- (*) 1^{er} fascicule. — *Instruments de mesure. Hydrostatique*; avec 150 fig.
et 1 planche. 5 fr.
2^e fascicule. — *Physique moléculaire*; avec 93 figures 4 fr.

TOME II. — CHALEUR. — 15 fr.

- (*) 1^{er} fascicule. — *Thermométrie. Dilatations*; avec 98 fig. 5 fr.
(*) 2^e fascicule. — *Calorimétrie*; avec 48 fig. et 2 planches 5 fr.
3^e fascicule. — *Thermodynamique. Propagation de la chaleur*;
avec 47 figures 5 fr.

TOME III. — ACOUSTIQUE; OPTIQUE. — 22 fr.

- 1^{er} fascicule. — *Acoustique*; avec 123 figures. 4 fr.
(*) 2^e fascicule. — *Optique géométrique*; avec 139 figures et 3 plan-
ches. 4 fr.
3^e fascicule. — *Étude des radiations lumineuses, chimiques et*
calorifiques; Optique physique; avec 249 fig. et 5 planches, dont
2 planches de spectres en couleur 14 fr.

(*) Les matières du programme d'admission à l'école Polytechnique sont comprises dans
les parties suivantes de l'Ouvrage : Tome I, 1^{er} fascicule ; Tome II, 1^{er} et 2^e fascicules ;
Tome III, 2^e fascicule.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

TOME IV (1^{re} Partie). — ÉLECTRICITÉ STATIQUE ET DYNAMIQUE. — 13 fr.

1^{er} fascicule. — *Gravitation universelle. Électricité statique*; avec 155 fig. et 1 planche 7 fr.

2^o fascicule. — *La pile. Phénomènes électrothermiques et électrochimiques*; avec 161 fig. et 1 planche 6 fr.

TOME IV. — (2^e Partie). — MAGNÉTISME; APPLICATIONS. — 13 fr.

3^o fascicule. — *Les aimants. Magnétisme. Electromagnétisme. Induction*; avec 240 figures. 8 fr.

4^o fascicule. — *Météorologie électrique; applications de l'électricité. Théories générales*; avec 84 fig. et 1 pl. 5 fr.

TABLES GÉNÉRALES.

Tables générales, par ordre de matières et par noms d'auteurs, des quatre volumes du Cours de Physique. In-8; 1891 60 c.

Tous les trois ans, un supplément, destiné à exposer les progrès accomplis pendant cette période, viendra compléter ce grand *Traité* et le maintenir au courant des derniers travaux.

Pour ne pas trop grossir un ouvrage déjà bien volumineux, il a fallu dans cette nouvelle édition en soumettre tous les détails à une révision sévère, supprimer ce qui avait quelque peu vieilli, sacrifier la description d'appareils ou d'expériences qui, tout en ayant fait époque, ont été rendus inutiles par des travaux plus parfaits; en un mot, poursuivre dans ses dernières conséquences la transformation entreprise non sans quelque timidité dans l'édition précédente. Au reste, pour tenir un livre au courant d'une Science dont le développement est d'une rapidité si surprenante, et dans laquelle un seul résultat nouveau peut modifier jusqu'aux idées même qui servent de base à l'enseignement, il ne suffit pas d'ajouter des faits à d'autres faits: c'est l'ordre, l'enchaînement, la texture même de l'ouvrage qu'il faut renouveler. On se ferait donc une idée inexacte de cette quatrième édition du *Cours de Physique de l'École Polytechnique* en se bornant à constater que ces quatre Volumes se sont accrus de près de 500 pages et de 150 figures, soit de un septième environ: les modifications touchent, pour ainsi dire, à chaque page et c'est en réalité au moins le tiers du texte qui a été écrit à nouveau d'une manière complète.

Duhem. — Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Lille. *Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme.* 3 vol. gr. in-8, avec 215 figures: Tome I, 1891; 16 fr. — Tome II, 1892; 14 fr. — Tome III, 1892; 15 fr.

Mascart (E.) Membre de l'Institut. *Traité d'Optique.* Trois beaux volumes grand in-8, se vendant séparément:

TOME I: *Systèmes optiques. Interférences. Vibrations. Diffraction. Polarisation. Double réfraction.* Avec 199 figures et 2 planches; 1889. 20 fr.

TOME II ET ATLAS: *Propriétés des cristaux. Polarisation rotatoire. Réflexion vitrée. Réflexion métallique. Réflexion cristalline. Polarisation chromatique.* Avec 113 figures et Atlas cartonné; 1891. Prix pour les souscripteurs. 24 fr.

Le texte est complet; mais l'Atlas du Tome II ne sera envoyé qu'ultérieurement aux souscripteurs; en raison des soins et du temps nécessaires par la gravure.

TOME III: *Polarisation par diffraction. Propagation de la lumière. Photométrie. Réfractions atmosphériques.* Un très fort volume avec 83 figures; 1893 20 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

Envoi franco contre mandat-poste ou valeur sur Paris

ENCYCLOPÉDIE

DES TRAVAUX PUBLICS

FONDÉE PAR

M. M.-C. LECHALAS

Inspecteur général des Ponts et Chaussées

DENFER (J.), Architecte, Professeur à l'Ecole Centrale. — **Architecture et constructions civiles. — Couverture des édifices.** *Ardoises, tuiles, métaux, matières diverses, chéneaux et descentes.* Grand in-8 de 469 pages, avec 423 figures; 1893 20 fr.

M. Denfer, qui a déjà donné dans l'Encyclopédie des Travaux publics deux Ouvrages importants : *Maçonneries et Charpentes en bois et menuiserie*, publiée dans la même collection, sous le titre de *Couverture des édifices*, l'Ouvrage que nous annonçons et qui est digne de ses devanciers. Il n'est peut-être pas de sujet, en ce qui concerne les travaux du bâtiment, qu'il importe davantage de mettre en pleine lumière; d'abord parce qu'il est souvent négligé par les personnes qui sont censées le bien connaître, ensuite parce qu'il concerne les travaux les plus importants pour l'entretien des maisons et des édifices publics.

M. Denfer débute par des *considérations générales* sur les divers genres de toiture, les usages, les législations, etc. Il traite ensuite des *couvertures en ardoises*, — des *couvertures en matériaux de maçonnerie*, pierres, ciments, asphaltes, — des *couvertures en tuiles*, tuiles anciennes et tuiles plates, — de la *couverture en verre*, des *couvertures métalliques*, feuilles de zinc, etc., — de la *couverture en matériaux ligneux*, bardeaux, planches, feutres bitumés, chaume, etc. — Enfin, un dernier Chapitre traite avec ampleur des gouttières, chéneaux et accessoires de couverture.

Chaque division de cet Ouvrage essentiellement pratique est complétée par les bases de la détermination des prix, puis par les sous-détails des prix de règlement, par les prix moyens des matériaux, etc. En un mot, il s'adresse aux architectes, entrepreneurs et propriétaires.

LECHALAS (Georges), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — **Manuel de droit administratif. Service des Ponts et Chaussées et des chemins vicinaux.** 2 volumes grand in-8, se vendant séparément.

TOME I : *Notions sur les trois pouvoirs. Personnel des Ponts et Chaussées. Principe d'ordre financier. Travaux intéressant plusieurs services. Expropriations. Dommages et occupations temporaires*; 1889 20 fr.

TOME II (1^{re} PARTIE) : *Participation des tiers aux dépenses des travaux publics. Adjudications. Fournitures. Régie. Entreprises. Concessions*; 1893 10 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

Quai des Grands-Augustins, 55.

Envoi franco contre mandat-poste ou valeur sur Paris

LEÇONS DE CHIMIE

(à l'usage des Élèves de Mathématiques spéciales)

PAR

Henri GAUTIER

Ancien élève de l'École Polytechnique,
Professeur à l'École Monge et au collège Sainte-Barbe,
Professeur agrégé à l'École de Pharmacie ;

ET

Georges CHARPY

Ancien Élève
de l'École Polytechnique, professeur à l'École Monge.

Un beau volume grand in-8, avec 83 figures ; 1892. . . . 9 fr.

Ces *Leçons de Chimie* présentent ceci de particulier qu'elles ne sont pas la reproduction des Ouvrages similaires parus dans ces dernières années. Les théories générales de la Chimie sont beaucoup plus développées que dans la plupart des Livres employés dans l'enseignement ; elles sont mises au courant des idées actuelles, notamment en ce qui concerne la théorie des équilibres chimiques. Toutes ces théories, qui montrent la continuité qui existe entre les phénomènes chimiques, physiques et même mécaniques, sont exposées sous une forme facilement accessible. La question des nombres proportionnels, qui est trop souvent négligée dans les Ouvrages destinés aux candidats aux Ecoles du Gouvernement, est traitée avec tous les développements désirables. Dans tout le cours du Volume, on remarque aussi une grande préoccupation de l'exactitude ; les faits cités sont tirés des mémoires originaux ou ont été soumis à une nouvelle vérification. Les procédés de l'industrie chimique sont décrits sous la forme qu'ils possèdent actuellement. L'ouvrage ne comprend que l'étude des métalloïdes, c'est-à-dire les matières exigées pour l'admission aux Ecoles Polytechnique et Centrale.

En résumé, le Livre de MM. Gautier et Charpy est destiné, croyons-nous, à devenir rapidement classique.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

Envoi franco contre mandat-poste ou valeur sur Paris

BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE

La Bibliothèque photographique se compose d'environ 150 volumes et embrasse l'ensemble de la Photographie considérée au point de vue de la science, de l'art et des applications pratiques.

A côté d'ouvrages d'une certaine étendue, comme le *Traité* de M. Davanne, le *Traité encyclopédique* de M. Fabre, le *Dictionnaire de Chimie photographique* de M. Fournier, la *Photographie médicale* de M. Londe, etc., elle comprend une série de monographies nécessaires à celui qui veut étudier à fond un procédé et apprendre les tours de main indispensables pour le mettre en pratique. Elle s'adresse donc aussi bien à l'amateur qu'au professionnel, au savant qu'au praticien.

EXTRAIT DU CATALOGUE.

Balagny (Georges), Docteur en droit. — *Les contretypes ou les copies de clichés*. In-18 jésus; 1893. 1 fr. 25

Conférences publiques sur la Photographie théorique et technique, organisées en 1891-1892, par le Directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers. In-8, avec 198 figures, et 9 planches; 1893. 7 fr. 50

Conférences de MM. le Colonel Laussedat, Davanne, Demény, Lippmann, Janssen, le Capitaine Colson, Fabre, Cornu, Londe, le Commandant Fribourg, Vidal, Wallon, Trutat, Duchesne, le Commandant Moëssard, Becquerel, Gravier, Balagny, Buguet.

Davanne. — *La Photographie. Traité théorique et pratique*. 2 beaux volumes grand in-8, avec 234 figures et 4 planches spécimens. 32 fr.
Chaque volume se vend séparément 16 francs

Donnadieu (A. L.), Docteur ès sciences. — *Traité de Photographie stéréoscopique. Théorie et pratique*. Grand in-8 avec figures et atlas de 20 planches stéréoscopiques en photocollographie; 1892. 9 fr.

Fabre (C.), Docteur ès sciences. — *Traité encyclopédique de Photographie*. 4 beaux volumes gr. in-8, avec plus de 700 figures et 2 planches; 1889-1891. 48 fr. »»
Chaque volume se vend séparément 14 fr.

Tous les trois aus, un Supplément, destiné à exposer les progrès accomplis pendant cette période, viendra compléter ce Traité et le maintenir au courant des dernières découvertes.

Premier Supplément triennal (A). Un beau volume grand in-8 de 400 pages, avec 176 figures; 1892. 14 fr.

Les 5 volumes se vendent ensemble 60 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

- Fourtier (H.).** — *Dictionnaire pratique de Chimie photographique*, contenant une *Etude méthodique des divers corps usités en Photographie*, précédé de *Notions usuelles de Chimie* et suivi d'une Description détaillée des *Manipulations photographiques*. Grand in-8, avec figures; 1892 8 fr. »»
- *Les Positifs sur verre. Théorie et pratique. Les positifs pour projections. Stéréoscopes et vitraux. Méthodes opératoires. Coloriage et montage*. Grand in-8, avec figures; 1892 4 fr. 50
- Fourtier (H.), Bourgeois et Bucquet.** — *Le formulaire clusseur du Photo-Club de Paris*. Collection de formules sur fiches, renfermées dans un élégant cartonnage et classées en trois Parties : *Phototypes, Photocopies et Photocalques. Notes et renseignements divers*, divisées chacune en plusieurs Sections. Première série; 1892 4 fr.
- Fourtier (H.) et Molteni (A.)** — *Les projections scientifiques*. Etude des appareils, accessoires et manipulations diverses pour l'enseignement scientifique par les projections. In-18 jésus de 300 pages avec 113 figures; 1894. Broché, 3 fr. 50. Cartonné 4 fr. 50
- Geymet.** — *Traité pratique de Photographie*. Eléments complets, méthodes nouvelles. Perfectionnements. 4^e édition revue et augmentée par *Eugène Dumoulin*. In-18 jésus; 1894 4 fr.
- Houdaille (le Capitaine).** — *Sur une méthode d'essai scientifique et pratique des objectifs photographiques et des instruments d'optique*. (Mémoires du Laboratoire d'essais de la Société française de Photographie). Grand in-8, avec figures et 1 planche en photocollographie; 1894 2 fr. 50
- Jardin.** — *Rcettes et conseils inédits à l'amateur photographe*. In-18 jésus; 1893. 1 fr. 25
- Koehler (Dr R.).** — *Applications de la Photographie aux Sciences naturelles*. Petit in-8, avec figures; 1893. Broché, 2 fr. 50. Cartonné toile anglaise 3 fr.
- Londé (A),** Chef du service photographique à la Salpêtrière. — *La Photographie instantanée*. 2^e édit. In-18 jés. avec fig.; 1890. 2 fr. 75
- *Traité pratique du développement*. Etude raisonnée des divers révélateurs et de leur mode d'emploi. 2^e édition. In-18 jésus, avec figures et 4 doubles planches en photocollographie; 1892 2 fr. 75
- *La photographie médicale. Applications aux sciences médicales et physiologiques*. Grand in-8, avec 80 figures et 19 planches; 1893 9 fr.
- Martin (Ad.).** — *Méthode directe pour la détermination des courbures des objectifs de Photographie*. Grand in-8 avec figures; 1894 2 fr.
- Niewenglowski (G.-H.).** — *Le matériel de l'amateur photographe*. Choix. Essai. Entretien. In-18 jésus; 1894 1 fr. 75
- Vidal (Léon).** — *Traité de Photolithographie. Photolithographie directe et par voie de transfert. Photozincographie. Photocollographie. Autographie. Photographie sur bois et sur métal à graver. — Tours de main et formules diverses*. In-18 jésus, avec 25 figures, 2 planches et spécimens de papiers autographiques; 1893. 6 fr. 50
- Vieuille.** — *Nouveau guide pratique du photographe amateur*. 3^e édit. refondue et beaucoup augmentée. In-18 jésus avec fig.; 1892. 2 fr. 75
- Wallon (E.).** — *Choix et usage des objectifs photographiques*. Petit in-8 avec 25 fig; 1893. Broché, 2 fr. 50. Cartonné toile angl. 3 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

Envoi franco contre mandat-poste ou valeur sur Paris

- Appell (Paul)**, Membre de l'Institut. — **Traité de Mécanique rationnelle.** (Cours de Mécanique de la Faculté des Sciences). 3 volumes grand in-8, se vendant séparément.
 TOME I : *Statique. Dynamique du point*, avec 178 fig. ; 1893. 16 fr.
 TOME II : *Dynamique des systèmes. Mécanique analytique.* (En préparation).
 TOME III : *Hydrostatique. Hydrodynamique.* (En préparation).
- Chappuis (J.)**, Agrégé, Docteur ès-sciences, Professeur de Physique générale à l'École Centrale, et **Berget (A.)**, Docteur ès sciences, attaché au laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne. — **Leçons de Physique générale.** Cours professé à l'École Centrale des Arts et Manufactures et complété suivant le programme de la Licence ès sciences physiques. 3 volumes grand in-8 se vendant séparément :
 TOME I : *Instruments de mesure. Chaleur.* Avec 175 figures ; 1891. 13 fr.
 TOME II : *Electricité et Magnétisme.* Avec 305 figures ; 1891. 13 fr.
 TOME III : *Acoustique. Optique ; Electro-optique.* Avec 193 figures ; 1892. 10 fr.
- Chevrot (René)**, Ancien Directeur d'Agence de la Société Générale et du Crédit Lyonnais, Ancien Inspecteur de la Société du Crédit Mobilier. — **Pour devenir financier. Traité théorique et pratique de Banque et de Bourse.** In-8 ; 1893 6 fr.
- Cundill (J.-P.)**, Lieutenant-Colonel de l'Artillerie royale anglaise, Inspecteur des Explosifs. — **Dictionnaire des explosifs.** Edition française remaniée et mise à jour avec le concours de l'Auteur par E. DESORTIAUX, Ingén. des Poudres et S. Grand in-8 ; 1893. 6 fr.
- Garçon (Jules)**. — **La pratique du teinturier.** 3 volumes in-8, se vendant séparément.
 TOME I : *Les méthodes et les essais de teinture. Le succès en teinture ;* 1893 3 fr. 50
 TOME II : *Le matériel de teinture.* (Sous presse.)
 TOME III : *Les recettes et procédés spéciaux de teintures.* (S. P.).
- Janet (Paul)**, Docteur ès Sciences physiques, chargé de cours à la Faculté des Sciences de Grenoble. — **Premiers principes d'électricité industrielle.** Piles. Accumulateurs. Dynamos. Transformateurs. In-8, avec 173 figures ; 1893 6 fr.
- Miquel**. — **Manuel pratique d'Analyse bactériologique des eaux.** In-18 jésus, avec figures ; 1891 2 fr. 75
- Rodet et Busquet**, Ingénieurs des Arts et Manufactures. — **Les courants polyphasés.** Grand in-8, avec 71 figures ; 1893 3 fr. 50
- Thomson (Sir William) [Lord Kelvin]**, L.L.D., F.R.S., F.R.S.E., etc. Professeur de Philosophie naturelle à l'Université de Glasgow, et Membre du Collège Saint-Pierre, à Cambridge. — **Conférences scientifiques et allocutions.** *Constitution de la matière.* Ouvrage traduit et annoté sur la 2^e édition, par P. LUGOL, Agrégé des Sciences physiques, professeur ; avec des *Extraits de Mémoires récents de Sir W. Thomson et quelques Notes* par M. BRILLOUIN, Maître de Conférences à l'École Normale. In-8, avec 76 figures ; 1893 7 fr. 50
- Witz (Aimé)**. — **Problèmes et calculs pratiques d'électricité.** — (L'ÉCOLE PRATIQUE DE PHYSIQUE). In-8, avec 51 figures ; 1893. 7 fr. 50

TRAITEMENT DE LA TUBERCULOSE PULMONAIRE

DE LA PLEURÉSIE D'ORIGINE TUBERCULEUSE
ET DES BRONCHITES AIGUES ET CHRONIQUES
par le

GAIACOL IODOFORMÉ SÉRAFON

Et le Gaïacol-Eucalyptol iodoformé Sérafon

En solutions pour injections hypodermiques
et en capsules pour l'usage interne

PRÉPARATION ET VENTE EN GROS : Société Française de Produits Pharmaceutiques, 9 et 11, rue de la Perle, Paris.

ALIMENTATION

DES

MALADES

PAR LES

POUDRES

DE

Viande

ADRIAN

La **POUDRE de BIFTECK ADRIAN** (garantie pure viande de bœuf français) est aussi inodore et insipide qu'il est possible de l'obtenir en lui conservant les principes nutritifs de la viande. C'est exactement de la chair musculaire privée de son eau, gardant sous un volume très réduit et sous un poids quatre fois moindre, toutes ses propriétés nutritives, et chose importante, n'ayant rien perdu des principes nécessaires à l'assimilation de l'aliment.

*Se vend en flacons de 250, 500 gr.
et 1 kil.*

La **POUDRE DE VIANDE ADRIAN**, d'un prix moins élevé que la poudre de bifeck, ce qui en permet l'emploi aux malades peu fortunés est garantie pure viande de bœuf d'Amérique.

boîtes de 250, 500 gr. et 1 kil.

LA

QUASSINE ADRIAN

essentiellement différente de toutes celles du commerce, est la SEULE dont les effets réguliers aient été constatés. Elle excite l'APPÉTIT, développe les FORCES, combat efficacement les DYSPESIES ATONIQUES, les COLIQUES HÉPATIQUES et NÉPHRÉTIQUES. (Bulletin général de thérapeutique, 15 novembre 1882).

Dragées contenant 25 milligrammes de Quassine amorphe.

Granules — 2 — Quassine cristallisée.

ANÉMIE

Dans les cas de CHLOROSE et d'ANÉMIE rebelles aux moyens thérapeutiques ordinaires les préparations à base

CHLOROSE

D'HÉMOGLOBINE SOLUBLE

DE V. DESCHIENS

Épuisement

ont donné les résultats les plus satisfaisants. Elles ne constipent pas, ne noirissent pas les dents et n'occasionnent jamais de maux d'estomac. comme la plupart des autres ferrugineux.

Se vend sous la forme de

*Affaiblissement
général*

**SIROP, VIN, DRAGÉES
ET ÉLIXIR**

préparés par ADRIAN et Cie, 9 rue de la Perle, Paris.

CAPSULES DE TERPINOL ADRIAN

Le TERPINOL a les propriétés de l'essence de Térébenthine dont il dérive, mais il est plus facilement absorbé et surtout *très bien toléré*, ce qui le rend préférable.

Il n'offre pas, comme l'essence de Térébenthine, l'inconvénient grave de provoquer chez les malades des nausées, souvent même des vomissements.

Le TERPINOL est un diurétique et un puissant modificateur des sécrétions catarrhales (bronches, reins, vessie).

Le TERPINOL ADRIAN s'emploie en capsules de 20 centigrammes (3 à 6 par jour).

TRAITEMENT de la SYPHILIS par les PILULES DARDENNE

POLY-IODURÉES SOLUBLES

SOLUBLES dans tous les liquides servant de boisson (Eau, lait, café, vin, bière, etc.) elles peuvent être prises en pilules, ou transformées par les malades, en **solutions** ou en **sirops**, au moment d'en faire usage.

Premier type (type faible)

(Syphilis ordinaire 2^e et 3^e année)

2 pilules par jour correspondent à une cuillerée à soupe de

Sirup de Giber
ÉLIXIR

Quatrième type (type fort)

(accidents tertiaires, viscéraux et cutanés)

8 pilules par jour correspondent à un centig. bi-iodure de mercure et à 4 grammes iodure de potassium.

Vente en Gros : Société Française de Produits Pharmaceutiques,
9 et 11 rue de la Perle, PARIS.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

DIRIGÉE PAR M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

Collection de 300 volumes petit in-8 (30 à 40 volumes publiés par an)

CHACUN VOLUME SE VEND SÉPARÉMENT : BROCHÉ, 2 FR. 50; CARTONNÉ, 3 FR.

Ouvrages parus

Section de l'Ingénieur

- R.-V. PICOU.— Distribution de l'électricité. Installations isolées.
A. GOULLY.— Transmission de la force par air comprimé ou raréfié.
DUQUESNAY.— Résistance des matériaux.
DWELSHAUVERS-DERY.— Étude expérimentale calorimétrique de la machine à vapeur.
A. MADAMET.— Tiroirs et distributeurs de vapeur.
MAGNIER DE LA SOURCE.— Analyse des vins.
ALHEILIG.— Recette, conservation et travail des bois.
R.-V. PICOU.— La distribution de l'électricité. Usines centrales.
AIMÉ WITZ.— Thermodynamique à l'usage des ingénieurs.
LINDET.— La bière.
TH. SCHLESING fils.— Notions de chimie agricole.
SAUVAGE.— Divers types de moteurs à vapeur.
LE CHATELIER.— Le Grisoir.
MADAMET.— Détente variable de la vapeur. Dispositifs qui la produisent.
DUBOUT.— Appareils d'essai des moteurs à vapeur.
CRONEAU.— Canon, torpilles et cuirasse.
H. GAUTIER.— Essais d'or et d'argent.
LECOMTE.— Les textiles végétaux.
ALHEILIG.— Corderie. Cordages en chanvre et en fils métalliques.
DE LAUNAY.— Formation des gîtes métallifères.
BERTIN.— État actuel de la marine de guerre.
FERDINAND JEAN.— L'industrie des peaux et des cuirs.
BERTHELOT.— Traité pratique de calorimétrie chimique.
DE VIARIS.— L'art de chiffrer et déchiffrer les dépêches secrètes.
MADAMET.— Epures de régulation.
GUILLAUME.— Unités et étalons.
WIDMANN.— Principes de la machine à vapeur.

Section du Biologiste

- FAISANS.— Maladies des organes respiratoires. Méthodes d'exploration. Signes physiques.
MAGNAN et SÉRIEUX.— Le délire chronique à évolution systématique.
AUVARD.— Gynécologie.— Séméiologie génitale.
G. WEISS.— Technique d'électrophysiologie.
BAZY.— Maladies des voies urinaires.— Urètre. Vessie.
WURTZ.— Technique bactériologique.
TROUSSEAU.— Ophthalmologie. Hygiène de l'œil.
FÈRE.— Epilepsie.
LAVERAN.— Paludisme.
POLIN et LABIT.— Examen des alléments suspects.
BERGONIE.— Physique du physiologiste et de l'étudiant en médecine. Action moléculaires, Acoustique, Electricité.
AUVARD.— Menstruation et fécondation.
MÉGNIN.— Les acariens parasites.
DEMELIN.— Anatomie obstétricale.
CUÉNOT.— Les moyens de défense dans la série animale.
A. OLIVIER.— La pratique de l'accouchement normal.
BERGÉ.— Guide de l'étudiant à l'hôpital.
CHARIN.— Les poisons de l'organisme, Poisons de l'urine.
ROGER.— Physiologie normale et pathologique du foie.
BROCC et JACQUET.— Précis élémentaire de dermatologie. Pathologie générale cutanée.
HANOT.— De l'endocardite aiguë.
WELL-MANTOU.— Guide du médecin d'assurances sur la vie.
LANGLOIS.— Le lait.
DE BRUN.— Maladies des pays chauds.— Maladies climateriques et infectieuses.
BROCA.— Le traitement des ostéo-arthrites tuberculeuses des membres chez l'enfant.
DU CAZAL et CATRIN.— Médecine légal militaire.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

Ouvrages parus et en cours de publication

Section de l'Ingénieur

- MINEL (P.). — Électricité industrielle.
LAVERGNE (Gérard). — Turbines.
HÉBERT. — Boissons falsifiées.
NAUDIN. — Fabrication des vernis.
SINIGAGLIA. — Accidents de chaudières
H. LAURENT. — Théorie des jeux de hasard.
GUNEZ. — Décoration au feu de moufle.
VERMAND. — Moteurs à gaz et à pétrole.
MEYER (Ernest). — L'utilité publique et la propriété privée.
WALLON. — Objectifs photographiques.
BLOCH. — Appareils producteurs d'eau sous pression.
DE LAUNAY. — Statistique générale de la production métallifère.
DWELSHAUVERS-DERY. — Étude expérimentale dynamique de la machine à vapeur.
CRONEAU. — Construction du navire.
DE MARCHENA. — Machines frigorifiques à air.
CASPARI. — Chronomètres de marine.
ALHEILIG. — Construction et résistance des machines à vapeur.
P. MINEL. — Électricité appliquée à la marine.
H. LÉAUTÉ et A. BÉRARD. — Transmissions par câbles métalliques.
P. MINEL. — Régularisation des moteurs des machines électriques.
PRUDHOMME. — Teinture et impressions.
AIMÉ WITZ. — Les moteurs thermiques.
ETARD. — Les nouvelles théories chimiques.
GUYE (PH.-A.). — Matières colorantes.
HOSPITALIER (E.). — Les compteurs d'électricité.
EMILE BOIRE. — La sucrerie.
MOISSAN et OUYKARD. — Le nickel, sa production et ses applications.
ROUCHÉ. — La erspective.
LE VERRIER. — La fonderie.
SEYRIG. — Statique graphique.
C^t BASSOT et C^t DEFFORGES. — Géodésie.
DELAFOND. — Recherche des gîtes de houille.
DE LA BAUME PLUVINEL. — La théorie des procédés photographiques.
J. RESAL. — Emploi des métaux et du bois dans les constructions.
GARNIER et GODARD. — Montage et conduite des machines à vapeur.

Section du Biologiste

- LAPERSONNE (DE). — Maladies des paupières et des membranes externes de l'œil.
KOEHLER. — Application de la Photographie aux Sciences naturelles.
DE BRUN. — Maladies des pays chauds — Maladies de l'appareil digestif des lymphatiques et de la peau.
BEAUREGARD. — Le microscope et ses applications.
BROCC ET JACQUET. — Précis élémentaire de Dermatologie. — Maladies en particulier.
LESAGE. — Le Choléra.
LANNELONGUE. — La Tuberculose chirurgicale.
CORNEVIN. — Production du lait.
J. CHATIN. — Anatomie comparée.
OLLIER. — La régénération des os et les résections sous-périostées.
CUÉNOT. — L'influence du milieu sur les animaux.
MERKLEN. — Maladies du cœur.
LETULLE. — L'inflammation.
CRITZMANN. — Le cancer.
G. ROCHÉ. — Les grandes pêches maritimes modernes de la France.
BUDIN. — Thérapeutique obstétricale.
BAZY. — Troubles fonctionnels des voies urinaires.
FAISANS. — Diagnostic précoce de la tuberculose.
DASTRE. — La Digestion.
AIMÉ GIRARD. — La betterave à sucre.
NAPIAS. — Hygiène industrielle et professionnelle.
GOMBAULT. — Pathologie du bulbe rachidien.
LEGROUX. — Pathologie générale infantile.
MARCHANT-GÉRARD. — Chirurgie du système nerveux : Cerveau.
BERTHAULT. — Les prairies naturelles et temporaires.
BRAULT. — Myocarde et artères.
GAMALEIA. — Vaccination préventive.
ARLOING. — Maladies charbonneuses.
NOCARD. — Les Tuberculoses animales et la Tuberculose humaine.
EDM. PERRIER. — Le Système de l'évolution.
MATHIAS DUVAL. — La Fécondation.
BRISAUD. — L'Hémisphère cérébral.
RECLUS. — Affections des organes génitaux de l'homme.
HÉNOQUE. — Spectroscopie biologique.
DEHÉRAIN. — Les céréales.
STRAUS. — Les bactéries.
A.-J. MARTIN. — Hygiène de l'habitation privée.
BRUN. — Examen et exploration de l'œil.