

531.7.01

BIBLIOTECA DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA DE LA BIBLIOTECA

NOTICE

SUR LES

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

APPLIQUÉS

A L'ŒNOLOGIE

CONSTRUITS PAR

J. SALLERON

CONSTRUCTEUR D'INSTRUMENTS DE PRÉCISION

LAURÉAT (DIPLÔME D'HONNEUR) A L'EXPOSITION VITICOLE D'ÉPERNAY

La récolte du vin est, après celle des céréales,
la plus importante de toutes celles de la France.

CHAPTAL, *Art de faire le vin.*

*Tous les instruments décrits dans cette Notice
sont livrés accompagnés d'une instruction pratique expliquant en détail
la manière de les employer.*

04.N
530.8
S168n

DEUXIÈME ÉDITION

ESCOLA POLITÉCNICA
- DA -
Universidade do Rio de Janeiro
LABORATORIO
DE PHYSICA EXPERIMENTAL
PARIS

I.F. U.F.R.J.
BIBLIOTECA
REGISTR. DATA
427/10 | 27/09/10

CHEZ L'AUTEUR, 24, RUE PAVÉE-AU-MARAIS



AVERTISSEMENT

DE LA PREMIÈRE ÉDITION

La construction des *Instruments de précision appliqués à l'œnologie* est une industrie toute nouvelle; naguère encore, le vin était récolté, vendu et consommé vierge de tout examen scientifique. Mais les temps sont bien changés! Aujourd'hui, tous les éléments, tous les principes qui constituent le vin sont analysés, pesés, mesurés; depuis le vigneron qui, le densimètre à la main, surveille chaque jour la maturité de son raisin, jusqu'aux chimistes experts soumettant le vin à tous les réactifs, toutes les mains par lesquelles le vin a passé lui ont fait subir un examen instrumental. Et pourquoi? Les raisons en sont multiples, mais facilement explicables.

Grâce au développement surprenant de la fortune publique, la consommation du vin a augmenté, en France, dans une proportion considérable; il est bien peu de Français maintenant qui ne fassent du vin leur boisson habituelle. Malheureusement, la production vinicole, bien loin d'égaliser la consommation, a suivi une marche inverse: une série ininterrompue de mauvaises vendanges, le phylloxera aidant, a réduit la production du vin précisément au moment où la consommation s'est accrue, et les buveurs, se souciant fort peu de la pénurie vinicole, réclament impérieusement du vin!

Il a donc fallu demander aux vignes cosmopolites toutes leurs ressources. C'est ainsi que l'Espagne et l'Italie ont comblé notre déficit, mais les raisins mûris sous le soleil de ces pays méridionaux

teur français, habitué aux vins claires, parfumés, légers, frais, si ce n'est acides, du centre de notre pays, refuse ces boissons épaisses, capiteuses et sucrées, qui empâtent son palais, surchargent son estomac et congestionnent son cerveau. Il lui faut sa boisson favorite, car il ne transige pas plus sur la qualité que sur la quantité; aussi, pour le satisfaire, faut-il, bon gré mal gré, que l'art vienne en aide à la nature, et recourir *aux coupages*.

Les coupages sont donc le résultat du mélange de vins légers avec des vins corsés, de vins claires et de vins colorés, de vins plats et de vins alcooliques, etc., et, disons-le pour être vrai : nos négociants réussissent, avec une science réelle, avec un art inimitable, ces mariages si bien assortis. Le *vin ordinaire*, cette boisson livrée par millions d'hectolitres à la grande consommation, est le coupage de vins de différentes provenances, c'est un mélange de vins qui constitue ce que la nature ne produit qu'avec une si grande parcimonie : une boisson agréable, saine et réconfortante, dont tous les éléments sont groupés dans un juste équilibre.

Le vin n'est une boisson parfaite qu'autant que ses éléments constitutifs sont exactement pondérés; ainsi la proportion de ses matières extractives (sels, gomme, sucres, etc.) doit être suffisante pour réparer les pertes de notre organisme, mais non surabondante, car notre estomac ne pourrait supporter, sans danger, un excès de sels minéraux qui, pour quelques-uns, sont des drastiques énergiques. L'alcool doit réchauffer notre corps, exalter nos facultés en activant notre circulation sanguine, mais sans paralyser notre intelligence; le bouquet doit flatter notre palais, sans que les éthers et les parfums, qui sont tous des poisons, stupéfient notre cerveau. Enfin, la couleur, qui n'est pas seulement vermeille pour illuminer nos verres et charmer nos yeux, est un composé de principes astringents qui tonifient notre organisme, mais dont l'excès peut entraver les fonctions intestinales.

Combien peu de vins naturels réunissent toutes ces conditions? Combien, au contraire, en est-il de ces vins naturels qui sont pour notre corps, pour nos facultés, des agents irritants, débilitants ou inflammatoires? Acceptons donc le coupage comme une nécessité, si ce n'est comme un bienfait.

Cette discussion, qui pourra sembler bien en dehors de mon sujet.

Instruments de précision appliqués à l'œnologie. Dès que le vin est un composé de nombreux éléments, agissant chacun pour son compte d'une manière différente, et devant être tous exactement dosés, il faut des alcoomètres pour déterminer sa richesse alcoolique, des balances pour peser ses principes extractifs, des colorimètres pour mesurer son pouvoir colorant, etc.

L'expertise légale, quand elle s'exerce sur les vins, établit d'ailleurs la base principale de ses investigations sur les indications des instruments œnologiques : on sait que les vins de coupage débités par le commerce de détail sont soumis, par l'autorité, à une surveillance attentive : ils ne sont admis dans la consommation qu'autant que la proportion de leurs trois principaux éléments constitutifs répond à une certaine composition moyenne, toute de convention, qui, pour le vin livré au consommateur sur le comptoir du marchand de vins en détail, doit contenir :

10 pour 100 d'alcool,
20 grammes d'extrait sec,
0,8 de couleur (1).

Expliquons comment, grâce à la précision des moyens analytiques, on peut reconnaître les falsifications, et principalement le *mouillage* des vins. Supposons qu'un échantillon soit soumis à l'expertise, et que la proportion de ses éléments diffère des chiffres officiels, quelle peut être cette divergence?

Généralement, la richesse alcoolique est suffisante, une addition d'alcool étant facile. La couleur est non moins facilement trouvée : les vins méridionaux, les teinturiers, qui contiennent jusqu'à trois et quatre couleurs, se trouvent sur le marché. Mais la richesse extractive, c'est-à-dire le poids des matières solides dissoutes, est-elle toujours en exacte proportion? Si le vin a été mouillé, elle sera nécessairement trop faible.

La même méthode conduit à la constatation du mouillage pour les vins naturels de n'importe quelle provenance. Supposons un échantillon dont l'origine accusée soit le Cher, Saint-Avertin, par exemple. Sa richesse alcoolique est 11 degrés; sa richesse extractive, ou le poids de son extrait sec, est 18 grammes; sa couleur, 2,3.

(1) J'ai proposé d'...

L'expert s'est procuré, par ailleurs, un échantillon type du vin de la même année et de la même localité. Ce type contient 9 pour 100 d'alcool, 20 grammes d'extrait sec, et sa couleur est 2,5.

Établissons d'abord la composition du vin soupçonné, par rapport à sa richesse alcoolique. Nous savons qu'il a reçu une addition d'alcool pur de $11 - 9 = 2$ pour 100 de son volume. Supposons le cas le plus favorable à la fraude, et que ce vinage ait été obtenu par une addition d'alcool pur. Le volume total du vin en est augmenté de 2 pour 100, sa richesse extractive s'est trouvée abaissée proportionnellement, et si elle est encore aujourd'hui de 18 grammes, elle était à l'origine : $18 + (18 \times 0,02) = 18^{\text{gr}},36$, mais elle devrait être, selon le vin type, 20 grammes. Il s'en manque donc de $20 - 18,36 = 1^{\text{gr}},64$, soit $\frac{1,64}{20} = 0,08$, ce qui correspond à une addition de 8 pour 100 d'eau.

Le même calcul peut être appliqué à la composition du vin par rapport à sa richesse extractive. Nous tiendrons alors le raisonnement suivant : le vin expertisé ne contient que 18 grammes d'extrait sec au lieu de 20 grammes, richesse du vin normal, il a reçu une addition de $20 - 18 = \frac{2}{20}$, soit 10 pour 100 d'un liquide privé de matières extractives. Si cette addition avait été de l'alcool pur, la richesse alcoolique normale serait devenue $9 + 10 = 19$ pour 100; mais, comme elle atteint seulement 11 pour 100, la différence

$$19 - 11 = 8$$

représente la proportion d'eau ajoutée, soit 8 pour 100.

L'intensité colorante pourrait également servir de base au même raisonnement; mais si le vin adultéré, au lieu d'avoir été simplement mouillé avec de l'eau, avait été coupé avec des vins d'origines différentes, riches en matières extractives, ou coloré artificiellement, alors l'analyse deviendrait plus incertaine.

La notice que je publie aujourd'hui n'est pas un traité d'œnologie, pas plus qu'un manuel d'analyse chimique des vins; c'est une simple description des instruments que je construis pour l'essai des boissons. C'est ainsi qu'à côté de chapitres très complets, tels que celui relatif au dosage de l'alcool, on trouvera dans ce volume des sujets à peine ébauchés, comme tout ce qui touche à la coloration artifi-

très précis, tandis que la recherche des matières colorantes étrangères n'exige que des réactifs et quelques vases de verre. Il est donc bien entendu que je ne décris ici que des instruments, et non pas des procédés chimiques. Mon but est de donner une idée des dispositions et de l'utilité des appareils que je construis, et nullement d'entrer en concurrence avec les traités spéciaux qui se publient chaque jour sous les auspices de noms justement célèbres.

Bien que je me sois fait une loi de ne citer, parmi les nombreux appareils proposés jusqu'à ce jour, que ceux qui m'ont paru exacts et utiles, et surtout ceux qui, par la simplicité de leur manipulation, sont à la portée des viticulteurs et des négociants, cette notice contient la description d'un véritable arsenal œnologique; le négociant qui voudra acquérir tous ces engins se trouvera nanti d'un véritable laboratoire, et, pour les mettre en œuvre, il lui faudra presque faire œuvre de chimiste. Il ne faut pas se dissimuler, malgré cela, qu'aujourd'hui encore de nombreux éléments de vin ne peuvent être dosés avec une facilité et une exactitude suffisantes. Ainsi, il n'est pas encore facile de déterminer d'une manière rigoureuse la proportion de matière saccharine contenue dans les vins; les différents acides végétaux qui se transforment tour à tour avec l'âge du vin, les matières organiques et albumineuses qui jouent un rôle considérable dans les maladies des vins, se montrent réfractaires à nos réactifs et à nos instruments. Je devrai donc, plus tard, je l'espère, compléter encore cette longue nomenclature, au fur et à mesure des progrès réalisés par la science vinicole et l'analyse chimique (1).

Le pesage de l'alcool est devenu l'opération capitale du commerce des spiritueux : les droits exorbitants qui frappent ce liquide, droits qui seraient prohibitifs s'il était possible d'enrayer la consommation des liqueurs fortes, donnent aux instruments de pesage et de mesurage des esprits une importance capitale. L'usage qui se répand de plus en plus de peser l'alcool sur une balance, au lieu de mesurer directement son volume, et l'assimilation prochaine, aux poids et mesures légaux, des alcoomètres qui devront être vérifiés et poinçonnés par l'Administration publique (2), appellent l'attention

(1) Ce passage a été écrit en 1882; on verra dans cette nouvelle édition qu'il est possible aujourd'hui de doser exactement le sucre, l'acidité totale et, jusqu'à un certain point, les matières albumineuses contenues dans les vins.

sur le mode de construction des alcoomètres, et sur l'emploi des balances-bascules. J'ai cru devoir, en conséquence, décrire avec quelques développements les procédés au moyen desquels j'ai construit mes alcoomètres-étalons, et la méthode qui doit être suivie pour la mise en œuvre du *pesage métrique* des spiritueux; ce sont, on le voit, des sujets tout d'actualité.

Répétons, pour terminer, que ce premier essai n'a pas la prétention d'être complet ni parfait; mais s'il m'apporte, de la part des savants et des viticulteurs, des corrections ou des indications nouvelles dont je puisse, à mon tour, faire profiter ma clientèle, je me trouverai puissamment encouragé à le corriger et à le compléter.

J. SALLERON.

Paris, 1882.



AVERTISSEMENT

DE LA SECONDE ÉDITION

La première édition de cette Notice était précédée d'un Avertissement dans lequel, après quelques précautions oratoires, nous émettions cette opinion qui pouvait alors paraître paradoxale : que l'industrie vinicole devait, dorénavant, recourir aux méthodes scientifiques et demander à la chimie le secours de ses analyses.

Aujourd'hui ces précautions oratoires sont devenues inutiles; les conditions climatériques de ces dernières années ne se sont pas améliorées, le fisc frappe à coups redoublés l'industrie vinicole, et les vignes qui ont été épargnées par le phylloxera sont dévastées par le mildew, de sorte que, grâce à ce concours de circonstances fâcheuses, il est admis à présent que le vin et l'alcool doivent être analysés, dosés et mesurés avec une précision au moins égale à celle en usage dans le commerce des métaux précieux.

Les bénéfices que procure la falsification des produits commerciaux sont généralement proportionnels à la valeur de ces derniers; aussi était-il fatal que l'adultération des boissons suivit la même progression que l'élévation de leur prix et que l'étranger, encore plus âpre au gain que nos nationaux, nous inondât de ses produits frelatés; de façon que, pour lutter contre la fraude et protéger l'hygiène publique, il a fallu organiser, par toute la France, des laboratoires officiels dans lesquels les boissons et toutes les denrées alimentaires sont soumises à de sévères examens. Mais la fraude ne reste jamais au dépourvu; elle a rendu ses manœuvres plus com-

et il en existe encore dans notre pays de France, sont le plus souvent responsables de la duplicité de leurs vendeurs; ils ont dû, de leur côté, se prémunir contre la tromperie et la mauvaise foi et devenir chimistes eux-mêmes. Enfin, si nous ajoutons à ce sombre tableau la nécessité dans laquelle se trouve l'industrie vinicole de transformer en boissons potables des vins auxquels la nature a refusé toute qualité, on s'explique comment il se fait que la chimie soit entrée de plain-pied dans les caves et dans les celliers, et pourquoi il n'est plus qu'un petit nombre de vins, parmi les innombrables barriques consommées chaque jour, qui n'aient subi une sérieuse analyse de chacun de leurs éléments.

Il est donc nécessaire, indispensable même, de soumettre les boissons à l'analyse chimique; dès lors, nous avons dû, continuant notre œuvre, augmenter et perfectionner encore l'arsenal œnologique et décrire dans ce volume, à côté d'instruments de précision dont la construction constitue notre spécialité, bon nombre de procédés qui sont du domaine de la chimie pure. On ne sera donc pas surpris de trouver cette Notice considérablement augmentée et de la voir revêtir, presque, la forme d'un traité d'analyse; on s'expliquera de même la nécessité dans laquelle nous nous sommes trouvé d'emprunter aux auteurs et aux chimistes, qui ont créé si brillamment en France la science œnologique, bon nombre de passages extraits de leurs savantes publications.

J. SALLERON.

Paris, juin 1887.

TABLE SYSTÉMATIQUE

DES MATIÈRES

| | Pages |
|---------------------------------------------------------------------|-------|
| Essai du moût de raisin. — Densité du jus de raisin..... | 1 |
| Tableau des richesses saccharine et alcoolique du moût..... | 7 |
| Dosage chimique du sucre de raisin | 12 |
| Essai du moût de raisin..... | 14 |
| — du vin fait..... | 17 |
| — des vins secs..... | 20 |
| — du vin sucré artificiellement..... | 22 |
| — des vins falsifiés..... | 26 |
| — par le polarimètre..... | 26 |
| Dosage de l'alcool contenu dans les vins | 37 |
| Dans les liquides acides..... | 45 |
| Des ébullioscopes et ébulliomètres..... | 50 |
| Par la capillarité, liquomètres..... | 63 |
| Dégustation des vins | 66 |
| Analyse de la matière extractive | 67 |
| Détermination de l'extrait sec prise à 100 degrés..... | 68 |
| — — prise dans le vide..... | 70 |
| — — par l'œnobarmètre..... | 73 |
| — — des vins sucrés..... | 76 |
| Dosage des cendres | 80 |
| Dosage de l'acidité totale du moût..... | 82 |
| — — du vin blanc..... | 85 |
| — — du vin rouge..... | 85 |
| — — du vin contenant du gaz acide carbonique..... | 87 |
| Titrage de la liqueur alcaline..... | 88 |
| Détermination de l'intensité colorante des vins | 90 |
| Dosage du tannin et des principes astringents des vins | 95 |
| Adultération des vins. — Dosage du plâtre..... | 106 |
| Recherche de l'acide salicylique..... | 110 |
| Recherche des colorants artificiels | 115 |

| | Pages |
|----------------------------------------------------------------------|-------|
| Examen microscopique du vin | 128 |
| Ferment alcoolique..... | 131 |
| <i>Mycoderma vini</i> | 136 |
| <i>Mycoderma aceti</i> | 137 |
| Maladie de la graisse..... | 138 |
| — de la pousse..... | 139 |
| — de l'amertume..... | 140 |
| Autres maladies du vin..... | 142 |
| Préparations microscopiques..... | 145 |
| Travail du vin mousseux | 146 |
| Mesure de la pression dans les bouteilles..... | 146 |
| — de la résistance des bouteilles..... | 147 |
| — du coefficient d'absorption du vin pour l'acide carbonique..... | 147 |
| Essai des bouchons de liège..... | 150 |
| Alcoométrie | 152 |
| Alcoomètre centésimal..... | 154 |
| — légal..... | 155 |
| Comparaison de l'alcoomètre centésimal et de l'alcoomètre légal..... | 157 |
| Alcoomètres étrangers..... | 162 |
| Jaugeage des vins et des spiritueux | 164 |
| Table du volume réel des spiritueux..... | 167 |
| Fabrication du vinaigre | 169 |
| Essai des vinaigres..... | 170 |
| — des acides acétique et pyroligneux..... | 173 |
| Falsification des vinaigres..... | 177 |
| Appareils distillatoires | 178 |



TABLE PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES

| | Pages | | Pages |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------|--------|
| Absorptiomètre de J. Salleron..... | 146 | Densimètre de Gay-Lusac..... | 4 |
| Acétimètre de Réveil et Salleron.... | 171 | Densi-volumètre pour jauger les ton- neaux..... | 164 |
| Acide acétique (dosage)..... | 173 | Dessiccateurs à acide sulfurique.... | 68-71 |
| — chlorhydrique..... | 13 | Ébulliomètre J. Salleron pour essai des vins..... | 60 |
| — phosphorique..... | 71 | Ébulliomètre J. Salleron pour essai des vinaigres..... | 170 |
| — salicylique (dosage)..... | 110 | Échelle alcoométrique..... | 162 |
| — sulfurique..... | 71 | — cenobarométrique..... | 75 |
| Acidité totale (dosage)..... | 83 | Élasticimètre de J. Salleron..... | 147 |
| Alambics pour distillations de li- queurs, plantes, fleurs, etc..... | 178 | Éprouvettes divisées..... | 66 |
| Alambic de J. Salleron..... | 46 | — pour peser les alcools.... | 161 |
| — pour préparer l'eau distillée..... | 179 | Éther sulfurique..... | 110 |
| Alcoomètres..... | 152 | Examen microscopique du vin..... | 128 |
| — de Gay-Lussac..... | 161 | Fabrication du vinaigre..... | 169 |
| — légal..... | 160 | Filtres en papier..... | 98-106 |
| — de Richter et Tralles.... | 162 | Filtre à succion..... | 13 |
| — de Sikes..... | 163 | Flacon à pression de Marcker..... | 32 |
| Appareils distillatoires..... | 178 | Fourneau à incinérations..... | 80 |
| — de Ritter pour la recherche de la fuchsine..... | 122 | Gleuco-œnomètre..... | 3 |
| Aphromètre (pression des bouteilles de champagne)..... | 146 | Glucomètre..... | 3 |
| Aréomètre de Baumé..... | 2 | Gypsomètre..... | 106 |
| — de Cartier..... | 153 | Hydromètre de Sikes pour essais de vin..... | 49 |
| — de Tessa..... | 153 | Hydromètre de Sikes pour essais d'al- cool..... | 163 |
| Bain-marie..... | 68 | Lames en glace, porte-objets pour mi- croscope..... | 128 |
| Balance de précision..... | 68 | Lampe de Berzélius..... | 80 |
| Ballon à réfrigérant ascendant..... | 32 | Liqueur acétimétrique..... | 171 |
| Burette divisée..... | 13 | — acidimétrique..... | 83 |
| Cannelles pour tonneaux à vinaigre.. | 170 | — alcalimétrique..... | 83-171 |
| Capsule de platine..... | 68 | — de Fehling p ^r essais de sucre.. | 13 |
| — de porcelaine..... | 13 | — gypsométrique..... | 106 |
| Carafes jaugées..... | 13 | | |
| Chlorure de sodium (dosage du)..... | 123 | | |
| Coloration artificielle des vins (Recher- che de la) | 115 | | |

| | Pages | | Pages |
|------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------|-------|
| Liquomètre capillaire..... | 65 | Salicymètre..... | 110 |
| Machine Salleron pour l'essai des bou- chons..... | 150 | Sirop de glucose..... | 13 |
| Machine pneumatique..... | 71 | Spatule de platine..... | 124 |
| Manomètre pour bouteilles à cham- pagne..... | 146 | Support de burette..... | 13 |
| Microscope..... | 128 | Table de conversion des degrés alcooli- ques français et anglais..... | 164 |
| Mustimètre..... | 4 | Tannin (dosage du)..... | 97 |
| Nécessaire acétimétrique..... | 178 | Tannomètre..... | 97 |
| Noir animal..... | 13 | Tasses à dégustation..... | 67 |
| Œnobaromètre Houdart..... | 73 | Thermomètres pour peser les spiri- tueux..... | 161 |
| Papier de tournesol..... | 125 | Thermomètres pour tonneaux à vi- naigre..... | 170 |
| Perchlorure de fer (dissolution)..... | 110 | Trousse densimétrique..... | 4 |
| Pèse-vinaigres..... | 170 | — œnobarométrique..... | 73 |
| Phtaléine du phénol..... | 84 | Tube de niveau pour tonneau à vi- naigre..... | 170 |
| Pipettes jaugées..... | 13 | — filtre..... | 13 |
| — filtre..... | 13 | Pissette à eau chaude..... | 124 |
| Pissette à eau chaude..... | 124 | Polarimètres..... | 32-35 |
| Polarimètres..... | 32-35 | Potasse caustique..... | 13 |
| Potasse caustique..... | 13 | Préparations microscopiques..... | 145 |
| Préparations microscopiques..... | 145 | Saccharimètre..... | 32-35 |
| Saccharimètre..... | 32-35 | Volumètre (jaugeage des tonneaux)... | 165 |
| | | | |

INSTRUMENTS APPLIQUÉS

A

L'ŒNOLOGIE

ESSAI DU MOUT DE RAISIN

La richesse saccharine du moût de raisin est un des éléments qui influent le plus directement sur la valeur qu'aura le vin quand il aura subi la fermentation; il est vrai sans doute que la *qualité* du vin, c'est-à-dire son bouquet, sa finesse, sa couleur, etc., est due tout autant, si ce n'est plus, à la chaleur égale et prolongée subie par le raisin, qu'à la proportion de sucre contenue dans le moût, mais cette dernière détermine la richesse alcoolique du vin puisque c'est le sucre qui, par l'action de la fermentation, se transforme en alcool et en acide carbonique. Or, pour les vins de grande consommation, donnant lieu à des transactions commerciales si considérables, c'est l'alcool qui est l'élément le plus important; aussi l'analyse saccharine du jus du raisin donne-t-elle un indice précieux sur la valeur future du vin. L'analyse saccharimétrique permet en outre de recourir, en toute connaissance de cause, au sucrage de la vendange, opération recommandée pour la première fois, et à si juste raison, par Chaptal, dans son *Art de faire le vin*.

Chaptal a le premier démontré que le moût de raisin, pour fournir un vin de bonne qualité, doit peser au moins 10 degrés du gluco-œnomètre ou aréomètre de Baumé (1); il a donné le conseil d'ajouter du sucre à la vendange jusqu'à ce que cet instrument, plongé dans le moût, pesât 10 degrés.

(1) En réalité, Chaptal fixait à 10° 1/2 le poids que devait peser le moût, afin que le vin fait contienne 10,5 % d'alcool; mais le goût des consommateurs français s'est pro-

1. **Aréomètre de Baumé**, divisé par dixièmes de degré, depuis 0 jusqu'à 12 degrés 3 fr.
2. **Idem**, divisé depuis 10 jusqu'à 20 degrés..... 3 fr.

S'il est utile et avantageux d'ajouter à la vendange le sucre que le climat ou la nature du sol lui mesurent souvent avec trop de parcimonie, il peut être, dans certains cas, non moins nécessaire de ramener le moût à une richesse saccharine moindre et telle que la fermentation s'accomplisse dans des conditions régulières. Souvent, en effet, dans les pays méridionaux surtout, le raisin fournit un moût tellement sucré que la richesse alcoolique que le vin acquiert bientôt suffit, à elle seule, pour annihiler le ferment et arrêter la transformation du sucre en alcool. C'est ainsi qu'on peut souvent expliquer la présence du sucre dans certains vins récoltés en Algérie, en Espagne, en Italie, etc., sucre qui, par ses fermentations ultérieures et successives, devient pour le vin un élément de destruction et la cause de l'avisement de son prix.

Il est fâcheux que le meilleur palliatif de l'excès de richesse saccharine du moût puisse être confondu avec une manœuvre coupable et condamnable et doive être, dans certains cas, taxé de falsification, car le procédé le plus efficace pour obtenir, avec les moûts trop sucrés, des vins secs, c'est-à-dire exempts de sucre, qui se conservent et acquièrent avec l'âge de la qualité, est de diminuer la densité du moût au moment de la vendange et, disons-le, puisque c'est la vérité, c'est de les allonger avec de l'eau.

S'il est rationnel de sucrer les vendanges trop aqueuses, il est non moins rationnel de diluer celles qui sont trop sucrées, et, à l'appui de cette opinion, nous ajouterons que les vins des pays chauds ne contiennent pas seulement une surabondance de sucre, mais aussi de matières extractives et colorantes, de sorte que la même dilution ramène, d'un seul coup, tous les éléments du vin dans les proportions exigées par le consommateur français.

Si nous adoptons comme densité moyenne et normale du moût le chiffre 1075 (10 degrés Baumé), il devient évident que les vendanges trop sucrées doivent recevoir une addition d'eau suffisante pour les ramener à ce poids spécifique.

Quand nous disons qu'il est utile de diluer le moût dont la richesse saccharine exagérée fournirait un vin trop alcoolique pour achever la fermentation totale de son sucre, nous devons ajouter que cette dilution ne doit être pratiquée que s'il est bien constaté que c'est l'alcool qui annihile le ferment et arrête la transformation

s'effectue pendant les grandes chaleurs, que des parasites dont les cuves sont souvent infectées se substituent au ferment alcoolique, le détruisent et empêchent la transformation du sucre en alcool.

Nous traiterons, dans le chapitre *Examen microscopique du vin*, de ces mycodermes et parasites qui sont la cause la plus fréquente des anomalies que présente quelquefois la fabrication du vin.

3. **Gleuco-œnomètre de Cadet de Vaux ou Pèse-moût** 2 fr. 50

Cet instrument, qui porte aussi le nom de *glucomètre* ou *pèse-moût*, est un aréomètre tellement lesté qu'il plonge dans l'eau pure jusqu'au milieu de sa tige, où est tracée une division marquée 0. L'instrument porte au-dessous du 0 les degrés de l'aréomètre de Baumé; au-dessus, ceux du pèse-esprit de Cartier. La première échelle indique de combien la densité du moût non fermenté surpasse celle de l'eau; la seconde donne les changements de densité dus à la production de l'alcool par la fermentation.

En face de la division 0 se trouve écrit le mot *décuvage*. Ce serait donc, d'après Cadet de Vaux, le moment qu'il faudrait choisir pour décuper le vin. Mais on comprend combien cette indication est insuffisante, puisque la densité du vin, quand la fermentation est achevée, peut varier par des causes très diverses.

L'aréomètre de Baumé, dont l'échelle est arbitraire, a été toujours employé depuis Chaptal pour peser le moût de raisin parce que, le hasard aidant, ses divisions représentent approximativement la proportion d'alcool qu'aura le vin après la fermentation, de sorte qu'une vendange à peu près mûre pesant 10 degrés contiendra, quand le vin sera fait, 10 % d'alcool; mais il est évident que cette coïncidence toute fortuite n'est qu'approximative et que, dans certains cas, elle peut être sujette à caution; d'ailleurs la graduation de Baumé se prête mal à la détermination exacte du poids du sucre nécessaire pour ramener un moût donné au poids normal de 10 degrés, tandis que l'échelle densimétrique de Gay-Lussac, que nous décrirons plus loin, rend ce calcul très facile; aussi nous conseillons de faire usage, de préférence à l'aréomètre de Baumé, du densimètre de Gay-Lussac ou *mustimètre* n° 5.

4. **Glucomètre du Dr Guyot**, pour l'essai des moûts..... 3 fr.

Le Dr Guyot a voulu améliorer l'instrument de Cadet de Vaux; dans ce but, il a construit un aréomètre portant trois échelles différentes: l'une est celle de Baumé, la seconde...

sième fait connaître quelle sera la richesse alcoolique du vin quand il aura subi la fermentation.

On peut adresser à cet instrument le même reproche qu'aux précédents; la valeur de ses degrés varie avec le cépage du raisin, sa maturité et la proportion de sels minéraux que le moût contient en dissolution.

- 5. **Mustimètre ou Densimètre de Gay-Lussac** pour déterminer la quantité de sucre contenue dans le moût de raisin; divisé depuis 970 jusqu'à 1,170..... 3 fr.

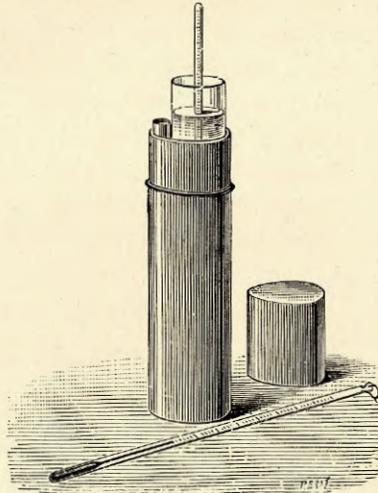


Fig. 1.

- 6. **Densimètre de Gay-Lussac**, divisé de 1,000 à 1,100 par dixièmes de degré..... 3 fr.
- 7. **Idem**, divisé de 1,100 à 1,200..... 3. »
- 8. **Thermomètre** au mercure divisé sur verre, pour prendre la température du moût au moment de sa pesée..... 5. »
- 9. **Éprouvette en verre** pour recevoir le moût..... 1. »
- 10. **Trousse densimétrique portable**, contenant un mustimètre, un thermomètre et une éprouvette renfermés dans un étui de fer-blanc (fig. 1)..... 12. »

Nous avons dit que l'aréomètre de Baumé et le gluco-œnomètre de Cadet de Vaux, dont les graduations sont équivalentes, ne peuvent donner des résultats incertains et ne permettent guère

donc préférable d'avoir recours au *mustimètre*. On a donné ce nom à un aréomètre analogue à celui de Cadet de Vaux, mais sur lequel l'échelle arbitraire de Baumé est remplacée par l'échelle densimétrique centésimale de Gay-Lussac.

La division placée au milieu de l'échelle et marquée 1000 représente le poids de l'eau distillée (1,000 grammes par litre); les divisions au-dessus mesurent les densités inférieures, et celles au-dessous les densités supérieures, c'est-à-dire le poids en grammes d'un litre du liquide expérimenté.

Pour essayer à l'aide de cet instrument un moût de raisin, on écrase quelques grappes de raisin au-dessus d'une capsule, on filtre le jus au travers d'un linge, on le reçoit dans une éprouvette, on y plonge successivement le mustimètre et un thermomètre (fig. 1), et l'on note l'indication de ces deux instruments : soit 1065, le degré lu sur l'échelle du mustimètre, et 18 degrés la température indiquée par le thermomètre. On cherche, dans le tableau ci-dessous (Table 1^{re}), quelle correction il faut faire subir à l'indication du mustimètre pour la ramener à ce qu'elle serait si la température du moût était 15 degrés.

PREMIÈRE TABLE

Corrections de la densité du moût suivant sa température.

| Températures. | Corrections. |
|---------------|--------------|
| 10° | —0,6 |
| 11° | —0,5 |
| 12° | —0,4 |
| 13° | —0,3 |
| 14° | —0,2 |
| 15° | 0 |
| 16° | +0,1 |
| 17° | +0,3 |
| 18° | +0,5 |
| 19° | +0,7 |
| 20° | +0,9 |
| 21° | +1,1 |
| 22° | +1,3 |
| 23° | +1,6 |
| 24° | +1,8 |
| 25° | +2,0 |
| 26° | +2,3 |
| 27° | +2,6 |
| 28° | +2,8 |
| 29° | +3,1 |
| 30° | +3,4 |

Exemple : Le moût est pesé à la température de 18 degrés; le

0,5 à l'indication du mustimètre, de sorte que le poids du moût, à la température normale de + 15 degrés, est 1065,5. Si la température, au lieu de 18 degrés, était 12 degrés, la correction — 0,4 indiquée par la table devrait être retranchée de 1065, qui deviendrait alors 1064,6 (1).

Avec la densité corrigée 1065,5, on cherche dans la Table II des Richesses saccharine et alcoolique du moût quel est le poids du sucre contenu dans un litre de moût, et quel sera le degré alcoolique qu'aura le vin après la fermentation.

La première colonne de ce tableau représente la densité du moût, c'est-à-dire l'indication du mustimètre.

La seconde colonne indique les valeurs correspondantes des degrés de l'aréomètre Baumé ou gleuco-cénomètre et de ceux du densimètre de Gay-Lussac ou mustimètre.

La troisième colonne donne le poids du sucre de raisin que contient un litre de moût.

La quatrième correspond à la richesse alcoolique qu'aura le vin fait après la fermentation, en admettant que la totalité du sucre fermente, ce qui n'arrive pas toujours, ainsi que nous l'avons dit plus haut; aussi ne poussons-nous pas cette richesse alcoolique au delà de 14 degrés, car il est rare qu'une fermentation normale dépasse cette limite.

La cinquième colonne fait connaître le poids de sucre cristallisé pur (2) qu'il faut ajouter à un litre de moût pour que le vin contienne, après sa fermentation, 10 degrés d'alcool.

Enfin, la sixième colonne fait connaître la quantité d'eau que doit recevoir chaque litre de moût pour le ramener à la densité normale 1075 (10 degrés Baumé).

En nous reportant à l'exemple cité plus haut, nous trouvons :

1° Que le moût pèse 1,065 grammes le litre, ce qui correspond à 8°,8 du gleuco-cénomètre;

2° Qu'il contient 143 grammes de sucre de raisin par litre;

3° Que ce sucre fournira, après sa fermentation, 8°,4 d'alcool; ce qui veut dire que le vin fait contiendra 8 litres et 4 décilitres d'alcool pur par hectolitre;

(1) On remarquera que la correction afférente à la température du moût est de peu d'importance et qu'elle pourrait, à la rigueur, être négligée. Si nous la mentionnons ici, c'est uniquement pour que la question qui nous occupe soit traitée complètement jusque dans ses derniers détails.

(2) Par sucre cristallisé pur, nous comprenons le sucre blanc titrant 100 degrés. Si l'on opérerait avec des sucres moins purs, blonds ou bruns, les chiffres de notre tableau seraient trop faibles: ils devraient être augmentés proportionnellement au degré d'impureté du

TABLE II

Richesses saccharine et alcoolique du moût de raisin.

| Densités ou degrés du Mustimètre. | Degrés de l'aréomètre de Baumé. | Grammes de sucre par litre de moût. | Richesse alcoolique du vin fait. | Sucre cristallisable qu'il faut ajouter à 1 litre de moût pour obtenir du vin à 10 % d'alcool. | Eau qu'il faut ajouter à 1 litre de moût pour le ramener à la densité 1075 (10° Baume). |
|--------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | kil. | | kil. | litre |
| 1050 | 6,9 | 0,103 | 6,0 | 0,068 | |
| 1051 | 7,0 | 0,106 | 6,2 | 0,065 | |
| 1052 | 7,1 | 0,108 | 6,3 | 0,063 | |
| 1053 | 7,2 | 0,111 | 6,5 | 0,059 | |
| 1054 | 7,4 | 0,114 | 6,7 | 0,056 | |
| 1055 | 7,5 | 0,116 | 6,8 | 0,054 | |
| 1056 | 7,6 | 0,119 | 7,0 | 0,051 | |
| 1057 | 7,8 | 0,122 | 7,2 | 0,048 | |
| 1058 | 7,9 | 0,124 | 7,3 | 0,046 | |
| 1059 | 8,0 | 0,127 | 7,5 | 0,042 | |
| 1060 | 8,1 | 0,130 | 7,6 | 0,041 | |
| 1061 | 8,3 | 0,132 | 7,8 | 0,037 | |
| 1062 | 8,4 | 0,135 | 7,9 | 0,036 | |
| 1063 | 8,5 | 0,138 | 8,1 | 0,032 | |
| 1064 | 8,6 | 0,140 | 8,2 | 0,031 | |
| 1065 | 8,8 | 0,143 | 8,4 | 0,027 | |
| 1066 | 8,9 | 0,146 | 8,6 | 0,024 | |
| 1067 | 9,0 | 0,148 | 8,7 | 0,022 | |
| 1068 | 9,2 | 0,151 | 8,9 | 0,019 | |
| 1069 | 9,3 | 0,154 | 9,0 | 0,017 | |
| 1070 | 9,4 | 0,156 | 9,2 | 0,013 | |
| 1071 | 9,5 | 0,159 | 9,3 | 0,012 | |
| 1072 | 9,7 | 0,162 | 9,5 | 0,008 | |
| 1073 | 9,8 | 0,164 | 9,6 | 0,007 | |
| 1074 | 9,9 | 0,167 | 9,8 | 0,003 | |
| 1075 | 10,0 | 0,170 | 10,0 | | |
| 1076 | 10,2 | 0,172 | 10,1 | | 0,01 |
| 1077 | 10,3 | 0,175 | 10,3 | | 0,02 |
| 1078 | 10,4 | 0,178 | 10,5 | | 0,04 |
| 1079 | 10,5 | 0,180 | 10,6 | | 0,05 |
| 1080 | 10,7 | 0,183 | 10,8 | | 0,06 |
| 1081 | 10,8 | 0,186 | 10,9 | | 0,08 |
| 1082 | 10,9 | 0,188 | 11,0 | | 0,09 |
| 1083 | 11,0 | 0,191 | 11,2 | | 0,10 |
| 1084 | 11,1 | 0,194 | 11,4 | | 0,12 |
| 1085 | 11,3 | 0,196 | 11,5 | | 0,13 |
| 1086 | 11,4 | 0,199 | 11,7 | | 0,14 |
| 1087 | 11,5 | 0,202 | 11,9 | | 0,16 |
| 1088 | 11,6 | 0,204 | 12,0 | | 0,17 |
| 1089 | 11,7 | 0,207 | 12,2 | | 0,18 |
| 1090 | 11,9 | 0,210 | 12,3 | | 0,20 |
| 1091 | 12,0 | 0,212 | 12,5 | | 0,21 |
| 1092 | 12,1 | 0,215 | 12,6 | | 0,22 |
| 1093 | 12,3 | 0,218 | 12,8 | | 0,24 |
| 1094 | 12,4 | 0,220 | 12,9 | | 0,25 |
| 1095 | 12,5 | 0,223 | 13,1 | | 0,26 |
| 1096 | 12,6 | 0,226 | 13,3 | | 0,28 |
| 1097 | 12,7 | 0,228 | 13,4 | | 0,29 |
| 1098 | 12,9 | 0,231 | 13,6 | | 0,30 |
| 1099 | 13,0 | 0,234 | 13,8 | | 0,31 |
| 1100 | 13,1 | 0,236 | 13,9 | | 0,33 |

TABLE II

Richesses saccharine et alcoolique du moût de raisin (suite).

| Densités ou degrés du Mustimètre. | Degrés de l'aréomètre de Baumé. | Grammes de sucre par litre de moût. | Eau qu'il faut ajouter à un litre de moût pour le ramener à la densité 1075 (10° Baumé). |
|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | kil. | litre |
| 1101 | 13,2 | 0,239 | 0,34 |
| 1102 | 13,3 | 0,242 | 0,36 |
| 1103 | 13,5 | 0,244 | 0,37 |
| 1104 | 13,6 | 0,247 | 0,38 |
| 1105 | 13,7 | 0,250 | 0,40 |
| 1106 | 13,8 | 0,252 | 0,41 |
| 1107 | 13,9 | 0,255 | 0,42 |
| 1108 | 14,0 | 0,258 | 0,43 |
| 1109 | 14,2 | 0,260 | 0,45 |
| 1110 | 14,3 | 0,263 | 0,46 |
| 1111 | 14,4 | 0,266 | 0,48 |
| 1112 | 14,5 | 0,268 | 0,49 |
| 1113 | 14,6 | 0,271 | 0,50 |
| 1114 | 14,7 | 0,274 | 0,52 |
| 1115 | 14,8 | 0,276 | 0,53 |
| 1116 | 15,0 | 0,279 | 0,54 |
| 1117 | 15,1 | 0,282 | 0,56 |
| 1118 | 15,2 | 0,284 | 0,57 |
| 1119 | 15,3 | 0,287 | 0,59 |
| 1120 | 15,4 | 0,290 | 0,60 |
| 1121 | 15,5 | 0,292 | 0,61 |
| 1122 | 15,6 | 0,295 | 0,62 |
| 1123 | 15,7 | 0,298 | 0,64 |
| 1124 | 15,9 | 0,300 | 0,65 |
| 1125 | 16,0 | 0,303 | 0,66 |
| 1126 | 16,1 | 0,306 | 0,68 |
| 1127 | 16,2 | 0,308 | 0,69 |
| 1128 | 16,3 | 0,311 | 0,70 |
| 1129 | 16,5 | 0,314 | 0,72 |
| 1130 | 16,6 | 0,316 | 0,73 |
| 1131 | 16,7 | 0,319 | 0,74 |
| 1132 | 16,8 | 0,322 | 0,76 |
| 1133 | 16,9 | 0,324 | 0,77 |
| 1134 | 17,0 | 0,327 | 0,78 |
| 1135 | 17,2 | 0,330 | 0,80 |
| 1136 | 17,3 | 0,332 | 0,81 |
| 1137 | 17,4 | 0,335 | 0,82 |
| 1138 | 17,5 | 0,338 | 0,84 |
| 1139 | 17,6 | 0,340 | 0,85 |
| 1140 | 17,7 | 0,343 | 0,86 |
| 1141 | 17,8 | 0,346 | 0,88 |
| 1142 | 17,9 | 0,348 | 0,89 |
| 1143 | 18,0 | 0,351 | 0,90 |
| 1144 | 18,1 | 0,354 | 0,92 |
| 1145 | 18,2 | 0,356 | 0,93 |
| 1146 | 18,4 | 0,359 | 0,94 |
| 1147 | 18,5 | 0,362 | 0,96 |
| 1148 | 18,6 | 0,364 | 0,97 |
| 1149 | 18,7 | 0,367 | 0,98 |
| 1150 | 18,8 | 0,370 | 1,00 |

4° Qu'il convient d'ajouter au moût 27 grammes de sucre cristallisé pur par litre, pour que le vin contienne 10 % d'alcool.

Si, choisissant un autre exemple, nous pesons un moût de vin très sucré et que la densité, ramenée à la température de 15 degrés, soit 1100, nous dirons :

1° Le moût pèse 1,100 grammes le litre, ce qui correspond à 13°,1 Baumé;

2° Il contient 236 grammes de sucre par litre;

3° La richesse alcoolique serait 13°,9 si tout le sucre se transformait en alcool et en acide carbonique; mais cette forte proportion d'alcool pouvant faire craindre que le ferment ne soit détruit avant l'achèvement complet de la fermentation, il est nécessaire de recourir à une addition d'eau, et 0^{lit},33 indique qu'il faut verser sur la vendange 0^{lit},33 d'eau, par litre de moût, afin de ramener ce dernier à la densité 1075 (10 degrés Baumé).

Bien qu'il n'entre pas dans le plan de cette notice de décrire le procédé de fabrication du *vin de deuxième jet*, préconisé en 1854 par M. Petiot et très usité aujourd'hui, lequel consiste à verser sur le marc de la vendange, et à laisser fermenter avec lui un volume d'eau sucrée égal à celui du moût et renfermant la même proportion de sucre, nous ajouterons que le tableau qui précède fait connaître la composition de cette eau sucrée suivant la richesse saccharine du moût. Supposons qu'un marc de vendange fournisse 10 hectolitres de moût, dont la densité est 1069; nous trouvons dans la troisième colonne de notre tableau, en face de la densité 1069, le chiffre 0^{kil},154 indiquant que le moût contient 154 grammes de sucre par litre. Par suite, il faut verser sur le marc 10 hectolitres d'eau contenant 154 grammes de sucre par litre, soit 154 kilogrammes pour 10 hectolitres.

DISCUSSION DU TABLEAU DES RICHESSES DU MOÛT DE RAISIN

Il nous semble nécessaire de développer ici les données qui ont servi au calcul du tableau précédent, car il existe déjà un grand nombre de tables de ce genre, lesquelles diffèrent assez notablement les unes des autres. Il faut bien reconnaître, d'ailleurs, que le dosage du sucre au moyen des aréomètres ne présente qu'une exactitude approchée, car la densité du moût ne dépend pas seulement du sucre qu'il contient, mais encore du poids des autres substances, telles que les sels, les acides et les matières organiques qui entrent dans sa composition. On ne peut donc demander au procédé densimétrique

cients que fournit la composition moyenne des vins de nos pays.

La seconde colonne de notre tableau qui transforme la densité du moût en degrés de l'aréomètre de Baumé a été calculée au moyen de la formule :

$$n = 144,3 - \frac{144300}{d},$$

dans laquelle *d* représente la densité et *n* le nombre de degrés Baumé correspondant.

La troisième colonne, faisant connaître le poids du sucre dissous dans le moût, est calculée au moyen de la formule suivante :

$$Q = \frac{(D - 1,000) 1,000}{1,600 - 1,000} \times 1,6 - 30,$$

dans laquelle *Q* représente le poids, en grammes, du sucre contenu dans un litre de moût;

D, le nombre lu sur le mustimètre;
1,600, la densité moyenne du sucre;

30, le poids moyen (en grammes) de la matière extractive, autre que le sucre, dissoute dans un litre de moût.

Le terme le plus incertain de cette formule est évidemment le chiffre 30 qui représente la somme de toutes les matières solides, autres que le sucre, que le moût contient, telles que : les sels de potasse et de chaux, le tannin, les gommes, les matières albumineuses et colorantes, car la proportion de ces substances est essentiellement variable suivant le cépage de la vigne, la nature du sol, la maturité du raisin, etc. Nous estimons cependant qu'en fixant ce chiffre à 30 grammes pour le moût non dépouillé de sa lie et contenant encore une foule de matières solides qui se déposeront pendant et après la fermentation, nous ne nous éloignons pas trop de la vérité.

La quatrième colonne de notre tableau a été obtenue en multipliant le poids du sucre de raisin indiqué dans la seconde colonne par 0^{cc},59, qui représente le volume d'alcool que fournit un gramme de sucre de raisin. Ce coefficient 0,59 est empirique, il est le résultat de l'expérience acquise par les viticulteurs les plus compétents. La composition chimique du sucre est telle que, par la fermentation, un gramme de glucose se décompose en

| | |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Alcool..... | 0 ^{gr} ,4846 |
| Acide carbonique..... | 0 ^{gr} ,4667 |
| Glycérine, acide succinique, matières indéterminées..... | 0 ^{gr} ,0487 |
| Total..... | 1 ^{gr} ,0000 |

d'où 1 gramme de glucose donne 0^{gr},4846 — 0^{cc} 61 alcool

(la densité absolue de l'alcool pur étant 0,794). Théoriquement, un gramme de sucre de raisin devrait fournir 0^{cc},61 d'alcool, mais une certaine partie du sucre échappe à la transformation et reste dans le vin jusqu'à ce qu'il subisse une deuxième fermentation, après laquelle le vin s'éclaircit en donnant lieu à un nouveau dépôt. Enfin, si l'on tient compte des pertes d'alcool qui se produisent par évaporation pendant la fermentation, on admettra sans peine que le chiffre 0^{cc},59 n'est pas trop faible.

La cinquième colonne donnant le poids du sucre qu'il faut ajouter au moût, pour que le vin ait 10 % d'alcool, a été calculée en multipliant la différence entre la richesse alcoolique qu'aura le vin fait et la richesse normale, 10 degrés, par 17 grammes, qui représente le poids de sucre cristallisable nécessaire pour produire 1 centilitre d'alcool. Le coefficient 17 est, lui aussi, un chiffre empirique fourni par l'expérience. La composition chimique du sucre que nous avons citée plus haut conduit au chiffre théorique 16^{gr},39 pour le poids de sucre équivalant à 1 centième d'alcool; mais la pratique de la vinification a démontré qu'il doit être élevé à 17 grammes pour compenser les pertes subies pendant la fermentation.

Enfin, la sixième colonne, qui fait connaître le volume d'eau qu'il faut verser sur la vendange pour ramener le moût à la densité moyenne 1,075, est ainsi calculée :

- soit *D* la densité normale du moût qui doit fermenter;
- d* la densité du jus de raisin qu'il faut diluer;
- x* le volume d'eau qu'il faut ajouter à chaque litre de moût pour le ramener à la densité *D*,

$$x = \frac{D - d}{d - 1,000}.$$

DOSAGE CHIMIQUE DU SUCRE DE RAISIN

Le dosage du sucre au moyen du densimètre et des tables que nous donnons plus haut présente sans doute une exactitude suffisante pour les besoins de la viticulture, car, au fond, il importe peu que le vin fait ait quelques dixièmes de degré alcoolique en plus ou en moins s'il est de bonne qualité; mais quand il s'agit de doser le sucre contenu dans le vin fait, cette constatation est extrêmement importante, car, nous l'avons déjà dit, les vins encore sucrés sont pour le négociant la source de nombreux déboires; non seulement ces vins douçâtres ne sont pas acceptés par la consommation française, mais ils sont sujets à une foule de maladies et de décompositions. Il suffirait, d'ailleurs, des nouvelles fermentations que le sucre subit dans le vin à chaque renouvellement de saison, à chaque changement de température, pour que le consommateur refuse une boisson toujours trouble et plus ou moins gazeuse ou piquante.

Quand nous parlerons du *dosage de la matière extractive du vin*, nous expliquerons que le sucre dissous dans le vin augmente d'une façon apparente le poids de son *extrait sec* et que, pour obtenir ce dernier avec exactitude il faut retrancher, du poids accusé par l'analyse, le poids de la matière saccharine pour que cette dernière ne puisse être assimilée aux sels, gommes et principes astringents qui constituent la matière extractive proprement dite.

La seule méthode chimique de dosage du sucre dont l'exactitude soit suffisante, tout en restant à la portée du viticulteur et du négociant, est celle qui repose sur l'action réductrice que le sucre exerce sur les sels de cuivre. Il est bien vrai qu'une telle analyse est plus complexe et plus délicate que la seule lecture d'un aréomètre; cependant, malgré sa complication apparente, nous ne la croyons pas au-dessus de l'habileté de nos négociants; plusieurs maisons importantes de Paris, auxquelles nous avons été heureux de l'enseigner, l'emploient déjà depuis plusieurs années. En tout cas, le dosage rigoureux du sucre contenu dans le vin est une des opérations fondamentales dont dépend la conservation du vin; dès qu'il n'existe pas d'autre méthode plus simple et plus exacte que celle que nous allons décrire, elle s'impose: il faut, bon gré mal gré, y recourir; nous la croyons

sera généralement employée; aussi nous développerons sa mise en œuvre avec tous les détails nécessaires et avec la plus grande clarté qui nous sera possible.

Instruments nécessaires pour l'analyse chimique du sucre:

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 11. Burette à soupape divisée par dixièmes de centimètre cube..... (Fig. 3, page 15). | 8 fr. |
| 12. Support à pinces, anneaux et tablette en faïence pour la burette et pour la capsule de porcelaine. (Fig. 3, page 15). | 12. » |
| 13. Capsule de porcelaine | » .75 |
| 14. Agitateur en verre..... | » .10 |
| 15. Lampe à alcool | 2.50 |
| 16. Bec de gaz remplaçant la lampe à alcool..... | 5. » |
| 17. Pipette-Filtre avec 100 disques de papier à filtrer. (Fig. 5, 6, 7, page 19.). | 3.50 |
| 18. Filtre à succion pour la décoloration du vin par le noir animal..... (Fig. 4, page 18.). | 30. » |
| 19. Carafe ou ballon jaugé 1 litre..... | 4. » |
| — — 250 cent. cubes (Fig. 2, page 15) | 2.50 |
| — — 200 — | 1.50 |
| 20. — — 100 — | 1.25 |
| 21. — — 50 — | 1. » |
| 22. Pipette jaugée 25 cent. cubes..... (Fig. 2, page 15) | 2.25 |
| — — 20 — | 2.25 |
| — — 10 — | 2. » |
| 23. Liquueur de Fehling , exactement titrée.... Le litre. | 12. » |
| 24. Noir animal pulvérisé et lavé..... Le kilo. | 2. » |
| 25. Potasse caustique en pastilles..... L'hecto. | 1. » |
| 26. Acide chlorhydrique pur..... — | » .50 |
| 27. Sirop de glucose Le kilo. | 1. » |
| L'appareil complet , comprenant l'ensemble de ces appareils et réactifs..... | 90. » |

On se sert pour cette analyse d'une liqueur préparée d'après la formule publiée jadis par M. Bareswill et modifiée depuis par M. Fehling. On prépare une première dissolution composée de:

34^{gr},64 sulfate de cuivre cristallisé sec et pur,
140^{gr}, eau distillée.

Puis une seconde dissolution renfermant:

187^{gr} tartrate de soude et de potasse (sel de Seignette pur),

On mélange les deux dissolutions et l'on complète, avec de l'eau distillée, le volume de 1 litre à la température de 15 degrés centigrades.

Ainsi composée, cette liqueur bleue est telle que 10 centimètres cubes sont décolorés par 0^{gr},05 de glucose ou sucre de raisin ou par 0^{gr},0475 de sucre de cannes; aussi est-ce en mesurant le volume de liquide sucré qu'il faut verser dans 10 centimètres cubes de cette liqueur bleue, pour obtenir leur décoloration, qu'on détermine la richesse saccharine du liquide expérimenté, étant donné que ce volume contient exactement 5 centigrammes de glucose quand les 10 centimètres cubes de liqueur de Fehling sont décolorés. Mais, pour que cette décoloration s'effectue exactement, il faut que la liqueur sucrée elle-même soit amenée à un degré convenable de dilution; celui qui convient le mieux correspond à 5 grammes de sucre environ par litre de liqueur.

Généralement les moûts de raisin sont beaucoup plus sucrés; aussi est-il nécessaire de les étendre d'eau dans une proportion assez considérable; d'autre part, la fabrication des vins mousseux doit doser le sucre contenu dans des vins ou des liqueurs qui contiennent des quantités de sucre très différentes; dès lors nous croyons devoir subdiviser cette instruction en plusieurs chapitres s'appliquant spécialement à toutes les opérations en usage dans la pratique vinicole.

ESSAI DU MOÛT DE RAISIN

On choisit quelques grappes de raisin dont l'état de maturité représente, aussi bien que possible, la composition moyenne de la vendange; on les écrase au-dessus d'une capsule, on filtre le moût et l'on en mesure, au moyen d'une pipette (fig. 2), 10 centimètres cubes qu'on verse dans un ballon dont le col porte un trait gravé représentant la capacité de 250 centimètres cubes; on remplit le ballon jusqu'au trait avec de l'eau, on agite en retournant le ballon sens dessus dessous, après en avoir fermé le col avec le doigt, et l'on obtient ainsi un liquide contenant 25 fois moins de sucre que le moût.

On remplit la burette B (fig. 3), jusqu'à la division 0, avec le moût ainsi étendu d'eau; on verse dans la capsule de porcelaine C, reposant sur l'anneau du support, 10 centimètres cubes de liqueur de Fehling, exactement mesurés au moyen d'une pipette; on y ajoute une quantité à peu près égale d'eau distillée, ainsi que deux ou trois pastilles de potasse caustique: on allume la lampe L, et on chauffe

moment on tourne légèrement la clef *d* de la burette et on laisse couler goutte à goutte le liquide sucré dans la capsule.

La liqueur bleue ne tarde pas à changer d'apparence; sous l'action du sucre il se forme un nuage verdâtre, puis jaune orangé, qui se précipite ensuite sous forme de poudre rouge (1). En agitant le mélange au moyen d'une baguette de verre, on remarque bientôt que la couleur bleue, laissant voir, par transparence, le fond rougi de la capsule, paraît violacée; si l'on éloigne la lampe pendant quelques instants pour faire cesser l'ébullition, le précipité rouge se rassemble

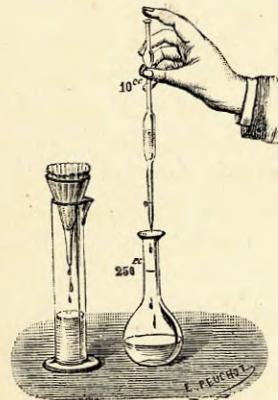


Fig. 2.

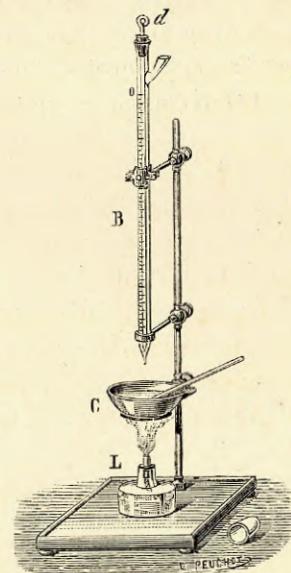


Fig. 3.

au fond de la capsule; on peut voir alors que la couche de liquide qui touche le contour de la capsule conserve une couleur bleue, mais beaucoup plus claire. On verse de nouveau quelques gouttes de liquide sucré, en ayant soin de faire bouillir le liquide et en agitant avec la baguette de verre; on remarque enfin, après quelques instants de repos, que la teinte bleue disparaît complètement.

La disparition complète de toute couleur bleue constituant le terme de l'opération doit être saisie avec une grande exactitude; il importe dès lors, non seulement de l'atteindre entièrement, mais aussi de ne pas la dépasser; il ne faut donc verser les dernières gouttes de liquide sucré qu'avec précaution, en vérifiant, après chaque addition, l'apparence de la capsule. On constate la fin de l'opération quand les contours de la capsule, ayant perdu toute

nuance bleuâtre, sont incolores et n'ont pas encore atteint une coloration jaune clair d'abord, puis jaune d'or, car il ne faut jamais pousser jusqu'à la couleur jaune même la plus claire. Ajoutons que l'opération doit être conduite assez lestement : il ne faut pas trop attendre, entre chaque addition de liqueur sucrée, ni interrompre trop longtemps l'ébullition, car, en se refroidissant, le mélange contenu dans la capsule peut redissoudre du cuivre et reprendre une coloration bleuâtre qui fausserait le résultat de l'analyse.

On note, sur la division de la burette B, le volume de liquide sucré qu'il a fallu verser dans la capsule pour obtenir la décoloration des 10 centimètres cubes de liqueur de Fehling; supposons que ce soit 8^{cc},4; on cherche dans la première colonne verticale de la Table III (DOSAGE DU SUCRE PAR L'ANALYSE CHIMIQUE) (1) le chiffre 8^{cc},4, et dans la seconde colonne, portant le titre *Sucre de raisin, grammes par litre*, on trouve 5,95, ce qui veut dire que le liquide sucré qu'on a versé dans la capsule contient 5 grammes et 95 centigrammes de sucre de raisin par litre; mais nous nous rappelons que ce liquide est 25 fois moins sucré que le moût, puisque ce dernier a été étendu de 25 fois son volume d'eau : par suite, il faut multiplier 5^{gr},95 par 25, ce qui donne 148^{gr},75 pour le poids du sucre contenu dans un litre de moût.

Il ne faut pas, cependant, accorder à ce chiffre 148^{gr},75 une valeur absolue, car presque tous les vins, même ceux qui, contenant peu d'alcool, ont dû accomplir leur complète fermentation, accusent encore, quand on les analyse par le procédé chimique que nous venons de décrire, la présence d'une petite quantité de sucre. Les vins les plus secs, ceux dans lesquels la dégustation ne reconnaît plus aucun principe sucré, réduisent la liqueur de Fehling comme s'ils contenaient encore un ou deux grammes de sucre par litre. Les chimistes les plus autorisés ne sont pas d'accord sur la nature des principes qui, dans les vins fermentés, réduisent ainsi les sels de cuivre. Les uns prétendent que le moût fermenté suivant les procédés actuels de la viticulture n'est pas entièrement transformé par le ferment et que le vin contient toujours des traces de sucre; d'autres attribuent cette faible action du vin sur la liqueur de Fehling à des principes propres au vin, et autres que le sucre auxquels ils appliquent le nom de *sels réducteurs*. Quoi qu'il en soit de ces hypothèses, nous conseillons de retrancher de tous les résultats fournis par l'analyse chimique le poids de 1^{gr},5 de sucre, que nous appellerons *action de la matière réductrice*. De sorte que les 148^{gr},75 que nous a fournis l'exemple

précédent étant diminués de 1^{gr},5, il nous reste 147^{gr},25 de sucre fermentescible et utilisable par litre de moût.

DOSAGE DU SUCRE DANS LE VIN FAIT

Si la richesse saccharine du moût n'a pas dépassé les limites que nous avons signalées plus haut, si le vin fait ne contient pas plus de 10 à 12 % d'alcool, il ne doit plus contenir de sucre.

Nous supposons que le vin que nous allons expérimenter est d'origine méridionale et qu'à ce titre il contienne encore quelques grammes de sucre, admettons qu'il en renferme encore de 3 à 6 grammes par litre. Nous emploierons ce vin à l'état pur et sans l'allonger d'eau, car 3 à 6 grammes par litre est la richesse saccharine qui convient le mieux pour le liquide qu'il faut verser directement dans la liqueur de Fehling. Mais ce vin est coloré; qu'il soit rouge ou blanc, peu importe, il n'en contient pas moins une certaine proportion de matière colorante qui lui a été cédée par la pulpe du raisin pendant la fermentation; or cette matière colorante, qui devient verdâtre par l'action de l'alcali contenu dans la liqueur de Fehling, gêne l'opération, elle rend le moment de la décoloration très incertain. Il faut, avant toute autre opération, décolorer le vin : c'est ce que nous allons faire au moyen d'un appareil spécial que nous appelons *filtre à suction*.

Ce filtre (fig. 4) se compose de trois parties distinctes : 1° l'entonnoir filtre A B; 2° le flacon réceptif F, et 3° la pompe aspirante P. On sépare le corps cylindrique A de l'entonnoir B en desserrant les trois écrous *e*, on introduit une feuille de papier à filtrer entre le corps cylindrique et l'entonnoir, on serre les écrous et on fixe l'entonnoir au moyen du bouchon de caoutchouc sur le flacon F. On verse dans le filtre une mesure M de noir animal pulvérisé (1), on mélange avec le noir 50 centimètres cubes du vin à essayer, on agite au moyen d'une baguette de verre et on laisse filtrer. Si on laissait le vin filtrer naturellement au travers du noir, l'opération serait fort longue; aussi, pour aller plus vite, on adapte à la tubulure du flacon un bouchon de caoutchouc relié à la pompe aspirante P. En mettant le piston de la pompe en mouvement, on aspire l'air contenu dans le flacon; la pression atmosphérique comprime le vin sur le noir et active la filtration, aussi le vin passe-t-il instantanément dans le flacon.

Le vin recueilli dans le flacon F est parfaitement incolore; mais,

(1) Cette table a été calculée par M. Violette et publiée dans son ouvrage.

par le fait de son passage au travers du noir, il a perdu une certaine proportion de son sucre, lequel a été absorbé par le noir lui-même. On rejette ce vin appauvri, et, sans rien changer au noir dont le filtre est chargé, noir qui maintenant est saturé de sucre et n'en absorbera pas davantage, on verse de nouveau sur le filtre 50 centimètres cubes de vin, on aspire au moyen de la pompe P, et le vin, qui tombe maintenant dans le flacon F, est recueilli, car il est décoloré sans avoir subi aucune modification dans sa richesse saccharine. C'est avec ce vin que nous allons opérer. Nous avons dit que ce vin, ne contenant que quelques grammes de sucre par litre, pouvait être employé pur; dès lors nous en remplissons la burette B (fig. 3) jusqu'à la division 0. Nous versons 10 centimètres cubes de liqueur de

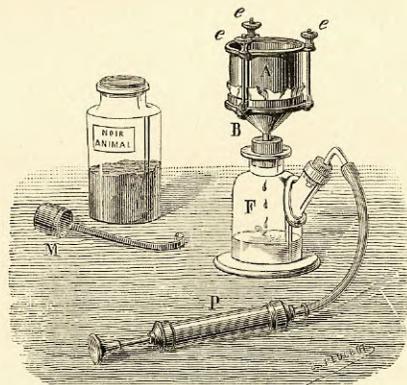


Fig. 4.

Fehling dans la capsule de porcelaine, nous y ajoutons autant d'eau distillée, 2 ou 3 pastilles de potasse caustique, nous faisons bouillir et, lors de l'ébullition, nous laissons couler goutte à goutte dans la capsule le vin contenu dans la burette jusqu'à la disparition complète de la couleur bleue, ainsi que nous l'avons expliqué dans le chapitre précédent.

Supposons qu'il ait fallu verser 10^{cc},5 de vin dans la capsule : nous cherchons dans la Table III et dans la seconde colonne *glucose ou sucre de raisin*; en face le chiffre 10,5 de la première colonne nous trouvons 4^{gr},76, ce qui veut dire que le vin soumis à l'expérience contient encore 4 grammes et 76 centigrammes de sucre par litre. Mais, pour que ce chiffre soit plus rigoureux et applicable au sucre fermentescible, il convient d'en déduire 1^{gr},5 pour l'action de la matière réductrice, ainsi que nous l'avons dit plus haut, et il nous reste 4,76 — 1,50 = 3^{gr},26 de sucre fermentescible par litre de vin.

souvent, mais il arrive quelquefois que la réaction du vin sur la liqueur bleue ne se produit pas aussi facilement; nous voulons parler du moment précis de la disparition de la couleur bleue, lequel n'est pas toujours facile à saisir; il arrive parfois que le vin, par sa propre composition (1), donne au précipité rouge d'oxydure de cuivre une ténuité, une forme floconneuse qui le maintient en suspension au sein du liquide, de sorte que, la poudre rouge ne se précipitant pas au fond de la capsule, le liquide ne s'éclaircit pas et il est impossible de distinguer s'il est vert, bleu ou blanc; c'est alors qu'il faut recourir à un petit artifice qui vient à bout de cette difficulté: on a recours à la *pipette-filtre* que nous allons décrire :

Ce petit appareil se compose d'une sorte de pipe en verre dont le fourneau *a* (fig. 5) se ferme au moyen de papier à filtrer; on serre

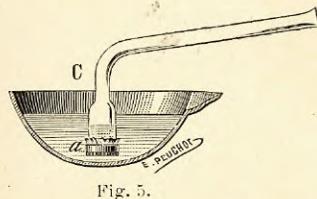


Fig. 5.

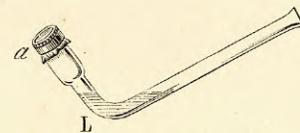


Fig. 6.

sur son orifice deux disques superposés de papier à filtrer fin, au moyen de l'anneau *a*. Quand la liqueur bleue ne s'éclaircit pas, on plonge le filtre de la pipette au sein de la capsule (fig. 5) et on l'en retire quelques instants après. Il s'est introduit dans le fourneau de la pipe, au travers du papier, quelques gouttes de liquide qui sont bien claires et privées de poudre rouge; on relève la pipette, on la retourne dans la position de la figure 6 et le peu de liquide filtré s'écoulant dans la courbure L laisse voir la véritable couleur de la liqueur. Si la teinte est encore bleue, on incline la pipette au-dessus de la capsule

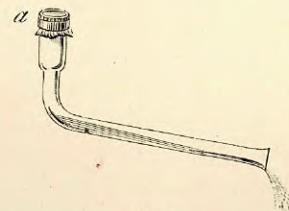


Fig. 7.

pour que le liquide qu'elle contient s'échappe par le tuyau (fig. 7), et on recommence une nouvelle addition de vin dans la capsule jusqu'à

(1) Il semble que ce soit à la matière organique albumineuse ou gélatineuse, connue

ce que la pipette-filtre indique que le contenu de la capsule n'est plus bleu et n'est pas encore jaune.

Notons, pour prévenir toute erreur, que certains papiers à filtrer réduisant par eux-mêmes légèrement les sels de cuivre, il ne faut pas s'en rapporter à la couleur prise par les premières gouttes de liquide qui ont passé dans la pipette, ces premières gouttes peuvent apparaître plus jaunes que de raison; il faut les rejeter dans la capsule et recommencer une nouvelle filtration qui, elle, n'est plus influencée par l'action réductrice du papier, car ce dernier perd bien vite son action sur la liqueur de Fehling.

DOSAGE DU SUCRE DANS LES VINS SECS

Nous appelons *vins secs* tous ceux dont la fermentation est complètement achevée et qui, par suite, ne contiennent plus de sucre. D'après ce que nous avons dit plus haut, il n'est guère de vins qui, analysés à la liqueur de Fehling, ne décèlent aucune trace de sucre ou du moins qui ne réduisent pas du tout la liqueur cuivrique. Évidemment ce sont ceux qui indiquent le moindre *pouvoir réducteur* qui doivent être considérés comme les moins sucrés et qui sont, par cela même, le plus à l'abri de nouvelles fermentations. Nous avons déjà dit que l'action de la matière réductrice propre au vin pouvait être comparée à celle de 1^{gr},5 environ de sucre par litre. Pour analyser ces vins si pauvres en sucre on ne peut les employer purs : pour décolorer 10 centimètres cubes de liqueur de Fehling, il faudrait en verser dans la capsule une trop grande quantité. Il convient, non pas de les diluer, mais, au contraire, de leur ajouter du sucre, et voici comment on procède :

On prépare, au préalable, une liqueur sucrée auxiliaire composée de 10 grammes environ de sirop de glucose (1) dissous dans 1 litre d'eau environ. Cette liqueur sucrée, qui n'a pas besoin d'être composée avec précision, doit, au contraire, être *titrée* avec une grande rigueur, et pour cela on procédera ainsi que nous l'avons dit pour l'essai du moût (voir page 14); on introduit cette eau sucrée dans la burette jusqu'à la division 0 et sans avoir besoin de la diluer davantage ni de la décolorer; on fait bouillir 10 centimètres cubes de liqueur de Fehling versés dans la capsule de porcelaine, on y ajoute autant d'eau et 2 pastilles de potasse et on les décolorer en y laissant couler goutte à goutte l'eau sucrée. La décoloration s'effectue tou-

jours très régulièrement et le moment de la disparition de la couleur bleue est très facile à saisir.

Supposons qu'il faille 8^{cc},2 d'eau sucrée pour obtenir la décoloration : la table III nous fait savoir que ce liquide sucré contient 6^{gr},10 de glucose par litre. Après cette opération préalable, on décolorer au noir animal 50 centimètres cubes du vin soumis à l'analyse, en opérant ainsi que nous l'avons expliqué page 17. Puis on procède à la décoloration de 10 centimètres cubes de liqueur de Fehling. Quand cette dernière est en ébullition, on y verse 10 centimètres cubes de vin décoloré, on ramène l'ébullition et l'on observe l'apparence de la capsule; généralement la teinte bleue n'a pas entièrement disparu; c'est alors qu'intervient la liqueur sucrée auxiliaire. La burette étant remplie jusqu'au 0 avec cette liqueur, on la fait couler goutte à goutte dans la capsule, et, si le liquide ne s'éclaircit pas convenablement, on a recours à la *pipette-filtre*, ainsi qu'il a été dit page 19. Enfin, quand le cuivre est entièrement précipité et que le contenu de la capsule ne présente plus de couleur bleue et pas encore de teinte jaune, on lit sur la burette le volume de liqueur sucrée auxiliaire qui a été versé, soit 3^{cc},6.

Pour déduire des chiffres que nous venons d'obtenir le poids de sucre de raisin contenu dans un litre de vin, il faut calculer comme il suit : soit x le poids de sucre contenu dans un litre de vin; 5^{gr},0 le poids de glucose contenu dans un litre d'un vin dont 10 centimètres cubes décolorent 10 centimètres cubes de liqueur de Fehling; 6^{gr},10 la richesse saccharine de la liqueur auxiliaire; 3^{cc},6 le volume de liqueur auxiliaire qu'il a fallu verser pour obtenir la décoloration des 10 centimètres cubes de liqueur de Fehling; 10 centimètres cubes le volume de vin sur lequel on a opéré :

$$x = 5,0 - \frac{6,10 \times 3,6}{10} = 2^{\text{gr}},8.$$

Ce qui revient à :

multiplier 6^{gr},10 par 3,6 = 21,96,
diviser 21,96 par 10 = 2,196,
et retrancher 2,196 de 5,0 = 2^{gr},8.

Et enfin, si nous déduisons de 2^{gr},8 le chiffre de 1^{gr},5 que nous appliquons à la matière dite réductrice, il nous reste 1^{gr},3 de sucre fermentescible contenu dans un litre de vin.

ESSAI DU MOÛT OU DU VIN SUCRÉ ARTIFICIELLEMENT

La vendange reçoit souvent une addition de sucre devant corriger le défaut de maturité, trop fréquent, hélas! dans nos vignobles de France; quand on veut analyser un moût ayant été sucré, il faut modifier légèrement la manière d'opérer.

Le sucre, ainsi ajouté au moût, est presque toujours du sucre cristallisable qui se change en sucre de raisin par l'effet des acides que contient le moût, mais qu'il faut transformer en ce même sucre incristallisable avant l'emploi de la liqueur de Fehling; opération qui constitue l'*inversion*.

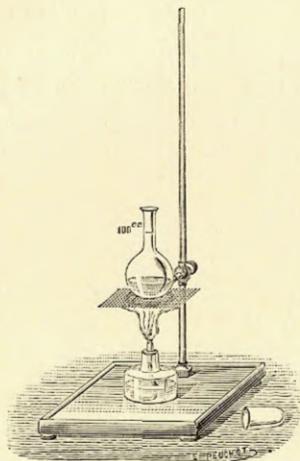


Fig. 8.

Inversion. — Le cuivre qui est dissous dans la liqueur de Fehling et qui lui donne sa couleur bleue n'est précipité que par le *sucre de raisin* ou *glucose*. Le sucre de cannes ou *sucre cristallisable*, comme on l'appelle aussi, est sans action sur la liqueur bleue; il en résulte que l'analyse chimique d'un moût ayant reçu une addition de sucre cristallisable n'accuse que la proportion de sucre incristallisable fourni par la vigne. Pour obtenir, par cette analyse, la totalité des deux sucres, il faut transformer le sucre cristallisable en *glucose* ou *sucre de raisin incristallisable* au moyen de l'*inversion* (1).

(1) Les mots *inversion* et *interverti* proviennent du changement que le sucre cristallisable éprouve dans son action sur la lumière polarisée: avant l'inversion, ce sucre faisait tourner à droite le plan de polarisation de la lumière, tandis qu'après l'inversion...

Voici comment on procède :

Quand les 10 centimètres cubes de moût sur lesquels on doit opérer sont versés dans le ballon de 250 centimètres cubes, on y ajoute 4 ou 5 gouttes d'acide chlorhydrique fumant, pur et concentré; on pose le ballon sur l'anneau du support (fig. 8), en ayant soin d'intercaler, entre l'anneau et le fond du ballon, une toile métallique qui modère l'action de la flamme, et l'on amène le moût à l'ébullition en le laissant bouillir pendant trois minutes. Après cette simple opération, le sucre cristallisable ajouté au moût est *interverti*, c'est-à-dire qu'il est transformé en sucre de raisin. Quand le ballon est refroidi, on le remplit jusqu'au trait de jauge, 250 centimètres cubes, avec de l'eau distillée, on agite le liquide en retournant le ballon sens dessus dessous après en avoir fermé le col avec le doigt, et enfin on termine l'opération comme nous l'avons dit dans le chapitre précédent.

Supposons qu'il ait fallu verser 7^{cc},2 de liquide interverti puis dilué au 25^e pour décolorer les 10 centimètres cubes de liqueur bleue. Nous cherchons, dans la première colonne de la Table III du *Dosage du sucre par l'analyse chimique*, le chiffre 7^{cc},2, et, en face, dans la seconde colonne de la même table, portant le titre : *glucose ou sucre de raisin, grammes par litre*, nous trouvons 6^{gr},94, ce qui veut dire qu'un litre du liquide dilué contient une quantité de sucre équivalente à 6^{gr},94 de sucre par litre, et $6^{\text{gr}},94 \times 25 = 173^{\text{gr}},5$ de matière réductrice par litre; en outre, $173^{\text{gr}},5 - 1^{\text{gr}},5$ pour l'action des sels réducteurs, nous laisse 172 grammes de sucre fermentescible par litre de vin.

TABLE III

Dosage du sucre par l'analyse chimique.

(10^{cc} liqueur de Fehling = 0 gr. 05 glucose ou 0 gr. 0475 de sucre cristallisable).

| Nombre de cent. cubes de liqueur sucrée. | Glucose ou sucre de raisin, grammes par litre. | Sucre de cannes, grammes par litre. | Nombre de cent. cubes de liqueur sucrée. | Glucose ou sucre de raisin, grammes par litre. | Sucre de cannes, grammes par litre. |
|------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 0,50 | 100,00 | 95,00 | 4,0 | 12,50 | 11,87 |
| 0,55 | 90,91 | 86,36 | 4,1 | 12,19 | 11,58 |
| 0,60 | 83,33 | 79,17 | 4,2 | 11,90 | 11,31 |
| 0,65 | 76,92 | 73,08 | 4,3 | 11,63 | 11,05 |
| 0,70 | 71,26 | 67,86 | 4,4 | 11,36 | 10,79 |
| 0,75 | 66,67 | 63,33 | 4,5 | 11,11 | 10,56 |
| 0,80 | 62,50 | 59,37 | 4,6 | 10,87 | 10,33 |
| 0,85 | 58,82 | 55,88 | 4,7 | 10,64 | 10,11 |
| 0,90 | 55,55 | 52,78 | 4,8 | 10,42 | 9,89 |
| 0,95 | 52,63 | 50,00 | 4,9 | 10,20 | 9,69 |
| 1,0 | 50,00 | 47,50 | 5,0 | 10,00 | 9,50 |
| 1,1 | 45,45 | 43,18 | 5,1 | 9,80 | 9,31 |
| 1,2 | 41,67 | 39,58 | 5,2 | 9,61 | 9,13 |
| 1,3 | 38,46 | 36,54 | 5,3 | 9,43 | 8,96 |
| 1,4 | 35,71 | 33,93 | 5,4 | 9,26 | 8,80 |
| 1,5 | 33,33 | 31,67 | 5,5 | 9,09 | 8,64 |
| 1,6 | 31,25 | 29,69 | 5,6 | 8,93 | 8,48 |
| 1,7 | 29,41 | 27,94 | 5,7 | 8,77 | 8,33 |
| 1,8 | 27,78 | 26,39 | 5,8 | 8,62 | 8,19 |
| 1,9 | 26,32 | 25,00 | 5,9 | 8,47 | 8,05 |
| 2,0 | 25,00 | 23,75 | 6,0 | 8,33 | 7,92 |
| 2,1 | 23,81 | 22,62 | 6,1 | 8,20 | 7,79 |
| 2,2 | 22,73 | 21,59 | 6,2 | 8,06 | 7,66 |
| 2,3 | 21,74 | 20,65 | 6,3 | 7,94 | 7,54 |
| 2,4 | 20,83 | 19,79 | 6,4 | 7,81 | 7,42 |
| 2,5 | 20,00 | 19,00 | 6,5 | 7,69 | 7,34 |
| 2,6 | 19,23 | 18,27 | 6,6 | 7,57 | 7,20 |
| 2,7 | 18,52 | 17,59 | 6,7 | 7,46 | 7,09 |
| 2,8 | 17,86 | 16,96 | 6,8 | 7,35 | 6,98 |
| 2,9 | 17,24 | 16,38 | 6,9 | 7,25 | 6,88 |
| 3,0 | 16,67 | 15,83 | 7,0 | 7,14 | 6,78 |
| 3,1 | 16,13 | 15,32 | 7,1 | 7,04 | 6,69 |
| 3,2 | 15,62 | 14,84 | 7,2 | 6,94 | 6,60 |
| 3,3 | 15,15 | 14,39 | 7,3 | 6,85 | 6,51 |
| 3,4 | 14,71 | 13,97 | 7,4 | 6,76 | 6,42 |
| 3,5 | 14,29 | 13,57 | 7,5 | 6,67 | 6,33 |
| 3,6 | 13,89 | 13,19 | 7,6 | 6,58 | 6,25 |
| 3,7 | 13,51 | 12,84 | 7,7 | 6,49 | 6,17 |
| 3,8 | 13,16 | 12,50 | 7,8 | 6,41 | 6,09 |
| 3,9 | 12,83 | 12,18 | 7,9 | 6,33 | 6,01 |

| Nombre de cent. cubes de liqueur sucrée. | Glucose ou sucre de raisin, grammes par litre. | Sucre de cannes, grammes par litre. | Nombre de cent. cubes de liqueur sucrée. | Glucose ou sucre de raisin, grammes par litre. | Sucre de cannes, grammes par litre. |
|------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 8,0 | 6,25 | 5,94 | 13,0 | 3,85 | 3,65 |
| 8,1 | 6,17 | 5,86 | 13,1 | 3,82 | 3,63 |
| 8,2 | 6,10 | 5,79 | 13,2 | 3,79 | 3,60 |
| 8,3 | 6,02 | 5,72 | 13,3 | 3,76 | 3,57 |
| 8,4 | 5,95 | 5,65 | 13,4 | 3,73 | 3,54 |
| 8,5 | 5,88 | 5,59 | 13,5 | 3,70 | 3,52 |
| 8,6 | 5,81 | 5,52 | 13,6 | 3,68 | 3,49 |
| 8,7 | 5,75 | 5,46 | 13,7 | 3,65 | 3,47 |
| 8,8 | 5,68 | 5,40 | 13,8 | 3,62 | 3,44 |
| 8,9 | 5,62 | 5,34 | 13,9 | 3,60 | 3,42 |
| 9,0 | 5,55 | 5,28 | 14,0 | 3,57 | 3,39 |
| 9,1 | 5,49 | 5,22 | 14,1 | 3,55 | 3,37 |
| 9,2 | 5,43 | 5,16 | 14,2 | 3,52 | 3,34 |
| 9,3 | 5,38 | 5,11 | 14,3 | 3,50 | 3,32 |
| 9,4 | 5,32 | 5,05 | 14,4 | 3,47 | 3,30 |
| 9,5 | 5,26 | 5,00 | 14,5 | 3,45 | 3,27 |
| 9,6 | 5,21 | 4,95 | 14,6 | 3,42 | 3,25 |
| 9,7 | 5,15 | 4,90 | 14,7 | 3,40 | 3,23 |
| 9,8 | 5,10 | 4,85 | 14,8 | 3,38 | 3,21 |
| 9,9 | 5,05 | 4,80 | 14,9 | 3,35 | 3,19 |
| 10,0 | 5,00 | 4,75 | 15,0 | 3,33 | 3,17 |
| 10,1 | 4,95 | 4,70 | 15,1 | 3,31 | 3,14 |
| 10,2 | 4,90 | 4,66 | 15,2 | 3,29 | 3,12 |
| 10,3 | 4,85 | 4,61 | 15,3 | 3,27 | 3,10 |
| 10,4 | 4,81 | 4,57 | 15,4 | 3,25 | 3,08 |
| 10,5 | 4,76 | 4,52 | 15,5 | 3,22 | 3,06 |
| 10,6 | 4,72 | 4,48 | 15,6 | 3,20 | 3,04 |
| 10,7 | 4,67 | 4,44 | 15,7 | 3,18 | 3,02 |
| 10,8 | 4,63 | 4,40 | 15,8 | 3,16 | 3,01 |
| 10,9 | 4,59 | 4,36 | 15,9 | 3,14 | 2,99 |
| 11,0 | 4,54 | 4,32 | 16,0 | 3,12 | 2,97 |
| 11,1 | 4,50 | 4,27 | 16,1 | 3,10 | 2,95 |
| 11,2 | 4,46 | 4,24 | 16,2 | 3,09 | 2,93 |
| 11,3 | 4,42 | 4,20 | 16,3 | 3,07 | 2,91 |
| 11,4 | 4,39 | 4,17 | 16,4 | 3,05 | 2,90 |
| 11,5 | 4,35 | 4,13 | 16,5 | 3,03 | 2,88 |
| 11,6 | 4,31 | 4,09 | 16,6 | 3,01 | 2,86 |
| 11,7 | 4,27 | 4,06 | 16,7 | 2,99 | 2,84 |
| 11,8 | 4,24 | 4,02 | 16,8 | 2,98 | 2,83 |
| 11,9 | 4,20 | 3,99 | 16,9 | 2,96 | 2,81 |
| 12,0 | 4,17 | 3,96 | 17,0 | 2,94 | 2,79 |
| 12,1 | 4,13 | 3,92 | 17,1 | 2,92 | 2,78 |
| 12,2 | 4,10 | 3,89 | 17,2 | 2,91 | 2,76 |
| 12,3 | 4,06 | 3,86 | 17,3 | 2,89 | 2,74 |
| 12,4 | 4,03 | 3,83 | 17,4 | 2,87 | 2,73 |
| 12,5 | 4,00 | 3,80 | 17,5 | 2,86 | 2,71 |
| 12,6 | 3,97 | 3,77 | 17,6 | 2,84 | 2,70 |
| 12,7 | 3,94 | 3,74 | 17,7 | 2,82 | 2,68 |
| 12,8 | 3,91 | 3,71 | 17,8 | 2,81 | 2,67 |

| Nombre de cent. cubes de liqueur sucrée. | Glucose ou sucre de raisin, grammes par litre. | Sucre de cannes, grammes par litre. | Nombre de cent. cubes de liqueur sucrée. | Glucose ou sucre de raisin, grammes par litre. | Sucre de cannes, grammes par litre. |
|------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 18,0 | 2,78 | 2,64 | 30,0 | 1,67 | 1,58 |
| 18,1 | 2,76 | 2,62 | 31,0 | 1,61 | 1,53 |
| 18,2 | 2,75 | 2,61 | 32,0 | 1,56 | 1,48 |
| 18,3 | 2,73 | 2,59 | 33,0 | 1,51 | 1,44 |
| 18,4 | 2,72 | 2,58 | 34,0 | 1,47 | 1,40 |
| 18,5 | 2,70 | 2,57 | 35,0 | 1,43 | 1,36 |
| 18,6 | 2,69 | 2,55 | 36,0 | 1,39 | 1,32 |
| 18,7 | 2,67 | 2,54 | 37,0 | 1,35 | 1,28 |
| 18,8 | 2,66 | 2,53 | 38,0 | 1,31 | 1,25 |
| 18,9 | 2,64 | 2,51 | 39,0 | 1,28 | 1,22 |
| 19,0 | 2,63 | 2,50 | 40,0 | 1,25 | 1,19 |
| 19,1 | 2,62 | 2,49 | 41,0 | 1,22 | 1,16 |
| 19,2 | 2,60 | 2,47 | 42,0 | 1,19 | 1,13 |
| 19,3 | 2,59 | 2,46 | 43,0 | 1,16 | 1,10 |
| 19,4 | 2,58 | 2,45 | 44,0 | 1,14 | 1,08 |
| 19,5 | 2,56 | 2,44 | 45,0 | 1,11 | 1,05 |
| 19,6 | 2,55 | 2,42 | 46,0 | 1,09 | 1,03 |
| 19,7 | 2,54 | 2,41 | 47,0 | 1,06 | 1,01 |
| 19,8 | 2,52 | 2,40 | 48,0 | 1,04 | 0,99 |
| 19,9 | 2,51 | 2,39 | 49,0 | 1,02 | 0,97 |
| 20,0 | 2,50 | 2,37 | | | |
| 21,0 | 2,38 | 2,26 | | | |
| 22,0 | 2,27 | 2,16 | | | |
| 23,0 | 2,17 | 2,06 | | | |
| 24,0 | 2,08 | 1,98 | | | |
| 25,0 | 2,00 | 1,90 | | | |
| 26,0 | 1,92 | 1,83 | | | |
| 27,0 | 1,83 | 1,76 | | | |
| 28,0 | 1,78 | 1,70 | | | |
| 29,0 | 1,72 | 1,64 | | | |

DOSAGE DU SUCRE DANS LES VINS FALSIFIÉS

Le procédé de dosage du sucre que nous venons de décrire suffit, dans tous les cas, pour déterminer avec une précision suffisante la proportion de sucre pur contenu dans le vin, qu'il s'agisse de sucre de raisin provenant de la vendange elle-même ou de sucre cristallisable ajouté au moût ou au vin pour en rehausser le degré, en un mot, quand on opère sur du vin pur ou n'ayant subi que le sucrage reconnu comme utile et légal. Mais le vin peut avoir été, par raison d'économie, sucré au moyen de glucose, ou, pis encore, il peut avoir reçu l'addition de corps étrangers au vin tels que la dextrine afin d'augmenter le poids apparent de son extrait sec. Pour constater

plus délicates et d'une application plus difficile : c'est ainsi que les chimistes sont conduits à mesurer le pouvoir rotatoire du vin sur la lumière polarisée et à faire usage du *Polarimètre*.

La saccharimétrie optique, appliquée à l'analyse vinicole, a suivi l'emploi de cette méthode pour l'analyse des bières; les premiers travaux publiés à ce sujet sont dûs à Neubauer. D'autres chimistes français, parmi lesquels nous citerons : MM. Ch. Girard, Portes et Tony-Garcin, ont publié les résultats de recherches analogues (1); mais il faut reconnaître que le degré d'exactitude de la polarimétrie n'est pas encore exactement connu; la valeur, seulement qualitative de ses indications, ne reçoit pas de tous les chimistes une interprétation identique; de sorte qu'il nous est impossible de recommander un mode opératoire absolument efficace. Dans ces conditions, nous nous contenterons d'insérer ici un résumé du récent mémoire de M. Tony-Garcin. Ce travail, dont nous laissons à l'auteur toute la responsabilité, nous semble assez bien résumer la mise en œuvre de cette nouvelle méthode et fixer la valeur qu'il convient d'attribuer à ses résultats.

« Le sucrage des moûts au moyen de sucre de cannes ou de betteraves (saccharose) et avec des glucoses, l'addition aux vins de sucre pur, de sirop de glucose ou de dextrine pour augmenter leur richesse extractive apparente, etc., ont fait introduire dans cette boisson des quantités considérables de ces substances.

« Il nous est impossible de développer, dans cette courte notice, les principes théoriques qui servent de base à l'étude complète de l'analyse saccharimétrique du vin; nous nous bornerons aux indications pratiques, renvoyant ceux de nos lecteurs qui voudront plus de détails, à un mémoire plus complet sous presse en ce moment.

« On peut, au moyen de la liqueur de Fehling, reconnaître et doser le sucre de canne et les dextrines ajoutées au vin. Pour cela, on dose d'abord le sucre réducteur du vin ainsi qu'il a été dit dans le chapitre précédent (page 17), puis on recommence l'analyse sur le même vin après lui avoir fait subir l'inversion (page 22).

« Si la teneur en sucre réducteur n'a pas varié, on conclut à l'absence de tout sucre interversible, et en particulier de sucre de canne en nature. Dans le cas contraire, l'augmentation constatée multipliée par le coefficient 0,95 donne, évaluée en sucre de canne, la quantité de sucre interversible ajoutée.

(1) Neubauer, *Chimie des Weines*, Wiesbaden, 1879. — Ch. Girard, *Documents sur les travaux du Laboratoire municipal*, 1882, p. 107. — Portes, *Journal des Nouveaux Remèdes*, 1885, pp. 20, 42 et 88. — Tony-Garcin, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CIV, p. 1000.

« Un vin naturel ne contient pas de sucre interversible. Le sucre de canne ajouté à la vendange s'intervertit par l'action du ferment, et n'est pas révélé par le dosage ci-dessus. Le sucre de canne ajouté au vin fait ne s'intervertit que partiellement par l'action des acides organiques du vin, on le retrouve en majeure partie par ce dosage.

« Pour trouver les dextrines et les doser, on opère de la manière suivante : à 50 centimètres cubes du vin décoloré par le noir, on ajoute 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique, et l'on chauffe pendant quatre heures en tube scellé ou mieux dans le flacon à pression de Marcker, au bain d'huile à la température de 120 à 150 degrés. Après ce temps, la saccharification de la dextrine est complète, on dose alors de nouveau le sucre réducteur dans le liquide ramené à son volume primitif de 50 centimètres cubes. Le poids de la dextrine se traduit par une augmentation *sur le dosage fait après inversion*; en multipliant cette augmentation (évaluée en glucose) par le coefficient 0,9, on obtient le poids de la dextrine que contenait le vin.

« Au lieu de chauffer quatre heures sous pression, on peut chauffer pendant huit heures dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant : le résultat est le même.

« Il arrive souvent, dans cette opération, que le liquide brunit par suite de la formation de composés colorés (acide glucique, acide mélassique, produits ulmiques, etc.); il est alors nécessaire de le décolorer de nouveau par le noir animal. Dans ce cas le dosage ne présente pas la même certitude, parce qu'une partie de l'hydrate de carbone a été éliminée par le noir à l'état de produits colorants.

« Nous avons constaté qu'on peut encore, pour la saccharification de la dextrine, remplacer l'acide chlorhydrique par l'acide oxalique, on évite ainsi la formation des produits colorés. Mais ce mode d'opération exige que l'acide oxalique soit éliminé avant le dosage par la liqueur de Fehling. Nous employons pour cela un excès de carbonate de chaux précipité pur, ajouté au liquide saccharifié, nous laissons la saturation s'opérer, nous filtrons, lavons le précipité à l'eau distillée, et nous ramenons le liquide à un volume connu dans un flacon jaugé. Il est presque inutile de dire que le calcul de la quantité de dextrine se fait de la même manière dans les deux modes d'opérer.

« L'emploi de la liqueur de Fehling, tel que nous venons de le décrire, ne décèle pas l'addition, au vin, de glucose commercial, c'est-à-dire provenant de la fécule; ce glucose est totalisé, sans distinction, avec le sucre *naturel* du vin, dans le dosage du sucre réducteur. C'est surtout en vue de la recherche du glucose que l'emploi

part, cet instrument permet de déceler et de doser le sucre interversible aussi rapidement que la liqueur de Fehling, mais avec moins de certitude; enfin il peut, sans passer par la saccharification, opération longue et pénible, déceler l'absence ou la présence de la dextrine en certaine quantité.

« L'emploi du polarimètre est relativement facile pour qui veut y accorder quelque attention; chaque instrument livré par le constructeur est accompagné d'une notice pratique pour sa manipulation; nous y renvoyons les opérateurs.

« Dans l'application spéciale de l'analyse des vins, nous nous bornerons à ajouter les indications suivantes :

« Si l'on emploie le polarimètre à lumière jaune et les tubes de 20 centimètres de longueur, on peut se dispenser de décolorer le vin complètement; une *légère* teinte jaune rosée, laissée au vin, ajoute même à la sensibilité de l'observation. Si l'on emploie des tubes de 50 centimètres, on doit décolorer à blanc, afin de pouvoir observer à travers cette longueur de la colonne liquide. Nous déconseillerons même, pour ce motif, l'emploi des tubes de grande longueur, parce que, ainsi que nous le dirons plus loin, le noir animal absorbant une quantité appréciable des produits dextrogyres, la sensibilité que l'on croit obtenir en augmentant la longueur de la colonne liquide est plus que contrebalancée par l'absorption des produits actifs retenus par le noir.

« Les auteurs qui se sont occupés de la question ont omis une précaution que nous considérons comme essentielle : c'est de faire les observations à température constante, à cause de la présence de la lévulose dont le pouvoir rotatoire varie par la chaleur. On peut trouver, dans la négligence apportée à tenir compte de la température, l'explication de certains résultats non concordants obtenus sur les mêmes vins par des opérateurs d'ailleurs compétents.

« Quand on veut soumettre un vin au polarimètre, on doit opérer comme il suit : on le décolore avec aussi peu de noir animal que possible, en quantité juste suffisante pour pouvoir faire l'observation. Pour justifier cette recommandation d'user de peu de noir, nous citerons les deux faits suivants : un vin blanc observé sans décoloration au polarimètre ayant donné une déviation de + 18 minutes, n'a plus donné que + 6 minutes après la décoloration; un vin rouge modérément décoloré déviant de + 12 minutes n'a plus dévié que de + 4 minutes après une décoloration énergique, bien que la teneur en sucre réducteur de ces vins n'ait pas varié d'une quantité sensible avant et après la décoloration *énergique*; l'action du noir

« Pour montrer combien les divers éléments des vins agissent différemment sur la lumière polarisée, il nous suffira de citer :

LÆVOGYRES : Lévulose (formant la totalité ou la presque totalité du sucre échappé à la fermentation); — acide tartrique gauche (quelques cépages); — acide malique; — gommes lœvogyres, etc.

DEXTROGYRES : Dextrose; — acide tartrique droit (la majorité des vins); — gommes dextrogyres, etc.

« Les proportions relatives de ces produits sont absolument variables avec les diverses espèces de vin; le pouvoir rotatoire de ces substances est loin d'être fixé, il peut varier avec leur état physique de dissolution et de combinaison. Il en résulte que la limite exacte du pouvoir rotatoire des vins purs ne sera déterminée d'une façon certaine que lorsque des travaux suivis l'auront établie dans des circonstances assez nombreuses et variées pour être considérées comme générales. Or, la matière est toute neuve; nous ne présentons cette étude que comme une esquisse dont nous ne nous dissimulons pas l'insuffisance; elle ne s'appuie que sur les résultats synthétiques d'un certain nombre d'observations personnelles que nous complétons chaque jour et dont nous publierons l'ensemble prochainement. Nous serons heureux, avec tous les chimistes œnologues, que d'autres travaux, conçus dans le même esprit, permettent de serrer la question de plus près. »

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 28. Polarimètre ou Saccharimètre de Laurent , dont le cercle gradué porte deux divisions : l'une en degrés de déviation et l'autre en degrés saccharimétriques (fig. 9) | 300 fr. |
| 29. Brûleur à gaz à deux becs | 40. » |
| 30. Lampe éolipyle remplaçant les brûleurs quand on ne dispose pas de l'éclairage au gaz | 55. » |
| 31. 2 Tubes de 20 centimètres de longueur en cuivre étamé | 30. » |
| 32. 1 Tube de 22 centimètres garni en verre avec tubulure et thermomètre pour observer le vin interverti. | 36. » |
| 33. Flacon à pression de Marcker pour la saccharification sous pression, y compris son bain d'huile. | 40. » |
| 34. Ballon à réfrigérant ascendant pour la saccharification à la température de l'ébullition | 50. » |

L'application du polarimètre à l'analyse des vins est assez récente pour que cet instrument soit encore à peu près inconnu des œnologues et des négociants; une description sommaire de cet appareil, de ses principales dispositions et de sa manipulation ne sera donc pas déplacée ici.

Si nous considérons la figure 9, nous voyons premièrement, à droite de l'appareil, un bec de gaz disposé pour donner une flamme peu éclairante, mais très chaude. Dans cette flamme se trouve suspendue

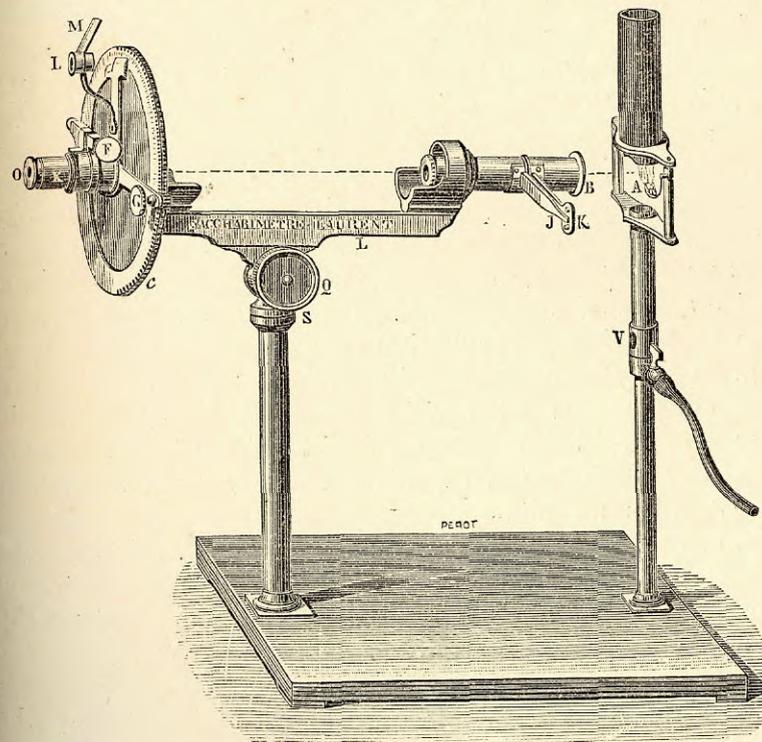


Fig. 9.

une petite cuillère de platine A qui contient quelques parcelles de chlorure de sodium; ce sel, en se volatilisant, illumine la flamme du gaz et la colore en jaune. On dit que cette flamme jaune est *monochromatique* parce qu'elle se compose d'une seule des couleurs du spectre : elle ne contient à peu près que des rayons jaunes.

En face du bec de gaz on trouve un tube dont l'orifice B est fermé par une lentille convexe dite éclairante, qui concentre dans l'appareil la lumière émise par le bec de gaz. Pour que le monochromatisme de la lumière soit aussi complet qu'é possible, cette dernière traverse

l'emploi de cet appareil assez assujettissant. Il était utile de modifier le polarimètre de telle sorte qu'il pût être éclairé par une lumière ordinaire : lampe à huile ou à pétrole. C'est ainsi que, sur la demande des observateurs, les constructeurs sont revenus à l'ancien saccharimètre connu sous le nom de Soleil, son inventeur, mais en le perfectionnant afin d'augmenter son exactitude.

L'instrument que nous décrivons ici est donc l'ancien saccharimètre de Soleil muni d'un perfectionnement important dû à M. A. Prazmowski. Si nous devons expliquer quelle différence existe

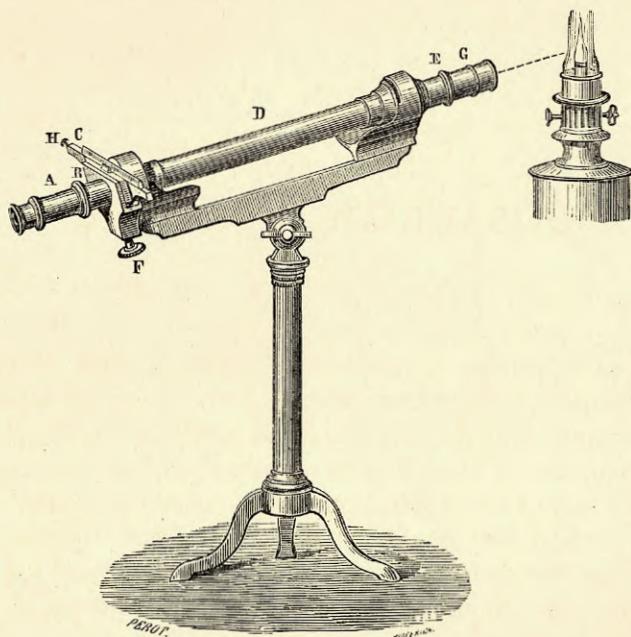


Fig. 10.

entre le polarimètre à lumière monochromatique et celui à lumière ordinaire, nous dirions que, dans ce dernier, la plaque de quartz de demi-onde est remplacée par une plaque parallèle à l'axe composée de deux moitiés d'un même cristal juxtaposées, et dans lesquelles la direction des axes fait un très petit angle.

Cette plaque coupée donne d'ailleurs aux images observées dans l'instrument la même apparence que la plaque de demi-onde; ce sont toujours deux moitiés du champ également éclairées dans une seule situation : celle qui correspond à la division O du cadran. Mais elle permet de revenir à l'ancien compensateur de Soleil composé de deux lames de quartz HC (fig. 10) formant un prisme d'épaisseur variable

Une échelle rectiligne graduée, mobile au moyen du bouton F, mesure l'épaisseur de ce prisme compensateur, et chacune de ses divisions équivaut à 10 minutes de rotation polarimétrique, un vernier fractionnant chaque division en 10 parties accuse la minute. Enfin la division O occupe le milieu de l'échelle afin de pouvoir mesurer des rotations dextrogyres et lœvogyres.

Pour transformer ces rotations en unités saccharimétriques, c'est-à-dire en centièmes de sucre dissous dans le liquide observé, il suffit de diviser par 13 le nombre de minutes accusé par l'échelle parce que un centième de sucre (10 grammes par litre) fait tourner le plan de rotation de 13 minutes.

DOSAGE DE L'ALCOOL

CONTENU DANS LES VINS

Grâce aux conditions spéciales et difficiles dans lesquelles se trouve aujourd'hui l'industrie vinicole, l'alcool est devenu l'un des éléments les plus importants de la constitution du vin. Nous parlons, bien entendu, du vin de grande consommation, car les grands crus n'ont rien à voir dans la question que nous allons traiter. L'alcool constitue, il faut bien le reconnaître, une fraction notable de la valeur intrinsèque de ce même vin; aussi, à cette heure, les analyses alcoométriques présentent-elles une importance capitale et doivent-elles atteindre une précision rigoureuse.

A l'appui de cette assertion, nous citerons les nombreux marchés conclus tous les jours et dans lesquels la richesse alcoolique est fixée à un dixième de degré près, et les sérieux désaccords auxquels donne lieu ce même dixième de degré. Un dixième de degré alcoolique, c'est bien peu de chose : ce n'est que la millième partie du vin, et la constatation de ce même millième équivaut à la recherche d'un litre d'alcool noyé dans mille litres de vin. En vérité, ce n'est pas une opération facile.

Il n'y a pas que l'alcool dont le prix varie avec son état de concentration; pour n'en citer qu'un seul exemple, nous choisirons les métaux précieux. La valeur de l'or et de l'argent varie suivant la proportion de métal pur qu'ils renferment, c'est pourquoi la loi impose à

que pour l'alcool, c'est l'analyse qui permet de constater ce titre légal; or, l'analyse chimique la plus exacte et la mieux conduite ne peut préciser avec certitude le millième d'alliage contenu dans un lingot. Aussi la tolérance accordée par la loi, sur le titre légal, a-t-elle été fixée à trois millièmes pour l'or et à cinq millièmes pour l'argent.

Par suite des conditions actuelles de l'industrie vinicole, le commerce des vins veut doser l'alcool, qui coûte environ 0 fr. 50 le litre, disons 3 francs en y ajoutant les droits, avec une précision trois fois plus grande que celle admise pour l'or qui vaut plus de 3,000 francs le kilogramme. Est-ce rationnel? Demandons-nous seulement si c'est possible! C'est précisément la question que nous nous proposons d'étudier ici, et pour cela nous allons décrire les méthodes analytiques les plus précises que la science actuelle met entre les mains des chimistes, les instruments les plus parfaits que les constructeurs puissent établir; nous discuterons leur valeur réelle et nous déduirons, de cette étude, le degré absolu de précision qu'il est possible d'en obtenir.

Il existe un très grand nombre de procédés alcoométriques; on a mis en œuvre pour doser l'alcool toutes ses réactions chimiques, toutes ses propriétés physiques; c'est ainsi qu'on a expérimenté tour à tour sa densité, sa température d'ébullition, son coefficient de dilatation, son affinité capillaire, la tension de sa vapeur, ses pouvoirs dissolvant et réfringent, etc. Nous ne nous attarderons pas à décrire toutes ces tentatives, car trois seules propriétés séparent nettement l'alcool de l'eau avec laquelle il est habituellement mélangé et donnent des résultats analytiques assez précis. Nous voulons parler de la *densité*, de la *température d'ébullition* et de l'*action capillaire*. Nous étudierons tour à tour ces trois procédés.

Tout le monde sait que la différence de densité que présentent l'eau et l'alcool sert à déterminer la proportion de chacun de ces liquides quand ils sont mélangés; l'alcoomètre de Gay-Lussac, qui se trouve entre les mains de tous les négociants en spiritueux, dose avec une exactitude suffisante l'alcool pur contenu dans les eaux-de-vie, trois-six et autres liquides ne renfermant que de l'eau et de l'alcool; mais il ne donne plus aucune indication, même approximative, quand on le plonge dans du vin. La raison en est simple: le vin n'est pas composé uniquement d'alcool et d'eau, il renferme en dissolution de 20 à 25 grammes, par litre, de sels et autres matières solides dites matières extractives ou *extrait sec*, qui sont beaucoup plus denses que l'alcool et que l'eau. Tandis qu'un litre d'alcool pur pèse 794 grammes, 1 litre d'eau 1,000 grammes; 1 décimètre cube d'extrait sec du vin

rence de densité, il suffit de 1 à 2 % de ces sels, dissous dans un litre de vin, pour modifier complètement la densité de ce dernier. L'alcoomètre de Gay-Lussac ne peut donc doser l'alcool du vin que si l'on en sépare, au préalable, la matière extractive qui modifie sa densité; c'est précisément l'opération qui s'effectue au moyen de la *distillation*.

Il existe depuis fort longtemps des appareils distillatoires ou alambics spécialement destinés à l'essai des vins: au commencement de ce siècle, Descroizilles, puis Dunal de Montpellier, enfin Gay-Lussac, construisirent des alambics d'essai qui fonctionnaient bien; mais ces appareils, volumineux, encombrants, n'opéraient que lentement; aussi, il y a près de quarante ans, sur la demande de l'Administration des contributions indirectes, nous construisîmes le petit appareil qui porte notre nom, et qui se trouve aujourd'hui entre les mains de tous les négociants. Nous avons dit que cet appareil sépare les matières extractives dissoutes dans le vin, et voici en peu de mots comment l'opération s'effectue.

On verse dans une petite chaudière un volume de vin mesuré au moyen d'une éprouvette graduée; cette chaudière, hermétiquement fermée, communique par le moyen d'un tuyau avec un condenseur composé d'un serpentín immergé dans un récipient rempli d'eau froide; l'éprouvette qui a servi à mesurer le volume du vin soumis à la distillation se place sous le condenseur et reçoit le produit de la distillation. Quand le vin entre en ébullition, l'alcool, plus volatil que l'eau, se dégage en vapeur qui, traversant le serpentín, se condense et tombe à l'état liquide dans l'éprouvette divisée.

Quand le liquide distillé s'élève dans l'éprouvette à la moitié du volume du vin soumis à la distillation, tout l'alcool que contenait le vin se trouve recueilli sous le serpentín, et cette condition est exactement remplie si la richesse alcoolique du vin ne dépasse pas 17 à 18 %. On ajoute alors de l'eau pure au liquide distillé jusqu'au volume qu'occupait le vin lui-même, de sorte que, par cette opération, on a reconstitué un nouveau liquide, uniquement composé d'eau et d'alcool, dont la richesse est exactement celle du vin, puisque tout l'alcool que contenait le vin se trouve maintenant mélangé avec de l'eau dans les mêmes proportions que dans le vin lui-même.

Il est dès lors possible de peser ce nouveau liquide au moyen de l'alcoomètre de Gay-Lussac, en tenant compte des corrections de température, comme on le pratique pour les eaux-de-vie et les alcools.

L'opération que nous venons de décrire est-elle exacte? Ses indications peuvent-elles inspirer toute confiance? Quelle est la limite

Pour répondre à ces questions, il faut séparer en deux opérations bien distinctes la manipulation que nous venons de décrire et les étudier séparément : 1° la distillation elle-même; 2° le pesage du liquide distillé au moyen de l'alcoomètre.

1° La distillation rend-elle tout l'alcool contenu dans le vin? En d'autres termes, le liquide distillé contient-il tout l'alcool qui est renfermé dans le vin sans qu'il en soit perdu pendant l'opération?

Il est facile de s'en rendre compte : il suffit de peser soigneusement avec l'alcoomètre de Gay-Lussac un mélange d'eau et d'alcool purs, puis de le distiller, ainsi que nous venons de le décrire, et de le peser de nouveau avec le même alcoomètre. Cette opération, que nous avons répétée bien souvent, nous a toujours accusé, pour le produit de la distillation, la même richesse que celle du liquide initial; à peine s'il nous a été possible de constater une perte d'alcool s'élevant à un ou deux dixièmes de degré. Mais il va sans dire que cette précision ne peut être obtenue que si l'appareil distillatoire est parfaitement clos, c'est-à-dire, s'il ne laisse pas échapper au dehors la vapeur alcoolique et si, enfin, le réfrigérant est toujours entretenu bien froid par un renouvellement d'eau suffisant pour assurer la condensation de cette même vapeur.

2° Étudions maintenant le pesage du liquide distillé au moyen de l'alcoomètre de Gay-Lussac. Disons tout d'abord que cette opération est très délicate, qu'elle exige de grandes précautions et que c'est à elle, sans aucun doute, qu'il faut attribuer les erreurs dont la distillation a été souvent accusée, lesquelles ont, il faut bien le reconnaître, fait chercher ailleurs une plus grande exactitude apparente.

Quelles sont les raisons qui rendent si délicate la pesée du liquide distillé? Il semble, tout d'abord, qu'il suffise de plonger un aréomètre dans un alcool pour que l'affleurement de sa tige donne exactement la densité de ce liquide, mais il intervient dans l'affleurement d'un aréomètre un phénomène capillaire sans grande importance apparente et qui, cependant, joue un rôle considérable. Nous voulons parler du *ménisque*, de ce petit anneau liquide qui, entourant la tige de l'alcoomètre, s'élève au-dessus de la surface du liquide et rend la lecture difficile.

Tout le monde sait que le *point d'affleurement* est la division de l'échelle qui se trouve au niveau de la surface horizontale du liquide et, par conséquent, *au-dessous* du ménisque capillaire.

Soit A (fig. 11) la tige d'un alcoomètre flottant dans l'éprou-

vettoire correspond avec la surface libre du liquide et pour lire exactement l'indication de l'instrument, il faut placer son œil dans la direction de la ligne DE et lire *au-dessous* des ménisques la division de l'instrument qui se trouve au niveau du liquide.

Le ménisque *m'* qui s'élève autour de la tige de l'aréomètre joue un rôle considérable sur le chiffre de la lecture. En s'élevant le long du verre il ajoute son propre poids à celui de l'instrument et tend, par conséquent, à faire enfoncer ce dernier; et parce que ce ménisque est très mince, parce qu'il s'élève très peu au-dessus du liquide, il ne faut pas croire que son poids soit insignifiant, ou du moins qu'il fasse peu enfoncer l'aréomètre. Nous pouvons calculer le poids de cet anneau; la théorie de la capillarité de Laplace nous apprend que ce poids varie avec la nature du liquide et avec la circonférence de la tige de l'aréomètre; mais des courtiers en vins de

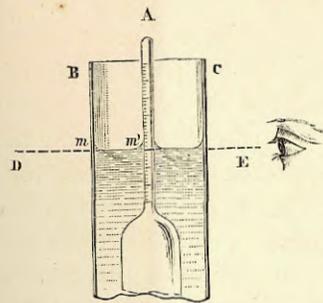


Fig. 11.

Bercy, qui sont aussi des savants, MM. Petit et Pinson, bien connus dans le commerce des spiritueux par leurs recherches sur l'alcoométrie, ont déterminé expérimentalement le poids des ménisques d'eau, d'alcool et de tous les mélanges de ces deux liquides quelles que soient leurs proportions.

C'est ainsi que MM. Petit et Pinson nous ont appris que le ménisque d'eau pèse 0^{gr},004 pour chaque millimètre de contour de la tige de l'aréomètre, tandis que le ménisque d'alcool pur ne pèse, pour le même millimètre de contour, que 0^{gr},002. D'après cela le ménisque aqueux, qui ajoute son poids à la tige du petit aréomètre employé dans l'alambic Salleron, tige qui a environ 10 millimètres de contour, pèse 0^{gr},004 × 10 = 40 milligrammes; tandis que le même alcoomètre, plongé dans l'alcool pur, n'est plus enfoncé que par un poids de 0^{gr},002 × 10 = 20 milligrammes.

Ce renseignement est à coup sûr fort intéressant, mais il ne nous suffit pas pour évaluer le degré d'enfoncement qu'il produit sur l'al-

nous en rendre compte, nous allons faire une expérience fort instructive : nous plongeons dans de l'eau distillée un alcoomètre d'alambic d'essai; en lui collant sur la tête une petite boulette de cire, nous le faisons affleurer dans l'eau jusqu'au milieu de sa tige, disons jusqu'à la division 10 degrés, affleurement qui comprend nécessairement l'enfoncement de l'alcoomètre produit par le poids du ménisque. Au moyen d'une pipette nous faisons couler à la surface de l'eau quelques gouttes d'alcool concentré; en vertu de sa faible densité, l'alcool surnage à la surface de l'eau, sans changer la densité de l'eau elle-même, de sorte que, si nous pouvions faire abstraction de l'influence du ménisque, l'alcoomètre resterait immobile; mais à l'anneau d'eau qui s'élevait autour de la tige de l'instrument, il se substitue un anneau d'alcool, qui, nous le savons, est plus léger de moitié, de sorte que le ménisque d'eau, qui pesait 40 milligrammes, se trouve remplacé par un ménisque d'alcool qui ne pèse plus que 20 milligrammes.

Si notre raisonnement est juste, l'affleurement de l'alcoomètre doit être changé. En effet, nous voyons, aussitôt que les gouttes d'alcool s'étendent sur la surface de l'eau, l'alcoomètre se relever brusquement de 2 degrés. Cette curieuse expérience nous démontre que la différence entre le ménisque d'eau et celui d'alcool fait enfoncer l'alcoomètre de 2 degrés, et comme le ménisque d'alcool ne pèse que la moitié de celui de l'eau, nous en devons conclure que le ménisque d'eau fait enfoncer l'alcoomètre de 4 degrés.

Ce poids sensible du ménisque et l'enfoncement considérable qu'il produit sur l'alcoomètre, nous importeraient peu, s'ils étaient toujours constants, puisque les alcoomètres sont construits expérimentalement dans des mélanges d'eau et d'alcool de même composition que les liquides qu'ils doivent peser, et si ces ménisques pesaient toujours le même poids, leur action serait toujours constante, et par conséquent sans aucune influence. Malheureusement le poids de ces ménisques est essentiellement variable, et voici pourquoi : le poids d'un ménisque varie avec sa propre hauteur, et cette hauteur varie elle-même avec la perfection avec laquelle le liquide mouille le verre. Or, l'eau ne mouille qu'à très difficilement le verre; on peut s'en convaincre en versant de l'eau dans un verre à boire et en la renversant aussitôt : il n'est pas rare de voir, après cette opération, l'intérieur du verre aussi sec qu'auparavant. On réussit à coup sûr l'expérience si les parois du verre sont légèrement graissées, parce que l'eau ne mouille le verre que si sa surface est très propre et très pure. Eh bien! plongeons un alcoomètre dans de l'eau, mais au préalable lavons la tige en la frottant au moyen d'une bandelette de papier à

caustique (1), afin de dissoudre et enlever toutes les matières grasses et autres impuretés qui peuvent souiller sa surface, enfonçons-le de 2 ou 3 degrés au-dessus de son affleurement normal, afin que le mouillage soit complet, puis abandonnons-le en le laissant osciller librement; après plusieurs oscillations successives, il prend sa véritable position d'équilibre et il marque 0.

Pour compléter notre démonstration, retirons l'alcoomètre de l'eau, séchons sa tige en l'essuyant soigneusement, passons cette tige entre nos doigts légèrement graissés par le contact de nos cheveux et immergeons l'instrument dans la même eau. Nous remarquons tout de suite que l'alcoomètre est gêné dans ses mouvements, il semble que l'eau frotte sa tige et l'empêche d'osciller; en effet, il s'arrête brusquement et marque au moins 1 degré au-dessous de 0. Nous constatons que l'eau s'élève très peu et irrégulièrement autour de la tige, le ménisque est très court, ses contours sont dentelés; certainement la lecture est fautive.

Recommençons l'expérience en essayant l'instrument de plusieurs manières, passons sa tige entre nos lèvres, essuyons-la avec un linge sec ou mouillé, frottons-la avec un morceau de papier de soie; humectons-la avec de l'eau ou de l'alcool, faisons successivement une, deux, trois lectures; tant que la surface du verre ne sera pas absolument pure, nous ferons des lectures différentes, et nous serons tentés de croire que les alcoomètres sont des instruments très infidèles, très imparfaits ou tout au moins très mal construits; mais il suffit de laver de nouveau la tige de verre avec de la soude et d'immerger l'instrument avec les précautions que nous avons décrites pour que les lectures redeviennent exactes et constantes.

Répétons encore la même expérience en substituant à l'eau un liquide alcoolique contenant environ 10 % d'alcool, nous remarquons que les lectures sont constantes quand nous prenons la précaution de laver la tige avec de la soude; mais si nous souillons la tige avec nos doigts graisseux, les lectures sont faussées, et nous pouvons commettre des erreurs qui s'élèvent à 0°,4 ou 0°,5 et toujours en moins, c'est-à-dire en diminuant le titre du liquide pesé.

Recommençons de nouveau, mais cette fois avec un liquide plus alcoolique encore et contenant environ 20 % d'alcool; les mêmes lectures, faites successivement avec un alcoomètre dont la tige est pure ou impure, ne nous donnent plus que des erreurs insignifiantes qui s'élèvent à peine à 2 dixièmes de degré, ce qui nous démontre que

(1) M. Delachanal, directeur du Bureau de la vérification des alcoomètres, a constaté que les alcoomètres qui ont été vérifiés par lui ont été trouvés fautive-
ment affectés de lectures faussées par la présence de matières grasses caustiques.

plus les liquides sont alcooliques, mieux ils mouillent le verre, et plus la hauteur de leur ménisque capillaire est constante.

De la longue dissertation qui précède, il nous faut conclure que la précision des pesées alcoométriques augmente avec la richesse du liquide pesé, et quand la force de l'alcool que l'on pèse est suffisante pour que ce liquide dissolve facilement les matières impures et grasses qui recouvrent la tige de l'alcoomètre, on est certain que l'opération est parfaitement juste. Dès lors, il importe de combiner la manœuvre de la distillation, de telle sorte que la richesse du liquide alcoolique que l'on doit peser soit aussi grande que possible.

Rien n'est plus facile : il suffit de modifier très légèrement le mode opératoire que nous avons décrit tout à l'heure.

Au lieu de verser dans la chaudière une éprouvette de vin, versons-en deux ; recueillons, sous le serpentín, non pas une demi-épreuve d'alcool, mais une éprouvette entière, et pesons avec l'alcoomètre le contenu de cette éprouvette.

On a déjà compris que cette éprouvette contient tout l'alcool qui était renfermé dans le vin ; mais, condensé dans un volume moitié moindre, il possède une richesse double, de sorte que, si le vin renferme 10 % d'alcool, le liquide pesé en contient 20. Dans ce liquide, la tige de l'alcoomètre est facilement mouillée, le ménisque s'élève à sa hauteur normale, et la lecture est précise ; mais en supposant que, malgré le titre élevé de ce liquide, nous commettons une petite erreur de lecture : une erreur de un ou deux dixièmes de degré, par exemple, cette erreur se trouve diminuée de moitié, ainsi que nous allons le dire.

Nous nous rappelons que le liquide pesé possède une richesse double de celle du vin soumis à la distillation, puisque tout l'alcool de ce vin se trouve renfermé dans un volume moitié moindre ; il faut, dès lors, pour obtenir la richesse vraie du vin, diviser par deux le titre donné par l'alcoomètre ; si ce dernier marque 20 degrés, la richesse vraie est 10 degrés, mais si, en lisant sur l'alcoomètre, nous avons commis une erreur de un ou deux dixièmes de degré, cette erreur se trouve divisée par deux et réduite à 0,05 ou à 0,1 dixième, ce qui nous permet d'affirmer que la lecture d'un liquide pesé par ce procédé peut atteindre une approximation d'un dixième de degré.

Pour ne rien oublier, il faut rappeler que la distillation elle-même peut perdre aussi un dixième de degré ; admettons le cas le plus défavorable, celui où les deux erreurs s'ajoutent au lieu de s'annuler, nous en pourrions conclure que l'essai alcoométrique effectué par la distillation donne le titre réel à 2 dixièmes de degré près ; mais,

hermétiquement clos, que la réfrigération du condenseur sera suffisante, que la pesée de l'alcool sera pratiquée avec les soins nécessaires, lesquels consistent surtout à nettoyer parfaitement la tige de l'alcoomètre, et enfin que le liquide soumis à la distillation ne contiendra pas d'acides volatils, ainsi que nous allons l'expliquer.

Dosage de l'alcool dans les liquides acides. — Parmi les nombreux éléments organiques et minéraux qui constituent les vins, il se trouve un certain nombre de sels acides qui donnent à cette boisson une saveur fraîche et piquante qui caractérise les vins du centre de la France. Un certain nombre de ces acides sont volatils, et quand le vin est soumis à la distillation ils s'échappent, entraînés par les vapeurs alcooliques et aqueuses ; il en résulte, pour l'essai alcoométrique, une cause d'erreurs qu'il est bon de signaler : la plupart de ces acides volatils, étant plus lourds que l'eau, peuvent, par leur présence dans le produit de la distillation, modifier sa densité et fausser les indications des alcoomètres.

Cette cause d'erreurs n'est pas toujours négligeable pour la plupart des vins de notre pays, même quand ils sont sains ; mais elle devient importante quand on opère sur des vins piqués ou soumis à la fermentation acétique, ou bien encore sur des liquides plus acides que le vin, comme certains jus de fruits employés dans la fabrication des liqueurs. Il suffit, pour éliminer cette cause d'erreurs, de neutraliser, au moyen d'un alcali, le liquide qui doit être distillé et, parmi les alcalis qu'il convient le mieux d'employer, nous citerons la magnésie caustique. M. Tony-Garcin a constaté, en effet, que cette terre ne dégage pas, comme la soude, la potasse, la chaux ou la baryte, d'ammoniaque ni d'autre alcaloïde volatil, agissant sur les matières azotées que peut contenir le liquide alcoolique. En outre, la magnésie ne pourrait saponifier les éthers s'il s'en trouvait de tout formés, lesquels régénéreraient l'alcool. M. Schloesing a d'ailleurs préconisé l'emploi de la magnésie pour le dosage de l'ammoniaque des sels ammoniacaux en présence des matières azotées, précisément parce qu'en neutralisant les acides elle ne dégage pas d'ammoniaque.

Quand on voudra distiller un liquide acide, il sera nécessaire d'ajouter dans la chaudière de l'alambic quelques morceaux de magnésie caustique, jusqu'à ce qu'un morceau de papier de tournesol rouge, touché par le liquide, devienne bleu.

36. **Alambic de J. Salleron, pour l'essai des vins et des liqueurs alcooliques sucrées**, petit modèle, n° 1 (fig. 12)..... 28 fr.

L'alambic d'essai qui porte notre nom se construit de plusieurs modèles de dimensions différentes. L'instrument du petit modèle (fig. 12), renfermé dans une petite boîte à charnières, se compose des objets suivants :

- 1° Une lampe A, alimentée par l'esprit-de-vin;
- 2° Un ballon de verre B, qui sert de chaudière;
- 3° Un serpentín contenu dans un réfrigérant C, supporté par trois pieds en cuivre; le serpentín communique avec la chaudière au

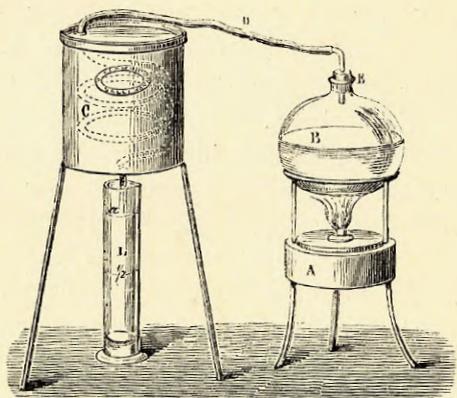


Fig. 12.

moyen du tube de caoutchouc D, relié à un bouchon E qui s'adapte au col du ballon B;

- 4° Une burette L, portant un trait *a*, qui limite le volume du vin soumis à la distillation et celui du liquide recueilli sous le serpentín;
 - 5° Deux aréomètres F (fig. 13), dont l'un sert pour les vins ordinaires, l'autre pour les vins alcooliques et les liqueurs sucrées;
 - 6° Un thermomètre centigrade G;
- Enfin une pipette en verre H.

Pour faire usage de l'instrument, on mesure dans la burette L le liquide à distiller; à l'aide de la pipette, on amène exactement le niveau devant le trait *a* et l'on vide le contenu de la burette dans la chaudière; on remplit une seconde fois la burette de la même manière, et l'on verse encore le liquide dans la chaudière. Il reste dans la chaudière une certaine quantité de vin; on y ajoute un peu d'eau, on rince,

ballon. On est certain, de cette manière, que les deux mesures de vin seront entièrement soumises à la distillation.

On ferme alors la chaudière avec le bouchon E, puis on verse de l'eau froide dans le réfrigérant; il ne reste qu'à mettre la burette sous le serpentín et à allumer la lampe pour que l'appareil fonctionne.

Le vin ne tarde pas à entrer en ébullition : la vapeur s'engage dans le serpentín, s'y condense et tombe dans la burette. On distille jusqu'à ce que le liquide recueilli dans la burette parvienne exactement à la hauteur du trait *a*. Ensuite on agite le mélange et on laisse reposer pendant quelques instants, pour que les bulles d'air introduites par l'agitation disparaissent; enfin on plonge simultanément le thermomètre et l'alcoomètre dont la tige a été préalablement humectée par un peu de soude caustique.

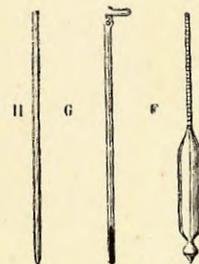


Fig. 13.

On note les indications des deux instruments et l'on détermine, au moyen des tableaux qui accompagnent l'appareil, la richesse réelle du produit distillé.

Mais il faut remarquer que tout l'alcool du liquide soumis à la distillation occupe maintenant un volume moitié moindre que dans le liquide lui-même : la richesse trouvée est donc double de celle de l'échantillon soumis à l'analyse; il faut, par conséquent, prendre la moitié du résultat obtenu.

Exemple : L'alcoomètre marque 20 degrés et le thermomètre 19 : la richesse alcoolique correspondante est 18,8 et celle du liquide essayé est la moitié de 18,8, soit 9,4.

Pour l'essai des vins capiteux, Jerez, Madère, Porto, etc., et les liqueurs sucrées dont la richesse est généralement supérieure à 25 %, on ne peut opérer comme il vient d'être dit, parce que l'on aurait à mesurer des richesses supérieures à 50 degrés, pour lesquelles l'alcoomètre gradué jusqu'à 50 degrés serait lui-même insuffisant.

Dans ce cas, on verse dans la chaudière une seule éprouvette du

liquide à essayer et l'on y ajoute un égal volume d'eau. Ces mesurages se font comme nous l'avons indiqué plus haut, et le reste de l'opération n'est pas changé. Seulement l'indication de l'alcoomètre, corrigée de l'influence de la température, donne immédiatement la richesse cherchée et il n'est plus besoin de prendre la moitié du résultat trouvé.

37. **Alambic de J. Salleron**, grand modèle n° 2 (fig. 14). 40 fr.

Les dispositions générales de cet instrument sont à fort peu près semblables à celles du précédent; la seule inspection de la figure 14

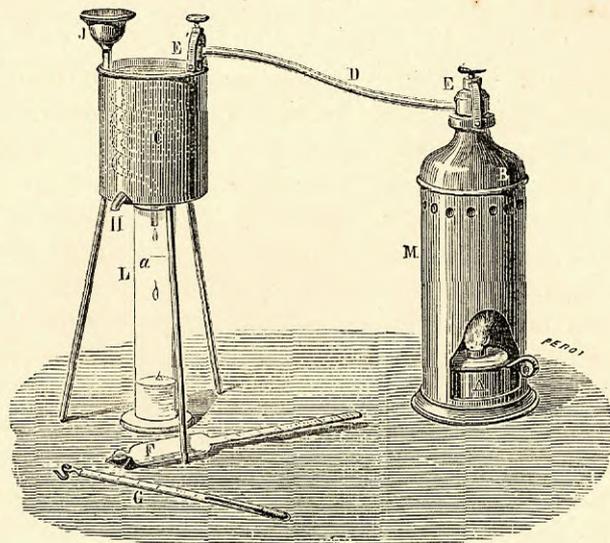


Fig. 14.

suffit pour expliquer que le ballon de verre est remplacé par une chaudière de cuivre renfermée dans un fourneau. Toutes les dimensions sont plus que doublées, ce qui facilite la lecture de l'alcoomètre et du thermomètre et augmente la précision des résultats.

Pièces de l'Alambic (petit ou grand modèle) qu'on peut acquérir séparément :

- 38. **Alcoomètre** gradué de 0 à 25 degrés pour l'essai des vins..... 3 fr.
- 39. **Idem** de 25 à 50 degrés pour les vins vinés et les liqueurs..... 3. »
- 40. **Thermomètre**..... 2.50

- 41. **Burette**..... 2 fr.
- 42. **Table pour les corrections** de température de 0 à 60 degrés..... » .50
- 43. **Hydromètre de Sikes** pour l'essai du vin par l'alambic et son dosage en *esprit de preuve anglaise* (1).. 3. »
- 44. **Thermomètre de Fahrenheit** pour les corrections de température *idem*..... 2.50
- 45. **Table des corrections** de température pour l'hydromètre de Sikes..... » .50
- 46. **Pipette**..... » .10
- 47. **Ballon de verre**..... » .50

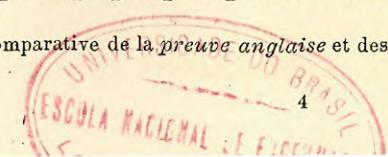
Nous traiterons dans un chapitre spécial l'importante question des alcoomètres (voir chapitre *Alcoométrie*), nous dirons seulement ici que depuis l'année 1886 l'alcoomètre est devenu en France un instrument légal, assimilé aux poids et mesures, devant, comme eux, être vérifié par les agents du Ministère du commerce et recevant une empreinte ou poinçon qui constate son exactitude. Nous expliquerons, à propos de cette vérification officielle, que l'ancien alcoomètre de Gay-Lussac, usité dans notre pays depuis 1824, a été modifié : l'échelle du nouvel instrument légal diffère légèrement de celle de l'ancien, de sorte que les indications de l'alcoomètre encore en usage en 1885, ne sont pas tout à fait identiques à celles de l'instrument de 1886.

Il pourrait être utile, dans certains cas, de peser l'alcool des vins au moyen du nouvel alcoomètre légal, car il faut bien reconnaître que les grandes proportions de cet instrument et les soins exceptionnels apportés à sa construction lui assurent une précision rigoureuse. Nous avons donc construit un nouveau modèle d'alambic d'essai de dimensions appropriées que nous recommandons ici.

- 48. **Alambic de J. Salleron** du plus grand modèle (n° 3) dont les dimensions sont appropriées à l'emploi du nouvel alcoomètre légal (fig. 15)..... 125 fr.

Les dimensions de cet instrument sont telles, que le volume de vin soumis à la distillation s'élève à 300 centimètres cubes. L'éprouvette dans laquelle l'alcoomètre est immergé n'a pas moins de 31 centimètres de hauteur; c'est ce qui explique pourquoi la chau-

(1) Voir au chapitre *Alcoométrie* la valeur comparative de la *preuve anglaise* et des degrés alcoométriques français.



dière B et le réfrigérant C se trouvent supportés par une colonne qui les élève au-dessus de la table.

Cet instrument est accompagné de deux alcoomètres gradués en cinquièmes de degré, dont l'un est divisé de 0 à 20 et l'autre de 20 à 40. Le thermomètre au mercure est divisé sur verre en demi-degrés. Enfin ces trois instruments portent le poinçon de la vérification officielle établissant que leur exactitude atteint le dixième de degré.

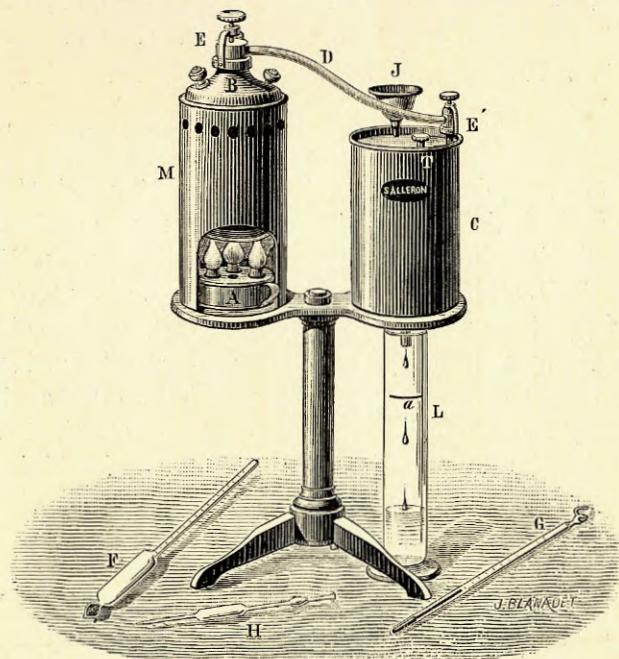


Fig. 15.

Il semble absolument certain qu'il n'existe pas d'autre procédé d'analyse alcoométrique dont la précision soit égale.

Pour traiter complètement ce qui touche à l'alcoomètre légal dans ses rapports avec l'essai des vins, nous donnons, dans les tableaux comparatifs ci-contre (Table IV), la valeur correspondante des degrés des deux alcoomètres ancien et nouveau.

TABLE IV

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

| Alcoomètre légal. | Alcoomètre de Gay-Lussac. | Alcoomètre de Gay-Lussac. | Alcoomètre légal. |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1,04 | 1 | 0,96 |
| 2 | 2,03 | 2 | 1,97 |
| 3 | 3,06 | 3 | 2,94 |
| 4 | 4,05 | 4 | 3,95 |
| 5 | 5,09 | 5 | 4,90 |
| 6 | 6,11 | 6 | 5,88 |
| 7 | 7,11 | 7 | 6,89 |
| 8 | 8,15 | 8 | 7,85 |
| 9 | 9,08 | 9 | 8,92 |
| 10 | 10,15 | 10 | 9,85 |
| 11 | 11,11 | 11 | 10,89 |
| 12 | 12,14 | 12 | 11,86 |
| 13 | 13,14 | 13 | 12,85 |
| 14 | 14,13 | 14 | 13,87 |
| 15 | 15,19 | 15 | 14,81 |
| 16 | 16,24 | 16 | 15,76 |
| 17 | 17,27 | 17 | 16,73 |
| 18 | 18,29 | 18 | 17,71 |
| 19 | 19,41 | 19 | 18,59 |
| 20 | 20,43 | 20 | 19,57 |
| 21 | 21,43 | 21 | 20,57 |
| 22 | 22,33 | 22 | 21,67 |
| 23 | 23,34 | 23 | 22,66 |
| 24 | 24,25 | 24 | 23,75 |
| 25 | 25,26 | 25 | 24,74 |

DES ÉBULLIOSCOPES ET ÉBULLIOMÈTRES

Après avoir étudié la distillation au point de vue du dosage de l'alcool contenu dans les vins, nous aborderons l'étude des appareils fondés sur la température d'ébullition et communément nommés *ébullioscopes* ou *ébulliomètres*. Ces appareils sont déjà fort anciens; la génération passée en fit longtemps usage, mais après un long interrègne, pendant lequel ils furent oubliés, nous les voyons reparaître et redevenir à la mode. Il ne nous semble pas inutile, autant pour instruire nos contemporains que pour rendre aux inventeurs qui ont collaboré à cette ingénieuse création la part qui leur est due

nécessairement, aux tentatives présentant un intérêt pratique et aux seuls dispositifs applicables par le commerce; on comprend, d'ailleurs, qu'il ne saurait nous convenir de porter un jugement quelconque au sujet d'exploitations commerciales vis-à-vis desquelles nous nous trouvons en concurrence.

Le 22 février 1833, un savant, M. Tabarié, de Montpellier, prit un brevet d'invention pour un nouveau moyen de doser l'alcool contenu dans les vins en mesurant la température à laquelle le vin entre en ébullition. La combinaison de ce nouvel instrument, et la rédaction du brevet qui en donne la description, peuvent être considérées comme des modèles d'ingéniosité et de probité scientifiques. Tabarié explique que l'eau entrant en ébullition à 100 degrés et l'alcool à 78 degrés environ, il existe entre ces deux termes un espace de 22 degrés qui comprend les températures auxquelles bouillent tous les mélanges alcooliques quelles que soient leurs proportions : de sorte qu'il doit suffire de faire bouillir du vin dans une chaudière, d'y plonger un thermomètre et d'observer la température à laquelle le vin entre en ébullition, pour en déduire sa richesse alcoolique.

Ce principe, si simple en théorie, présente dans son application de bien grandes difficultés pratiques; Tabarié reconnut bien vite que la température exacte à laquelle le vin bout dans un vase ouvert est très difficile à saisir, car l'alcool contenu dans le vin, étant plus volatil que l'eau, se dégage le premier et s'échappe dans l'air; aussi le thermomètre accuse-t-il des températures de plus en plus élevées à mesure de la disparition de l'alcool. Le thermomètre ne reste donc jamais stationnaire.

Pour parer à cette première difficulté, l'inventeur a surmonté sa chaudière par un condenseur dans lequel s'engage la vapeur alcoolique chassée par l'ébullition; cette vapeur, se trouvant, dans le condenseur, en contact avec des surfaces refroidies, se condense et retombe dans le vin à l'état liquide, ce qui maintient constantes, non seulement la richesse alcoolique du liquide bouillant, mais aussi la température accusée par le thermomètre.

Tabarié recommande comme condition expresse, pour l'emploi de son appareil muni d'un condenseur, de chauffer la bouilloire avec beaucoup de précautions en faisant usage d'une lampe dont la mèche, très courte et ramassée en bouton, fournisse un feu doux et modéré; malgré ces utiles perfectionnements l'instrument n'était pas encore parfait : il fallait, en outre, tenir compte de l'action que la pression

cette température est élevée, tandis qu'au contraire, cette même température s'abaisse quand la pression de l'air diminue. Tabarié décrit dans ses brevets plusieurs moyens de corriger cette cause d'erreurs, moyens qui sont tous très exacts. Enfin l'inventeur reconnut que la matière extractive dissoute dans le vin agit sur la température d'ébullition de ce liquide, et il chercha la manière d'en tenir compte.

Nous trouvons dans le brevet de 1832 cette phrase intéressante : « Enfin, une dernière difficulté se présenta qui voulait être levée; elle tenait à la présence, dans les vins, de matières colorantes, salines, acides ou sucrées en proportions diverses. En effet, la présence de substances fixes dans le vin ne peut qu'*ajouter à la température...* » Nous soulignons les mots *ajouter à la température*, parce que l'action des matières extractives agit d'une façon inverse : elles *abaissent la température d'ébullition du vin*. Malheureusement Tabarié s'est trompé dans cette circonstance, et c'est bien fâcheux, car c'est la seule objection qu'on puisse adresser à son beau travail. S'il peut être une consolation pour sa mémoire, c'est que beaucoup d'autres savants se sont trompés après lui, car nous allons voir tous les continuateurs de l'œuvre de Tabarié chercher à expliquer et à corriger l'action des sels dissous dans le vin sur sa température d'ébullition, et donner tous des explications et des modes de correction empiriques et inexacts. Le moyen proposé par Tabarié est donc fautif; aussi nous ne nous attarderons pas à le décrire.

Maintenant que nous connaissons l'invention fondamentale de Tabarié, la première pensée qui vient à notre esprit, c'est de nous demander pourquoi cet instrument, si ingénieux, n'est pas entré dans la pratique, et pourquoi il est resté si longtemps oublié. A coup sûr, ce n'est pas la cause d'erreurs que nous venons de signaler qui a pu empêcher la vulgarisation de la méthode de Tabarié, car tous les œnomètres à ébullition qui sont venus après lui, et parmi lesquels quelques-uns jouirent d'un certain succès, présentèrent la même imperfection. Il faut admettre une raison toute simple, c'est que l'instrument de Tabarié est venu trop tôt. En 1833, les vins n'avaient pas une grande valeur, ils n'étaient pas frappés par des impôts excessifs, l'alcool n'était pas considéré comme l'élément le plus important de leur composition; bref, on ne se donnait pas la peine de les essayer.

Le 9 septembre 1842, M. l'abbé Brossard-Vidal, alors Principal du collège de Toulon, réinvente et brevète de nouveau, sous le nom d'ébullioscope à condenser l'appareil de Tabarié, mais en le faisant

thermomètre est remplacé par un réservoir de mercure, dans lequel plonge un flotteur qui communique ses mouvements, par le moyen de fils de soie, à une aiguille mobile devant un cadran. L'influence de la pression barométrique est déclarée insensible ou tout au moins négligeable; l'action des sels du vin est signalée et reconnue importante, mais singulièrement expliquée: « Les sels et le sucre se combinent avec l'eau et non avec l'alcool, d'où il résulte que dans ces mélanges l'alcool, loin d'être appauvri, est au contraire enrichi d'une quantité égale au volume d'eau que les sels ont absorbé. »

Enfin, comme moyen correctif :

« Il suffit de retrancher 1 degré de l'indication de l'ébullioscope quand l'alcoomètre de Gay-Lussac, plongé dans le vin, indique 12 degrés de moins que l'ébullioscope, etc... » Naturellement, l'ébullioscope à cadran, malgré l'active propagande de son auteur et de ses amis, n'obtint aucun succès.

Le 20 mars 1847, M. Conati brevetait, sous le nom de *thermomètre alcoométrique*, un nouvel ébullioscope.

Il s'agit encore ici de l'œnoscope de Tabarié, muni d'une échelle mobile pour les corrections barométriques, mais privé de son condenseur; malgré cette suppression intempestive, cet instrument, d'une construction simple, économique, d'un emploi facile, fut employé pendant plusieurs années par l'Administration de l'octroi de Paris et par le commerce des vins. On peut dire que cet appareil fit le premier apprécier les services que les négociants pouvaient tirer du dosage de l'alcool. Le département de la Gironde, à l'instigation d'un honorable négociant et juge au tribunal de commerce de Bordeaux, M. A. Biosse, acheta à lui seul un millier de ces instruments.

En 1874 surgit un nouvel ébullioscope, qui donne lieu à toute une série de brevets d'invention. Cette fois, il s'agit de l'ébullioscope de Tabarié complètement reconstitué; le condenseur et la correction des variations barométriques s'y trouvent réintégrés et brevetés de nouveau; mais le mode de chauffage est modifié. La chaudière, au lieu d'être soumise à l'action directe de la flamme, est *chauffée par la circulation du liquide au moyen d'un thermo-siphon*; quant à l'action des sels du vin, elle est diminuée par le coupage préalable du liquide avec de l'eau.

Si l'invention de Tabarié eut le tort de venir trop tôt, celle-ci eut la bonne fortune d'arriver au moment opportun. En 1874, les vins coûtaient fort cher, on se disputait déjà pour des fractions minimes

signalées plus haut, et qui rendaient si difficiles la construction et l'emploi des petits alcoomètres servant au pesage des vins après leur distillation, n'étaient pas élucidées.

Il était alors difficile de peser le vin à un demi-degré près, tout comme il est difficile aujourd'hui de le peser à deux dixièmes de degré. Aussi un instrument donnant toujours les mêmes indications, pour le même vin, devait être accueilli favorablement par le commerce, car ce dernier, dans ses transactions, ne demande rien autre chose que d'être toujours d'accord.

Nous arrivons maintenant à l'année 1880. Il nous a semblé, à cette époque, qu'à l'exemple de MM. Brossard-Vidal, Conati et autres, il nous était permis de prendre, à notre tour, dans l'invention de Tabarié, tout ce qui est réellement bon, de perfectionner ce qui est imparfait et de laisser de côté ce qui est faux.

C'est ainsi que nous avons combiné, à notre tour, un nouvel ébulliomètre dont nous allons dire quelques mots.

Il s'agit toujours, nous le répétons, de l'invention de Tabarié, avec sa chaudière, son condenseur, sa lampe à mèche courte et à flamme restreinte, son thermomètre à correction barométrique, mais avec les additions suivantes :

1° Un mode de chauffage particulier qui proportionne la surface de chauffe de la chaudière avec la surface réfrigérante du condenseur; car, ainsi que nous l'avons démontré le premier, il ne faut dégager par le chauffage que la quantité de vapeurs qui peuvent être condensées: les indications du thermomètre ne peuvent être fixes et constantes qu'autant qu'il existe une exacte relation entre la surface de la chaudière, frappée par la flamme, et la surface du condenseur immergé dans de l'eau froide.

2° Un moyen de corriger l'action des corps solides dissous dans le vin sur les indications ébulliométriques.

Cette dernière action jouant un rôle capital dans l'exactitude des ébullioscopes et ébulliomètres, il nous semble indispensable de l'étudier attentivement, car si les nouveaux œnomètres sont constants dans leurs indications; s'ils permettent, au premier venu, et sans aucun soin trop minutieux, d'obtenir, pour le même vin, toujours la même richesse, ce sont des instruments précieux qu'il importe de bien connaître; aussi nous croyons répondre aux *desiderata* exprimés par le commerce en l'initiant sur la valeur réelle de ces intéressants appareils.

Faisons bouillir dans un ébulliomètre un *mélange d'eau et d'alcool* contenant 10 % d'alcool; l'instrument marque 10 %. Ajou-

vin, des sels de potasse, des gommes, des matières colorantes, etc., ajoutons-en 20, 30, 100 grammes par litre, que dira l'ébulliomètre? Il marquera toujours 10 degrés. Est-ce qu'il faut en conclure que les corps solides dissous dans le vin ne modifient pas les indications de l'ébulliomètre? Non, tant s'en faut. Nous pouvons bien dire que l'addition de ces corps *ne modifie pas la température d'ébullition du liquide*, mais ils *faussent l'indication de l'instrument*, et c'est bien naturel. L'alcool à 10 ‰, que nous avons expérimenté tout d'abord, contient-il encore 10 ‰ d'alcool quand nous y avons ajouté des matières solides? Pas du tout, puisque l'addition de ces corps étrangers augmente le volume total de la dissolution.

En effet, le spiritueux essayé contenait :

| | |
|--------------|-------------|
| Alcool | 10 parties. |
| Eau | 90 — |

Mais à ces 100 parties nous avons ajouté :

| | |
|--------------------|--------------|
| Corps solides..... | 10 — |
| Total..... | 110 parties. |

La richesse alcoolique est devenue $\frac{10}{110} = 9,09$, soit, en chiffres ronds, 9°,1. Et le degré indiqué par l'ébulliomètre se trouve faussé par le fait de l'addition des corps solides de 10 — 9°,1 = 0°,9.

Cette première démonstration expérimentale nous autorise à émettre les propositions suivantes :

1° La température d'ébullition des vins secs dépend seulement des proportions d'eau et d'alcool qu'ils contiennent, et non pas de la quantité de matières solides qui s'y trouvent dissoutes.

2° Les ébulliomètres sont des instruments qui dosent l'alcool contenu dans le vin sans tenir compte des matières autres que l'eau et l'alcool renfermées dans les mélanges.

Pour bien démontrer l'exactitude de ces propositions, nous citerons quelques exemples : essayons dans un ébulliomètre un mélange contenant 50 parties d'eau et 50 parties d'alcool, l'instrument, mesurant le rapport entre les proportions d'eau et d'alcool, marque exactement 50 degrés. Mais, dans ce même liquide, ajoutons 50 parties de matières solides, ce qui élève son volume total à 150 parties.

Que marque l'ébulliomètre? Toujours les 50 centièmes d'alcool par rapport au mélange d'eau et d'alcool, soit 50 degrés. Mais quelle est maintenant la richesse vraie? Évidemment elle est de $\frac{50}{150}$

Prenons un exemple se rapprochant davantage des chiffres qui se présentent tous les jours dans les transactions commerciales :

| | |
|-----------------------------------------|-----|
| Un vin d'Espagne contient : Alcool..... | 15 |
| Matières extractives..... | 2 |
| Eau..... | 83 |
| Total..... | 100 |

La richesse de ce vin est nécessairement 15/100.
Mais que diront les ébulliomètres?

| | |
|---------------------------------------------|-------------|
| Ils diront : ce vin contient : Alcool | 15 parties. |
| Eau | 83 — |
| Total..... | 98 — |

Soit $\frac{15}{98}$ ou 15°,3, en erreur de 0°,3 dixièmes.

Si l'on a bien saisi la démonstration que nous venons de développer et les expériences dont nous l'avons appuyée, on aura déjà compris que pour obtenir, au moyen d'un ébulliomètre, la richesse vraie du liquide essayé, il faut : diviser le volume de l'alcool par le volume total du liquide, déduction faite du volume occupé par les matières solides dissoutes. Ce qui nécessite, on le voit, la connaissance du volume occupé par la matière extractive dissoute dans le vin.

La proportion moyenne de la matière extractive contenue dans les vins secs, dits ordinaires, oscille entre 20 et 30 grammes par litre ; nous savons, d'autre part, que la densité des sels du vin est 1,94 ou, ce qui est équivalent, que 1 gramme d'extrait sec du vin occupe un volume de 0^{cc},51 ; nous avons dès lors tous les éléments nécessaires pour calculer une échelle *ébulliométrique* corrigée, et c'est ce que nous avons fait.

Le thermomètre de l'ébulliomètre que nous décrivons porte une division en degrés et dixièmes de degré centigrades ; mais pour traduire ces degrés centigrades en richesses alcooliques, nous employons une règle à coulisse qui se compose d'une réglette médiane (fig. 16), mobile entre deux échelles fixes ; cette réglette, qui est divisée en degrés centigrades, représente, par conséquent, l'échelle du thermomètre ; l'échelle fixe de gauche, intitulée *eau et alcool*, est graduée en degrés alcooliques suivant la loi des températures d'ébullition des mélanges d'eau et d'alcool purs ; l'échelle fixe de droite

loi, mais modifiée par la correction afférente à l'action des sels du vin d'après la formule que nous venons de développer.

Pour déterminer, au moyen de cette échelle, la richesse alcoolique d'un vin ordinaire quand on connaît sa température d'ébullition exprimée en degrés centigrades, on cherche sur l'échelle de droite quel est le degré alcoolique qui se trouve en face cette température et, réciproquement, on connaît la richesse d'un mélange d'eau et d'alcool en lisant, de la même manière, sur l'échelle de gauche, se rapportant aux spiritueux ne contenant aucun corps solide en dissolution.

Nous croyons en avoir assez dit pour avoir bien fait comprendre qu'il est impossible à un ébulliomètre, quel qu'en soit le système, de doser exactement, par une seule lecture de son échelle divisée, la quantité d'alcool qu'il renferme, et l'erreur que ce mode primitif de graduation peut entraîner, croît avec la richesse alcoolique du vin essayé et avec la proportion de sa matière extractive. L'échelle ébulliométrique corrige, dans la mesure du possible, cette cause d'erreurs restée inexplicquée jusqu'ici.

Nous avons, dans ce qui précède, considéré les sels du vin comme des matières extractives complètement inertes quant à leur propre action sur la température d'ébullition du vin, c'est-à-dire comme si elles ne modifiaient, par elles-mêmes, en aucune façon, cette température. Ceci est tout à fait vrai quand il s'agit de la matière extractive que renferment nos vins rouges français, vins secs ne contenant plus de sucre de raisin. L'expérience le prouve d'ailleurs avec la dernière évidence : si dans de l'eau pure on ajoute 20 à 30 grammes

d'extrait de vin obtenu par dessiccation, la température d'ébullition de l'eau n'est pas changée, elle reste constante à 100 degrés.

Si l'on compose, par synthèse, un mélange d'eau, d'alcool et de matière extractive de vin, l'ébulliomètre accuse exactement la richesse alcoolique du vin correspondant aux proportions d'eau et d'alcool. Ainsi que nous l'avons expliqué plus haut, l'action de l'extrait sec est nulle; mais si au lieu d'extrait composé seulement des sels minéraux et des substances organiques qui entrent dans la composition de nos vins secs le liquide essayé contient du sucre de raisin

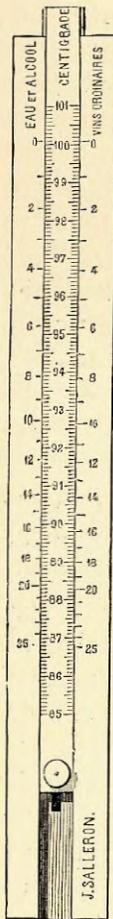


Fig. 16.

élève la température d'ébullition du liquide dans lequel il est dissous.

C'est ainsi que de l'eau sucrée par le glucose bout à une température supérieure à 100 degrés, et que les vins sucrés bouillent également à des températures supérieures à celles qui correspondent à leur richesse alcoolique, de sorte que toutes les règles que nous avons établies tout à l'heure, à propos des vins secs, se trouvent bouleversées par la présence du sucre de raisin. Ce sucre de raisin n'est pas le seul agent qui agisse de la sorte en faussant les indications des ébulliomètres; l'acide acétique est dans le même cas, et il est très probable que les éthers ou huiles essentielles, qui donnent aux vins leurs bouquets ou leurs parfums, agissent d'une façon analogue, soit en élevant la température d'ébullition du vin, soit en l'abaissant, suivant qu'ils sont eux-mêmes plus ou moins volatils que l'alcool.

Cette action propre à certains corps qui accompagnent le vin dans ses transformations successives, apporte, il faut bien le reconnaître, une grande complication dans la théorie des ébulliomètres, car, à moins de connaître la composition chimique exacte du vin dont il s'agit de doser l'alcool, nous ne voyons pas qu'il soit possible de calculer *à priori* les erreurs auxquelles ces instruments sont sujets. Est-il possible, au moins, de corriger ces erreurs en coupant le liquide par moitié avec de l'eau et en doublant le résultat fourni par l'instrument? Cet artifice a bien pour effet de *diminuer* ces erreurs, mais il ne peut les faire entièrement disparaître. Puisque nous connaissons maintenant le mécanisme de l'action des matières solubles contenues dans le vin, nous pouvons en faire la preuve.

Soit un mélange composé de :

| | |
|---------------------------------|-----|
| Alcool | 20 |
| Matières salines et sucrées.... | 10 |
| Eau | 70 |
| Total..... | 100 |

La richesse alcoolique est 20 %;

Les ébulliomètres marquent $20/90 = 22^{\circ},22$.

Coupons le liquide avec moitié eau, il contiendra :

| | |
|---------------------------------|-----|
| Alcool | 20 |
| Matières salines et sucrées.... | 10 |
| Eau..... | 170 |
| Total..... | 200 |

La richesse vraie est $\frac{20}{200} = 10 \text{ degrés} \times 2 = 20 \text{ degrés}$.

L'erreur qui était, avant le coupage, de 2°,22, se trouve réduite, après le coupage par moitié, à 1°,04, mais elle n'est pas entièrement corrigée.

Nous pourrions, il est vrai, couper le liquide avec trois volumes d'eau, ce qui diminuerait l'erreur davantage encore, mais il ne faut pas nous y tromper : ce mode de correction amène, par lui-même, des causes d'erreurs qui peuvent atteindre, si ce n'est dépasser, celles que nous cherchons à supprimer.

Admettons que nous nous trompions seulement de 0°,1 sur la lecture du thermomètre, lors de l'essai d'un liquide réduit, par le coupage, au quart de sa richesse alcoolique, cette erreur se trouvera, lors du calcul final, multipliée par 4, et s'élèvera, en fin de compte, à quatre dixièmes de degré. De plus, cette erreur pouvant s'ajouter à celle que laisse subsister le coupage, tout aussi bien que s'en retrancher, il peut arriver que cette méthode, employée pour la correction des indications ébulliométriques, augmente l'erreur au lieu de la diminuer.

Nous croyons en avoir assez dit à propos de la théorie des ébulliomètres, nous renverrons d'ailleurs les lecteurs qui s'intéressent à cette question à la série d'études que nous avons publiées à ce sujet (1).

- 49. **Ébulliomètre de J. Salleron** (breveté s. g. d. g.)
pour doser l'alcool contenu dans les vins (fig. 17)... 75 fr.
- 50. **Thermomètre de rechange** pour l'ébulliomètre
ci-dessus..... 20. »
- 51. **Mesure de verre** divisée en 100 parties idem..... 5. »
- 52. **Boîte de mèches** appropriées à la lampe de l'ébullio-
mètre..... » 50

Description de l'ébulliomètre. — L'ébulliomètre se compose essentiellement d'une chaudière métallique contenant le liquide soumis à l'expérience, et enfermée dans l'enveloppe AB (fig. 17), qui la protège contre le rayonnement extérieur et augmente la rapidité et la régularité du chauffage. Un réfrigérant D', fixé sur le 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 centi-

(1) *Études sur la température d'ébullition des spiritueux et sur le dosage de*

grade, est fixé au moyen d'un bouchon de caoutchouc dans la tubulure *t* de la chaudière; son réservoir plonge au sein du liquide chauffé.

Une lampe à alcool L, à flamme constante, chauffe le liquide contenu dans la chaudière. Cette lampe est accompagnée d'une provision de mèches appropriées.

Une échelle *ébulliométrique* à coulisse (fig. 16) a pour objet de transformer en richesses alcooliques les températures accusées en degrés centigrades par le thermomètre T.

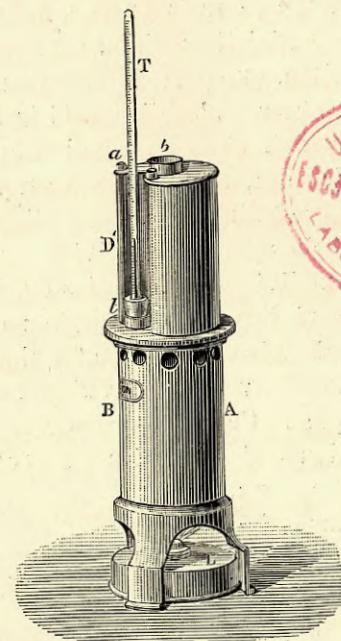


Fig. 17.

Un tube de verre gradué en 100 parties sert à mesurer le volume du liquide sur lequel on doit opérer; il peut aussi être employé pour effectuer le coupage des différents liquides soumis à l'analyse. L'ensemble de ces différents organes est renfermé dans une boîte portative.

Réglage de l'appareil. — Les changements de la pression barométrique modifiant la température d'ébullition des liquides, il faut, chaque jour, avant de procéder aux expériences, déterminer la température de l'ébullition de l'eau.

On verse dans la chaudière 15 centimètres cubes d'eau pure, que l'on mesure au moyen du tube de verre gradué (30 divisions), on



allume la lampe L, préalablement remplie d'alcool, et l'on pose le fourneau AB par-dessus la lampe. Après quelques minutes, la colonne de mercure s'élève et s'arrête bientôt en mesurant la température de l'ébullition de l'eau. Supposons que cette température, lue sur l'échelle du thermomètre, 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 l'échelle à coulisse (fig. 16) laquelle porte trois graduations différentes : celle du milieu, tracée sur une réglette 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 (voir fig. 16), 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 produisent 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 l'immobilité de la colonne, puis on lit la division qui se trouve en face le sommet du mercure. Supposons que ce soit 90°,7, on éteint la lampe et l'opération est terminée.

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

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 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°,7, la richesse alcoolique est 13°,8.

Essai des liquides très alcooliques. — Le thermomètre de l'ébulliomètre et l'échelle alcoométrique qui le complète ne permettent pas de mesurer des richesses alcooliques supérieures à 25 degrés; si l'on voulait essayer des liquides plus spiritueux comme, par exemple, des eaux-de-vie sirupées, il faudrait, au préalable, les couper avec de l'eau dans une proportion connue, et multiplier par le même rapport le degré indiqué par l'ébulliomètre. Il va sans dire que la lecture de la richesse alcoolique doit alors être faite sur l'échelle *eau et alcool*.

Essai des vins sucrés et des liqueurs. — Il n'est pas possible de doser exactement, au moyen de la température d'ébullition, l'alcool contenu dans les liquides qui contiennent du sucre de raisin. Le coupage du liquide avec de l'eau ne suffit pas à corriger les erreurs causées par la présence du glucose; l'essai de ces liquides ne peut être effectué que par la distillation.

DOSAGE DE L'ALCOOL

PAR LA CAPILLARITÉ

On sait que l'ascension des liquides dans les tubes capillaires se manifeste de façons très inégales avec les divers liquides. M. Artur a constaté, par exemple, que dans un même tube capillaire, la colonne d'eau pure est beaucoup plus haute que celle d'alcool également pur, et qu'entre ces deux points extrêmes, les mélanges d'eau et d'alcool

allume la lampe L, préalablement remplie d'alcool, et l'on pose le fourneau AB par-dessus la lampe. Après quelques minutes, la colonne de mercure s'élève et s'arrête bientôt en mesurant la température de l'ébullition de l'eau. Supposons que cette température, lue sur l'échelle du thermomètre, 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 l'échelle à coulisse (fig. 16) laquelle porte trois graduations différentes : celle du milieu, tracée sur une réglette 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 (voir fig. 16), 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 produisent 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 l'immobilité de la colonne, puis on lit la division qui se trouve en face le sommet du mercure. Supposons que ce soit 90°,7, on éteint la lampe et l'opération est terminée.

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

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 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°,7, la richesse alcoolique est 13°,8.

Essai des liquides très alcooliques. — Le thermomètre de l'ébulliomètre et l'échelle alcoométrique qui le complète ne permettent pas de mesurer des richesses alcooliques supérieures à 25 degrés; si l'on voulait essayer des liquides plus spiritueux comme, par exemple, des eaux-de-vie sirupées, il faudrait, au préalable, les couper avec de l'eau dans une proportion connue, et multiplier par le même rapport le degré indiqué par l'ébulliomètre. Il va sans dire que la lecture de la richesse alcoolique doit alors être faite sur l'échelle *eau et alcool*.

Essai des vins sucrés et des liqueurs. — Il n'est pas possible de doser exactement, au moyen de la température d'ébullition, l'alcool contenu dans les liquides qui contiennent du sucre de raisin. Le coupage du liquide avec de l'eau ne suffit pas à corriger les erreurs causées par la présence du glucose; l'essai de ces liquides ne peut être effectué que par la distillation.

DOSAGE DE L'ALCOOL

PAR LA CAPILLARITÉ

On sait que l'ascension des liquides dans les tubes capillaires se manifeste de façons très inégales avec les divers liquides. M. Artur a constaté, par exemple, que dans un même tube capillaire, la colonne d'eau pure est beaucoup plus haute que celle d'alcool également pur, et qu'entre ces deux points extrêmes, les mélanges d'eau et d'alcool

proportion d'eau est plus considérable; ce physicien avait même construit un alcoomètre reposant sur ce principe. MM. Musculus, Valson, Garcerie et beaucoup d'autres inventeurs ont construit, à leur tour, des instruments semblables qui séduisent d'abord par leur extrême simplicité. On met dans un verre le liquide à essayer; on pose sur ce verre une petite planchette P que traverse à frottement un tube capillaire gradué T (fig. 18). On affleure l'extrémité effilée de ce tube sur la surface du liquide; on aspire le liquide par le sommet du tube, puis on le laisse redescendre, et la division où il s'arrête indique le degré alcoolique cherché.

L'emploi de cet instrument, si simple qu'il soit en apparence, exige cependant certaines précautions assez minutieuses. Ainsi, MM. Musculus, Valson et Garcerie recommandent de plonger préala-

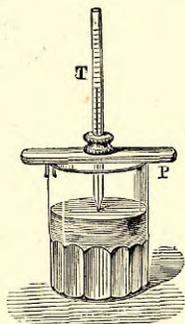


Fig. 18.

blement le tube pendant deux ou trois minutes dans de l'eau à la température de 15 degrés. Ils recommandent aussi de ne pas souffler dans le tube, tout devant se faire par aspiration; d'éviter avec soin d'y introduire de la salive, des matières grasses, des liquides visqueux, tels que la bière et, en général, tout liquide autre que l'eau, le vin et l'alcool. Ils ajoutent que si, pendant l'opération, des bulles d'air divisaient la colonne, il faudrait recommencer. Ces recommandations mêmes révèlent déjà les inconvénients assez graves inhérents à l'emploi d'un appareil qui n'est exact que pour les mélanges d'eau et d'alcool purs.

M. Artur avait d'ailleurs, dès 1866, prémuni le commerce contre les anomalies auxquelles les phénomènes capillaires sont sujets : il avait montré qu'il suffit d'une très minime quantité de savon dissoute dans le liquide qui traverse un tube de verre pour que l'action capillaire soit complètement modifiée; une trace d'huile ou la dissolution d'un corps gras supprime l'action capillaire en empêchant le verre

de l'action des matières solides dissoutes dans les spiritueux sur leur température d'ébullition s'applique exactement aux indications des liquomètres capillaires; nous avons montré que la matière extractive du vin les fausse en exagérant la proportion d'alcool, cette erreur croissant avec le volume de la matière extractive contenue dans le vin et avec la richesse alcoolique de ce dernier.

53. **Liquomètre de MM. Musculus, Valson et Garcerie** pour doser l'alcool par la capillarité (fig. 18)..... 10 fr.

CONCLUSION

Nous voici enfin parvenus au terme de notre étude; nous connaissons à présent la valeur des meilleurs procédés alcoométriques; nous savons que la distillation, quand elle est bien conduite, donne des résultats exacts qui atteignent une approximation au moins égale à deux dixièmes de degré.

Nous savons que les ébullioscopes et les ébulliomètres sont des instruments commodes, pratiques, opérant vite, constants dans leurs indications, mais sujets à des causes d'erreurs qu'il est impossible de prévoir ni de corriger tout à fait. S'il est démontré que le sucre de raisin qui n'a pas subi la fermentation alcoolique, que l'acide acétique, dû à la fermentation acide du vin, modifient les indications de ces instruments, le champ de leur emploi se trouve bien rétréci. Ces instruments ne peuvent servir ni à l'essai d'un grand nombre de vins rouges étrangers qui contiennent encore du sucre, ni au dosage des vins blancs de Bordeaux, toujours liquoreux, ni aux vins dits de liqueur dont la richesse saccharine est toujours considérable, ni enfin au vin piqué tournant au vinaigre, etc.

Cependant, si les *degrés* des ébulliomètres ne peuvent être assimilés à des *centièmes* d'alcool, rien n'empêche le commerce, s'il le trouve commode et avantageux, d'établir la base de ses transactions sur les indications de ces instruments. Il convient seulement de savoir que ces *degrés* n'ont qu'une valeur arbitraire et que, lorsqu'il s'agit de *richesses alcooliques vraies*, c'est à la distillation seule qu'il faut recourir.

Nous savons enfin que les instruments qui mesurent l'alcool par l'attraction capillaire, sont sujets à des causes d'erreurs telles qu'on ne peut se fier à leurs indications.

Si, maintenant, le degré de précision atteint par la distillation elle-même est déclaré insuffisant, ce n'est pas la *science actuelle*

insuffisante, ce que, pour notre part, nous ne croyons pas, il faut rendre inutile, et pour cela il faut modifier les bases de la perception de l'impôt sur les boissons. Le jour où les vins ne payeront plus d'impôts, le jour où l'alcool ne payera que des droits proportionnés à sa propre valeur, les analyses alcoométriques seront bien simplifiées; le vin coûtera bon marché et on ne se disputera plus pour des fractions de degré infinitésimales.

C'est donc à nos législateurs qu'il faut demander l'abolition de l'impôt sur les boissons, qui non seulement diminuera l'importance de l'essai des vins, mais encore rendra au commerce des boissons la liberté qui appartient à toutes les industries françaises.

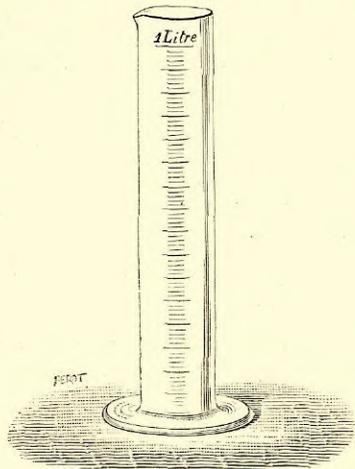


Fig. 19.



Fig. 20.

DÉGUSTATION DES VINS

- 54. **Éprouvette** en cristal, de la capacité de 1 litre, divisée en 100 parties pour expérimenter le coupage des vins (fig. 19)..... 8 fr.
- 55. **Idem**, de 1/2 litre..... 6 fr.
- 56. **Idem**, de 1/4 de litre..... 5 fr.

Il est superflu de dire ici que le commerce des vins obtient des produits, non seulement potables, mais le plus souvent fort agréables, en mélangeant, dans des proportions convenables, des vins de diverses natures et de différents crus. Ce travail subi par les vigneronnes

par l'essai, la dégustation et la comparaison de plusieurs mélanges. On se sert, pour cet usage, d'une éprouvette divisée en capacités égales représentant les doses des échantillons de vins dont on veut essayer le coupage en mesurant la couleur, la richesse alcoolique et le poids de l'extrait sec.

- 57. **Verre gradué** pour la dégustation des vins de coupage (fig. 20)..... 4 fr.

Ce verre est pour ainsi dire le complément de l'éprouvette dont nous venons de parler : on s'en sert plus particulièrement pour apprécier, par la dégustation, les qualités des produits obtenus par le mélange de différents vins en proportions déterminées.

- 58. **Tasse** en maillechort argenté pour la dégustation des vins (fig. 21)..... 9 fr.
- 59. **Tasse** en argent, idem..... 35. »



Fig. 21.

La forme contournée, bossuée, tourmentée, qu'on a donnée à la tasse du marchand de vin, a précisément pour résultat de produire, au sein du liquide coloré, des reflets et des jeux de lumière qui accentuent la limpidité de ce dernier et facilitent l'appréciation de son intensité colorante.

ANALYSE DE LA MATIÈRE EXTRACTIVE

Les chimistes nomment *matière extractive* ou *extrait sec du vin* la totalité des matières contenues dans le vin et non volatiles à la température de 100 degrés. Il suffit donc, pour doser le poids de ces matières, de faire évaporer un volume déterminé de vin en le soumettant à la température de 100 degrés et d'en peser le résidu. Cette opération est fort simple en théorie, mais il n'en est peut-être pas de plus difficile à mettre en pratique.

En effet, l'eau, l'alcool et les éthers sont les seuls principes du vin qui s'évaporent aux températures inférieures à 100 degrés. Mais si

entraîne mécaniquement un autre liquide, beaucoup moins volatil, la glycérine, qui doit rester toute entière dans l'extrait. En outre, les sels, les gommes, les matières organiques solides qui composent ce dernier, s'ils sont maintenus pendant quelque temps à la température de 100 degrés, s'altèrent sous l'action de l'oxygène de l'air et leur poids se modifie.

Le poids de l'extrait est donc diminué par le fait d'une évaporation rapide et diminué davantage encore par un chauffage trop longtemps prolongé. On peut, d'après ce simple exposé, s'imaginer combien ce procédé offre de chances d'erreurs et quelles divergences peuvent présenter les résultats obtenus, sur un même vin, par des expérimentateurs différents.

Cependant l'analyse des vins, au point de vue de la proportion de leurs matières extractives, présente un intérêt capital; ces extraits constituent avec l'alcool la principale valeur commerciale du vin. En outre, ils doivent être considérés comme des aliments non moins toniques et non moins précieux, et c'est à leur présence que le vin doit son immense supériorité sur toutes les autres boissons fermentées. Nous ne saurions donc trop insister sur l'énorme intérêt que présente l'analyse du vin au point de vue de sa matière extractive et sur l'importance des appareils que nous allons décrire.

DÉTERMINATION DE L'EXTRAIT SEC PRIS A 100 DEGRÉS

- 60. **Balance de précision** trébuchant sous le poids de 1 demi-milligramme, et disposée pour peser l'extrait sec des vins (fig. 22)..... 200 fr.
- 61. **Capsule de platine** à fond plat, de 6 centimètres de diamètre..... 40. »
- 62. **Pipette** jaugée de 25 centimètres cubes..... 2.50
- 63. **Bain-marie et Fourneau à gaz** pour chauffer les capsules à la température de 100 degrés (fig. 23).... 25. »
- 64. **Dessiccateur** à acide sulfurique (fig. 24)..... 15. »

M. Houdart a donné les prescriptions qu'il faut exactement suivre pour obtenir, au moyen de la dessiccation et de la balance, la richesse extractive des vins avec une précision toujours comparable. En voici les passages les plus importants.

« Je propose de considérer comme *extrait sec* la matière extrac-

cubes de vin, je les verse dans une capsule de platine de 6 centimètres de diamètre à fond plat et du poids de 21 grammes; cette capsule

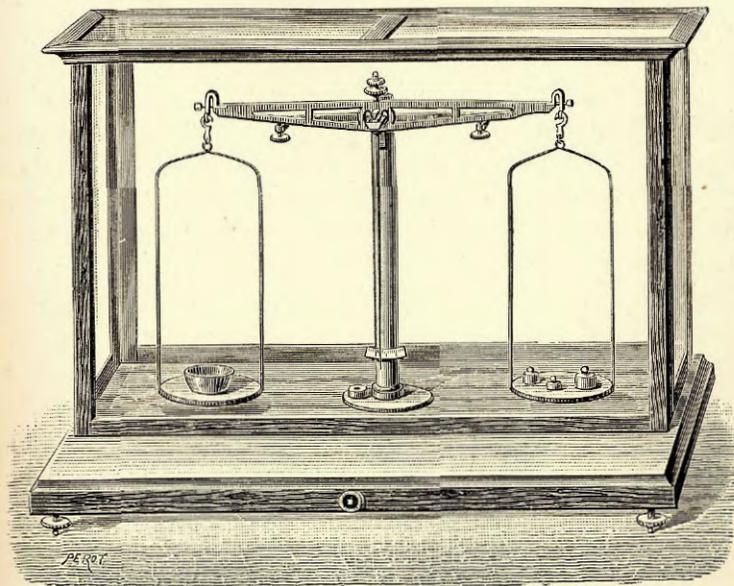


Fig. 22.

est posée sur un bain-marie chauffé à l'eau bouillante; après la disparition complète de l'eau et de l'alcool, le résidu pâteux d'abord,

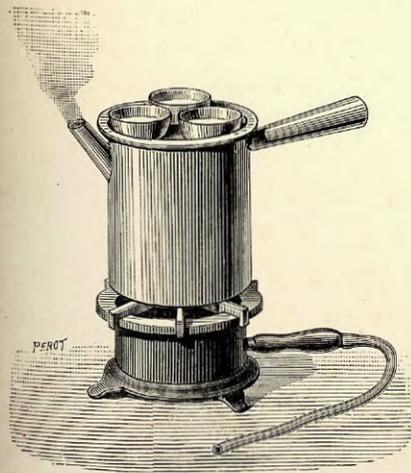


Fig. 23.

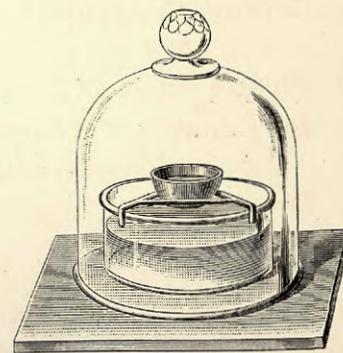


Fig. 24.

gomme, ensuite, est chauffé pendant quatre heures, après quoi

rique concentré, la capsule est pesée de nouveau, et l'augmentation de son poids multipliée par 40 donne le poids de l'extrait contenu dans un litre de vin.

« On obtiendrait encore de semblables résultats en opérant avec les mêmes capsules et le même volume de vin introduits pendant huit heures et demie dans une étuve de Gay-Lussac chauffée à 100 degrés, et traversée par un courant d'air. »

DÉTERMINATION DE L'EXTRAIT SEC PRIS DANS LE VIDE

Nous venons de dire que la matière extractive du vin exposée à la température de 100 degrés diminue de poids, non seulement par l'évaporation de l'eau dans laquelle elle était dissoute, mais encore

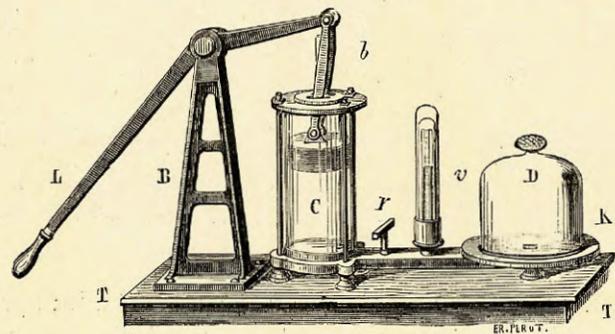


Fig. 25.

par l'altération d'un certain nombre de ses éléments. Plusieurs savants, parmi lesquels nous citerons MM. A. Gautier et Magnier de La Source, ont proposé de déterminer le poids de l'extrait sec du vin en évaporant ce dernier dans le vide, c'est-à-dire sous la cloche d'une machine pneumatique en présence de substances avides d'humidité, telles que l'acide sulfurique et l'acide phosphorique anhydre. Des expériences très nombreuses exécutées par ces habiles chimistes ont démontré que le *procédé de dosage de l'extrait sec dans le vide donne des poids fixes et comparables entre eux, que l'on peut affirmer n'être entachés d'erreurs supérieures à 0^{sr},5 par litre de vin* (1).

Malgré la complication expérimentale que présente l'emploi de cette méthode et le temps que nécessite sa mise en œuvre, nous en donnerons la description parce que ses résultats ont été cités dans un certain nombre d'expertises légales. Mais si ces chiffres sont comparables entre eux ils ne sauraient être considérés, pas plus que

ceux fournis par la dessiccation à 100 degrés, comme donnant le poids absolu de l'extrait sec; ils ne représentent que le poids de la matière extractive pesée dans des conditions spéciales.

- 65. **Balance de précision** (voir n° 60)..... 200 fr.
- 66. **Pipette jaugée** de 5 centimètres cubes..... 2. »
- 67. **Vase mince** en verre de Bohême, à bords rodés, avec son couvercle..... 3. »

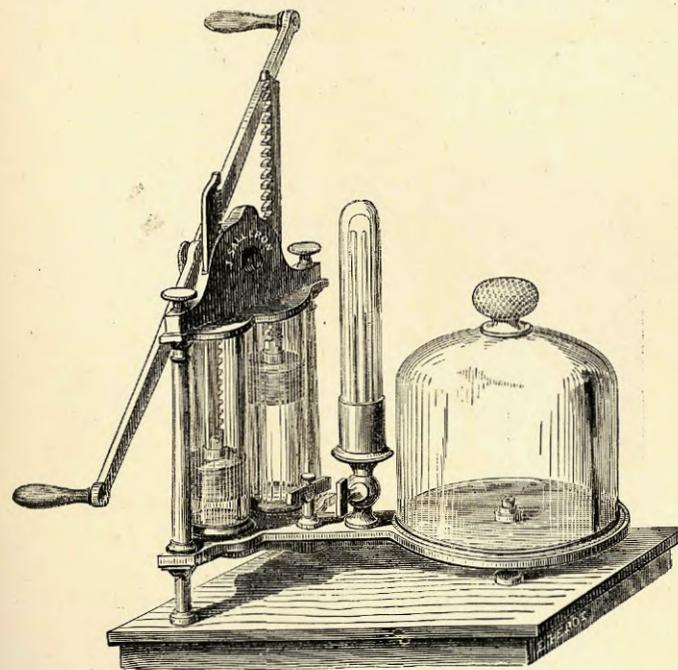


Fig. 26.

- 68. **Machine pneumatique** à un seul corps de pompe en cristal, platine de 20 centimètres de diamètre, montée sur sa table (fig. 25) 220. »
- 69. **Machine pneumatique** à deux corps de pompe en cristal et à double épuisement, faisant le vide à 1 millimètre de mercure. Platine de 22 centimètres. Table en acajou (fig. 26)..... 350. »
- 70. **Cloche** à bord rodé..... 6. »
- 71. **Dessiccateur** à acides sulfurique et phosphorique, y compris une cloche à robinet et à bord rodé (fig. 27). 30. »
- 72. **Acide sulfurique concentré pur**..... le kilog. 3. »

74. **Tubes en U**, garnis de ponce sulfurique et montés sur un support, pour dessécher l'air qui rentre sous le récipient de la machine pneumatique (fig. 27)..... 12 fr.

Voici la manière d'opérer telle que la décrit M. A. Gautier :

« Au moyen d'une pipette laissant couler exactement 5 centimètres cubes, on verse le vin dans un vase mince de verre de Bohême, à fond plat et à bord bas, rodé et pouvant être recouvert d'une petite plaque de verre dépoli. Le verre et son obturateur sont exactement tarés d'avance. Le vase ouvert, contenant le vin, est alors laissé durant deux jours dans le vide pneumatique sous une cloche à bord rodé (fig. 27) et en présence d'acide sulfurique. Au bout de

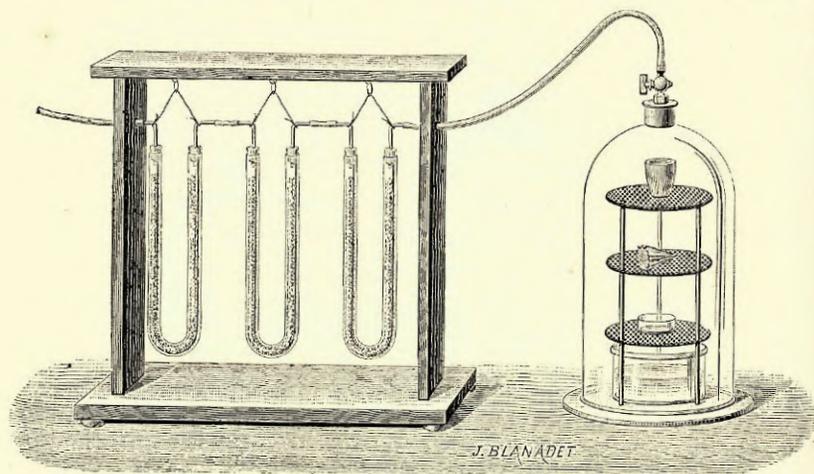


Fig. 27.

ce temps on ouvre la cloche à dessiccation et on remplace l'acide sulfurique par un peu d'acide phosphorique anhydre. Après deux jours en été, six jours en hiver, l'extrait ainsi obtenu est sec, ou plutôt les variations de poids rapportées au litre de vin ne dépassent plus 1 demi-gramme en quatre ou cinq jours. La perte est souvent même devenue presque nulle au bout du troisième jour par une température ambiante de 25 à 30 degrés. On pèse alors le résidu après qu'on a laissé rentrer dans la cloche à vide de l'air desséché par son passage dans des tubes en U contenant de la ponce sulfurique et recouvert le verre de Bohême de sa plaque rodée. L'extrait est en effet très hygrométrique.

« J'ai remarqué que pour des températures ambiantes plus basses

Le poids de l'extrait obtenu dans le vide est toujours plus élevé que celui laissé par l'évaporation du même vin, à la température de 100 degrés. Il faut l'attribuer à la proportion plus considérable de glycérine qui reste avec les matières solides, car ce liquide, bien que sa température d'ébullition atteigne 275 degrés, est entraîné mécaniquement par la vapeur d'eau, aussi bien dans le vide à la température ambiante, que dans l'air à 100 degrés, quoiqu'en proportion moindre. Enfin, un certain nombre des éléments du vin, tels que les éthers, les matières astringentes et colorantes, s'évaporent, s'oxydent, se brunissent et finalement diminuent de poids.

MM. Gautier et Magnier de La Source ont déterminé expérimentalement le rapport qui existe entre les poids de matière extractive fournis par les deux méthodes que nous venons de décrire, et ils ont fixé à 1.274 le chiffre par lequel il faut multiplier le poids de l'extrait sec obtenu dans l'air à 100 degrés pour connaître le poids du même extrait fourni par l'évaporation dans le vide. Réciproquement, il faut multiplier par 0.785 le poids de l'extrait desséché dans le vide pour trouver celui qu'on obtiendrait à la température de 100 degrés (1). Il est sous-entendu que ces coefficients ne s'appliquent qu'aux vins rouges ordinaires; pour les vins rouges sucrés et pour les vins blancs liquoreux leur exactitude peut être mise en doute.

DÉTERMINATION DE L'EXTRAIT SEC PAR L'ŒNOBAROMÈTRE

- 75. **Œno-baromètre de M. E. Houdart**, pour la détermination de l'extrait sec contenu dans les vins, avec instruction pour son usage..... 6 fr.
- 76. **Le même**, renfermé dans une boîte avec tous les instruments nécessaires à l'application du procédé E. Houdart..... 25. »
- 77. **Trousse œno-barométrique** d'un petit volume, pour voyage (fig. 28)..... 15. »

M. E. Houdart, frappé des difficultés que présente le dosage de l'extrait sec des vins en faisant usage de la méthode classique (pesée par la balance), a combiné un nouveau procédé d'analyse dont la simplicité, la facilité pratique et l'exactitude ne laissent rien à désirer. Voici, en peu de mots, le résumé de sa théorie.

Gay-Lussac a donné la densité de tous les mélanges d'eau et d'alcool, quelles qu'en soient les proportions. On peut déterminer facilement au moyen des alambics d'essai ou de l'ébulliomètre

(nos 36, 37 et 49), la richesse alcoolique des liquides qui contiennent, comme les vins, des principes autres que l'alcool et l'eau, principes qui modifient la densité normale du mélange.

Supposons que nous connaissions la densité moyenne des sels et autres matières solides qui constituent l'extrait sec du vin. Il nous sera facile, connaissant la densité du vin lui-même et sa richesse alcoolique, d'en déduire le poids total de ces matières extractives.

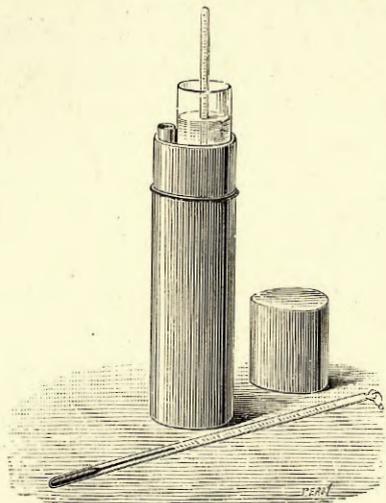


Fig. 28.

En effet, soit :

- P le poids de la matière extractive;
- 2,062 un coefficient dépendant de la densité des sels du vin;
- D la densité du vin;
- D' la densité d'un mélange d'eau et d'alcool purs, dont la richesse alcoolique soit égale à celle du vin

$$P = 2,062 (D - D')$$

Pour déterminer ce coefficient 2,062, il a fallu prendre la densité de la matière extractive de tous les vins connus. C'est ainsi que le chiffre 1,94 représente la densité moyenne de l'extrait sec de plus de cinq cents échantillons choisis parmi les crus de tous les pays.

Pour mettre cette théorie en œuvre, on détermine :

- 1° La densité D du vin à la température de 15 degrés au moyen d'un aréomètre spécial nommé *œnobaromètre* (1);
- 2° La richesse alcoolique de ce même vin mesurée à la même température. Cette détermination est faite au moyen de l'alambic d'essai ou de l'ébulliomètre que nous avons décrits plus haut :

3° Au moyen de tables spéciales calculées en prenant pour base la densité que devrait avoir le vin s'il ne contenait que de l'eau et de l'alcool, et celle qu'il possède réellement, on détermine le poids de l'extrait sec dissous dans le vin, soit le nombre de grammes de matière extractive que renferme un litre de vin.

Exemple : L'œnobaromètre plongé dans le vin à la température de 18 degrés marque 8 degrés.

La richesse alcoolique du vin est 14 degrés.

Une première table fait savoir que le vin marquerait 8°,5 à l'œnobaromètre s'il avait été pesé à la température de 15 degrés.

Une seconde table indique que le vin contenant 14 degrés d'alcool et pesant 8°,5 œnobarométriques contient 27 grammes d'extrait sec par litre.

Les tables que nous venons de citer peuvent être remplacées avantageusement par une échelle à coulisse spéciale, qui donne le poids de l'extrait sec sans aucune interpolation, quelles que soient les fractions de degrés œnobarométriques et alcooliques données par les expériences.

78. **Échelle œnobarométrique** ou règle à coulisse pour le calcul de la richesse extractive du vin, remplaçant avantageusement les tables œnobarométriques, avec instruction (fig. 29). 10 fr.

Tous les nombres qui composent les tables à l'usage de l'œnobaromètre, étant les résultats de calculs proportionnels, ont pu être transformés en échelles tracées sur une règle à coulisse. Cette règle, dont la manipulation est très simple, est d'un usage plus commode que les tables publiées jusqu'ici, parce qu'elle permet de lire toutes les fractions de degrés sans recourir à aucune interpolation.

Supposons que nous ayons obtenu pour l'essai d'un vin les chiffres suivants :

La richesse alcoolique est 11°,3.

Le poids œnobarométrique corrigé 9°,8.

Quel est le poids de l'extrait sec?

Disons d'abord que la règle à coulisse porte trois graduations différentes : la première, celle de droite nommée *œnobaromètre*, représente les indications de cet instrument avec ses degrés fractionnés en cinq parties ; la seconde, celle du milieu *alcool*, indique les richesses alcooliques subdivisées en cinquièmes de degré ; enfin la troisième, celle de gauche, indique le poids de l'extrait sec du vin exprimé



Fig. 29.

sur l'échelle du milieu (*alcool*) en face du chiffre œnobarométrique 9,8 (9 degrés et 4 cinquièmes), puis on lit sur l'échelle de gauche (*extrait sec*) le chiffre qui se trouve placé devant 11,3 de la règle du milieu (*alcool*); on trouve 23,3, ce qui veut dire que le vin contient 23 grammes et 3 cinquièmes de gramme, ou 23 grammes et 6 décigrammes d'*extrait sec* par litre.

DOSAGE DE L'EXTRAIT SEC DES VINS SUCRÉS

M. Houdart a eu le soin de spécifier que sa méthode ne pouvait s'appliquer aux vins contenant du sucre, et il est facile d'en comprendre la raison : l'évaluation du poids de la matière extractive donnée par l'œnobaromètre est déduite de l'augmentation de la densité acquise par le vin sous l'action de la matière solide qu'il tient en dissolution; la densité de cette dernière ayant été fixée par l'auteur du procédé au chiffre de 1,94. Mais si le vin contient du sucre dont la densité est environ 1,60, la valeur relative des divisions de l'instrument est considérablement modifiée. Cependant il serait très utile de pouvoir déterminer, avec la rapidité que fournit la méthode œnobarométrique, le poids de l'extrait sec *des vins sucrés*.

Les procédés de dosage de la matière extractive, par l'évaporation dans le vide ou dans l'air à 100 degrés, ne donnent pas des indications plus rigoureuses, car le sucre, lors de l'évaporation du vin, retient mécaniquement un poids d'eau appréciable qui ne s'échappe pas plus dans le vide qu'à 100 degrés; aussi les poids donnés par les méthodes en usage jusqu'à présent sont tous trop élevés : il n'est donc pas exact, pour obtenir exactement le poids de l'extrait sec, de retrancher le poids du sucre donné par l'analyse saccharimétrique du chiffre accusé par ces méthodes.

Cependant, le poids de l'extrait sec des vins de grande consommation entre en ligne de compte pour établir leur valeur intrinsèque; or un très grand nombre de vins d'Algérie, d'Espagne et d'Italie, quand ils arrivent en France, contiennent encore du sucre qui a échappé à la fermentation, de sorte que la valeur réelle de ces vins ne peut être exactement connue.

Il nous semble possible d'obtenir une solution très approchée de ce problème en modifiant quelque peu le procédé œnobarométrique de M. Houdart : il doit suffire de corriger ses indications de la différence de densité apportée au chiffre 1,94 par le poids du sucre que le vin contient en dissolution.

Soit x le poids des sels du vin, dont la densité est 1,94, considérés comme *extrait sec du vin*;

D la densité du liquide essayé (indication de l'œnobaromètre);

D' la densité du mélange eau et alcool de même richesse que le vin;

S le poids du sucre en grammes par litre de vin;

P la densité du sucre = 1,6;

C la densité de l'eau à la température de 15 degrés = 0,99916;

d la densité des sels du vin = 1,94;

$$\begin{aligned} & x = 1,000 (D - D' - S \frac{(1 - 0,99916)}{1,6}) \\ & \qquad \qquad \qquad \frac{1 - 0,99916}{1,94} \\ & [1,000 (D - D') - S \frac{(1,6 - 0,99916)}{1,6}] \frac{1,94}{1,94 - 0,99916} \\ & = \frac{1940 (D - D') - S \times 0,729}{0,94084} = 2,062 (D - D') - S \times 0,774 \end{aligned}$$

L'indication de l'œnobaromètre étant donnée par la formule $2,062 (D - D')$,

il en résulte qu'on obtient la richesse extractive vraie d'un vin, déduction faite du sucre qu'il contient, *en retranchant du chiffre fourni par l'œnobaromètre le poids du sucre multiplié par 0,774*.

Exemple : Un échantillon de vin essayé à l'œnobaromètre contient 25 grammes d'extrait sec par litre, mais l'analyse saccharimétrique accuse la présence de 6 grammes de sucre par litre. La richesse extractive vraie est 25 grammes — $(0,774 \times 6) = 20^{\text{gr}},36$. Tandis qu'en déduisant, ainsi qu'on le fait habituellement, des 25 grammes d'extrait sec, 6 grammes de sucre, on n'obtient que 19 grammes, ce qui est inexact.

Le tableau ci-contre (Table V) donne, sans calcul, le poids de l'extrait sec du vin dont le degré œnobarométrique et la richesse saccharine sont connus.

Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'importance que cette modification apportée à la mesure de l'extrait du vin donne au dosage saccharimétrique du vin; aussi recommandons-nous, de nouveau, l'emploi du procédé que nous avons décrit au commencement de ce

TABLE V
GRAMMES DE SUCRE

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 9 | 8.2 | 7.4 | 6.7 | 5.9 | 5.1 | 4.4 | 3.6 | 2.8 | 2.0 | 1.3 | 0.5 | | | | | | | | | |
| 10 | 9.2 | 8.4 | 7.7 | 6.9 | 6.1 | 5.4 | 4.6 | 3.8 | 3.0 | 2.3 | 1.5 | 0.7 | | | | | | | | |
| 11 | 10.2 | 9.4 | 8.7 | 7.9 | 7.1 | 6.4 | 5.6 | 4.8 | 4.0 | 3.3 | 2.5 | 1.7 | 0.9 | 0.2 | | | | | | |
| 12 | 11.2 | 10.4 | 9.7 | 8.9 | 8.1 | 7.4 | 6.6 | 5.8 | 5.0 | 4.3 | 3.5 | 2.7 | 1.9 | 1.2 | 0.4 | | | | | |
| 13 | 12.2 | 11.4 | 10.7 | 9.9 | 9.1 | 8.4 | 7.6 | 6.8 | 6.0 | 5.3 | 4.5 | 3.7 | 2.9 | 2.2 | 1.4 | 0.6 | | | | |
| 14 | 13.2 | 12.4 | 11.7 | 10.9 | 10.1 | 9.4 | 8.6 | 7.8 | 7.0 | 6.3 | 5.5 | 4.7 | 3.9 | 3.2 | 2.4 | 1.6 | 0.8 | 0.1 | 0.3 | |
| 15 | 14.2 | 13.4 | 12.7 | 11.9 | 11.1 | 10.4 | 9.6 | 8.8 | 8.0 | 7.3 | 6.5 | 5.7 | 4.9 | 4.2 | 3.4 | 2.6 | 1.8 | 1.1 | 0.3 | |
| 16 | 15.2 | 14.4 | 13.7 | 12.9 | 12.1 | 11.4 | 10.6 | 9.8 | 9.0 | 8.3 | 7.5 | 6.7 | 5.9 | 5.2 | 4.4 | 3.6 | 2.8 | 2.1 | 1.3 | 0.5 |
| 17 | 16.2 | 15.4 | 14.7 | 13.9 | 13.1 | 12.4 | 11.6 | 10.8 | 10.0 | 9.3 | 8.5 | 7.7 | 6.9 | 6.2 | 5.4 | 4.6 | 3.8 | 3.1 | 2.3 | 1.5 |
| 18 | 17.2 | 16.4 | 15.7 | 14.9 | 14.1 | 13.4 | 12.6 | 11.8 | 11.0 | 10.3 | 9.5 | 8.7 | 7.9 | 7.2 | 6.4 | 5.6 | 4.8 | 4.1 | 3.3 | 2.5 |
| 19 | 18.2 | 17.4 | 16.7 | 15.9 | 15.1 | 14.4 | 13.6 | 12.8 | 12.0 | 11.3 | 10.5 | 9.7 | 8.9 | 8.2 | 7.4 | 6.6 | 5.8 | 5.1 | 4.3 | 3.5 |
| 20 | 19.2 | 18.4 | 17.7 | 16.9 | 16.1 | 15.4 | 14.6 | 13.8 | 13.0 | 12.3 | 11.5 | 10.7 | 9.9 | 9.2 | 8.4 | 7.6 | 6.8 | 6.1 | 5.3 | 4.5 |
| 21 | 20.2 | 19.4 | 18.6 | 17.9 | 17.1 | 16.4 | 15.6 | 14.8 | 14.0 | 13.3 | 12.5 | 11.7 | 10.9 | 10.2 | 9.4 | 8.6 | 7.8 | 7.1 | 6.3 | 5.5 |
| 22 | 21.2 | 20.4 | 19.7 | 18.9 | 18.1 | 17.4 | 16.6 | 15.8 | 15.0 | 14.3 | 13.5 | 12.7 | 11.9 | 11.2 | 10.4 | 9.6 | 8.8 | 8.1 | 7.3 | 6.5 |
| 23 | 22.2 | 21.4 | 20.7 | 19.9 | 19.1 | 18.4 | 17.6 | 16.8 | 16.0 | 15.3 | 14.5 | 13.7 | 12.9 | 12.2 | 11.4 | 10.6 | 9.8 | 9.1 | 8.3 | 7.5 |
| 24 | 23.2 | 22.4 | 21.7 | 20.9 | 20.1 | 19.4 | 18.6 | 17.8 | 17.0 | 16.3 | 15.5 | 14.7 | 13.9 | 13.2 | 12.4 | 11.6 | 10.8 | 10.1 | 9.3 | 8.5 |
| 25 | 24.2 | 23.4 | 22.7 | 21.9 | 21.1 | 20.4 | 19.6 | 18.8 | 18.0 | 17.3 | 16.5 | 15.7 | 14.9 | 14.2 | 13.4 | 12.6 | 11.8 | 11.1 | 10.3 | 9.5 |
| 26 | 25.2 | 24.4 | 23.7 | 22.9 | 22.1 | 21.4 | 20.6 | 19.8 | 19.0 | 18.3 | 17.5 | 16.7 | 15.9 | 15.2 | 14.4 | 13.6 | 12.8 | 12.1 | 11.3 | 10.5 |

GRAMMES DE SUCRE (SUITE)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 27 | 26.2 | 25.4 | 24.7 | 23.9 | 23.1 | 22.4 | 21.6 | 20.8 | 20.0 | 19.3 | 18.5 | 17.7 | 16.9 | 16.2 | 15.4 | 14.6 | 13.8 | 13.1 | 12.3 | 11.5 |
| 28 | 27.2 | 26.4 | 25.7 | 24.9 | 24.1 | 23.4 | 22.6 | 21.8 | 21.0 | 20.3 | 19.5 | 18.7 | 17.9 | 17.2 | 16.4 | 15.6 | 14.8 | 14.1 | 13.3 | 12.5 |
| 29 | 28.2 | 27.4 | 26.7 | 25.9 | 25.1 | 24.4 | 23.6 | 22.8 | 22.0 | 21.3 | 20.5 | 19.7 | 18.9 | 18.2 | 17.4 | 16.6 | 15.8 | 15.1 | 14.3 | 13.5 |
| 30 | 29.2 | 28.4 | 27.7 | 26.9 | 26.1 | 25.4 | 24.6 | 23.8 | 23.0 | 22.3 | 21.5 | 20.7 | 19.9 | 19.2 | 18.4 | 17.6 | 16.8 | 16.1 | 15.3 | 14.5 |
| 31 | 30.2 | 29.4 | 28.7 | 27.9 | 27.1 | 26.4 | 25.6 | 24.8 | 24.0 | 23.3 | 22.5 | 21.7 | 20.9 | 20.2 | 19.4 | 18.6 | 17.8 | 17.1 | 16.3 | 15.5 |
| 32 | 31.2 | 30.4 | 29.7 | 28.9 | 28.1 | 27.4 | 26.6 | 25.8 | 25.0 | 24.3 | 23.5 | 22.7 | 21.9 | 21.2 | 20.4 | 19.6 | 18.8 | 18.1 | 17.3 | 16.5 |
| 33 | 32.2 | 31.4 | 30.7 | 29.9 | 29.1 | 28.4 | 27.6 | 26.8 | 26.0 | 25.3 | 24.5 | 23.7 | 22.9 | 22.2 | 21.4 | 20.6 | 19.8 | 19.1 | 18.3 | 17.5 |
| 34 | 33.2 | 32.4 | 31.7 | 30.9 | 30.1 | 29.4 | 28.6 | 27.8 | 27.0 | 26.3 | 25.5 | 24.7 | 23.9 | 23.2 | 22.4 | 21.6 | 20.8 | 20.1 | 19.3 | 18.5 |
| 35 | 34.2 | 33.4 | 32.7 | 31.9 | 31.1 | 30.4 | 29.6 | 28.8 | 28.0 | 27.3 | 26.5 | 25.7 | 24.9 | 24.2 | 23.4 | 22.6 | 21.8 | 21.1 | 20.3 | 19.5 |
| 36 | 35.2 | 34.4 | 33.7 | 32.9 | 32.1 | 31.4 | 30.6 | 29.8 | 29.0 | 28.3 | 27.5 | 26.7 | 25.9 | 25.2 | 24.4 | 23.6 | 22.8 | 22.1 | 21.3 | 20.5 |
| 37 | 36.2 | 35.4 | 34.7 | 33.9 | 33.1 | 32.4 | 31.6 | 30.8 | 30.0 | 29.3 | 28.5 | 27.7 | 26.9 | 26.2 | 25.4 | 24.6 | 23.8 | 23.1 | 22.3 | 21.5 |
| 38 | 37.2 | 36.4 | 35.7 | 34.9 | 34.1 | 33.4 | 32.6 | 31.8 | 31.0 | 30.3 | 29.5 | 28.7 | 27.9 | 27.2 | 26.4 | 25.6 | 24.8 | 24.1 | 23.3 | 22.5 |
| 39 | 38.2 | 37.4 | 36.7 | 35.9 | 35.1 | 34.4 | 33.6 | 32.8 | 32.0 | 31.3 | 30.5 | 29.7 | 28.9 | 28.2 | 27.4 | 26.6 | 25.8 | 25.1 | 24.3 | 23.5 |
| 40 | 39.2 | 38.4 | 37.7 | 36.9 | 36.1 | 35.4 | 34.6 | 33.8 | 33.0 | 32.3 | 31.5 | 30.7 | 29.9 | 29.2 | 28.4 | 27.6 | 26.8 | 26.1 | 25.3 | 24.5 |
| 41 | 40.2 | 39.4 | 38.7 | 37.9 | 37.1 | 36.4 | 35.6 | 34.8 | 34.0 | 33.3 | 32.5 | 31.7 | 30.9 | 30.2 | 29.4 | 28.6 | 27.8 | 27.1 | 26.3 | 25.5 |
| 42 | 41.2 | 40.4 | 39.7 | 38.9 | 38.1 | 37.4 | 36.6 | 35.8 | 35.0 | 34.3 | 33.5 | 32.7 | 31.9 | 31.2 | 30.4 | 29.6 | 28.8 | 28.1 | 27.3 | 26.5 |
| 43 | 42.2 | 41.4 | 40.7 | 39.9 | 39.1 | 38.4 | 37.6 | 36.8 | 36.0 | 35.3 | 34.5 | 33.7 | 32.9 | 32.2 | 31.4 | 30.6 | 29.9 | 29.1 | 28.3 | 27.5 |
| 44 | 43.2 | 42.4 | 41.7 | 40.9 | 40.1 | 39.4 | 38.6 | 37.8 | 37.0 | 36.3 | 35.5 | 34.7 | 33.9 | 33.2 | 32.4 | 31.6 | 30.9 | 30.1 | 29.3 | 28.5 |

DOSAGE DES CENDRES

FOURNIES PAR LE VIN

Le poids de la matière extractive dissoute dans le vin intervenant pour une part importante dans la valeur vénale des vins commerciaux, il était fatal qu'on cherchât à en augmenter artificiellement la proportion, et c'est ainsi qu'on a constaté souvent, dans le vin, la présence de glycérine, de sucre, de dextrine, de sels organiques et minéraux en proportions tout à fait anormales; l'analyse chimique décèle la présence de ces additions frauduleuses en déterminant le poids des cendres que fournit un volume connu de vin après son évaporation et après l'incinération de sa matière extractive. Voici comment l'expérience doit être conduite :

- 79. **Balance de précision** (voir n° 60) 200 fr.
- 80. **Capsule de platine** (voir n° 61)..... 40. »
- 81. **Lampe à alcool dite de Berzélius** (fig. 30)..... 30. »
- 82. **Fourneau à incinération ou Moufle à gaz** (fig. 31). 45. »
- 83. **Dessiccateur à acide sulfurique** (voir n° 64) 15. »
- 84. **Dissolution de carbonate d'ammoniaque**..... le flacon 1. »

La détermination du poids des cendres fourni par un échantillon de vin laisse à supposer que la matière extractive ou extrait sec a déjà été obtenue avec toute la rigueur possible au moyen d'une dessiccation directe et d'une pesée à la balance d'analyse. Admettons qu'on possède tous les appareils nécessaires à cette détermination, appareils que nous avons décrits page 68, et qu'on a déjà obtenu dans une capsule de platine le résidu sec fourni par 25 centimètres cubes de vin. On chauffe lentement cette capsule sur un bec de gaz ou sur une lampe à alcool tant qu'il se dégage des fumées odorantes; quand tous les principes organiques et volatils ont été brûlés ou volatilisés, on place la capsule au-dessus de la flamme d'une lampe de Berzélius recouverte d'une cheminée de tôle (fig. 30) ou mieux on l'introduit dans le moufle d'un fourneau à gaz (fig. 31) préalablement chauffé au rouge sombre. Tant que le résidu renferme encore du charbon, le rouge sombre ne doit pas être dépassé; mais, quand le charbon lui-même est brûlé, on chauffe à

au rouge à peine cerise, afin de compléter la combustion. Quand les cendres sont bien blanches, on retire la capsule et on la laisse refroidir; on imbibe alors la matière avec une dissolution de carbonate d'ammoniaque pour remplacer l'acide carbonique des carbonates qui a été expulsé; on dessèche à une basse température, puis on chauffe de nouveau au rouge sombre. Lorsque la capsule a supporté pendant quelques instants cette température, on peut admettre que la totalité de la matière combustible contenue dans le vin est brûlée sans que les carbonates aient été décomposés. On retire la capsule du four-

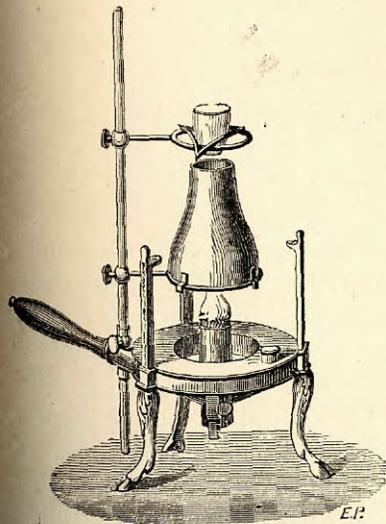


Fig. 30.

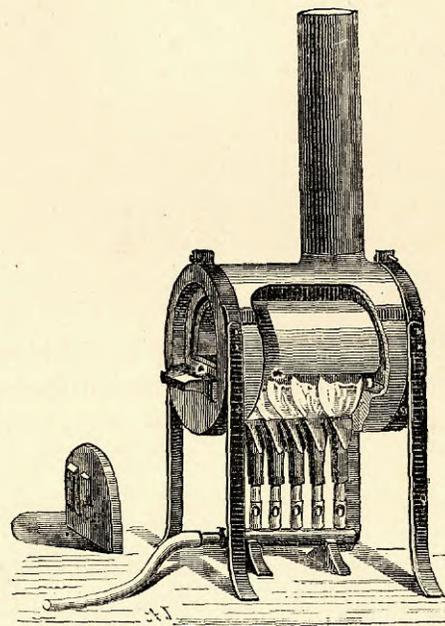


Fig. 31.

neau, on la pose sous la cloche du dessiccateur (fig. 24), au-dessus d'une couche d'acide sulfurique où elle se refroidit sans absorber d'humidité. Quand la capsule a repris la température ambiante, on la pèse et de son poids brut on retranche celui de la capsule vide; la différence donne le poids des cendres fixes de 25 centimètres cubes de vin. Ce poids multiplié par 40 fait connaître le résidu donné par un litre de vin.

Le mode opératoire que nous venons de décrire ne donne pas un résultat absolument exact, parce que la température élevée à laquelle l'extrait sec du vin a été soumis a volatilisé les chlorures, réduit les phosphates alcalins et décomposé les sulfates. Pour en

devrait, avant de procéder à l'incinération du charbon que fournit la combustion de la matière extractive, laver ce charbon à l'eau distillée bouillante, recueillir sur un filtre les eaux de lavage qui entraînent les sels solubles : chlorures, sulfates, silicates et phosphates alcalins, faire évaporer ces eaux, dessécher leur résidu ainsi que celui retenu par le filtre et ajouter au poids des cendres fournies par l'incinération le poids des sels solubles entraînés par le lavage. Mais nous estimons que ces opérations délicates et minutieuses seraient difficilement exécutées par un négociant; aussi nous espérons qu'il surgira bientôt un procédé de dosage des cendres du vin plus simple et plus pratique, analogue, par exemple, à celui qu'on emploie aujourd'hui pour le dosage des *cendres sulfuriques* du sucre.

DOSAGE DE L'ACIDITÉ TOTALE

DU MOUT DE RAISIN ET DU VIN FAIT

Le moût de raisin est un liquide complexe qui ne contient pas que du sucre; il semble que la nature ait réuni dans ce précieux liquide non seulement tous les éléments nécessaires à la constitution d'une boisson délicieuse, mais encore tous ceux qui sont utiles à sa conservation et même à son amélioration progressive. C'est ainsi que les acides tartrique, malique, acétique, etc., que contient aussi le jus de raisin, semblent, par leur action sur l'alcool, concourir à la formation des éthers et des parfums. Le vin doit, d'ailleurs, être acide pour que la matière colorante soit soluble et reste transparente et vermeille.

Il est regrettable que le commerce des vins ne procède pas plus souvent à la détermination de l'acidité totale; cette donnée présente une réelle importance à laquelle on ne s'est pas suffisamment attaché jusqu'ici. Le vinage et le mouillage des vins diminuant ce titre, celui-ci fournit une *indication* qui peut étayer d'autres preuves. Pour les vins *ordinaires* français, la règle *acide-alcool* posée par M. Armand Gautier (1) montre bien les déductions qu'il est possible d'en tirer; il est malheureux que cette règle se restreigne à une certaine catégorie de vins, ce qui l'empêche de passer dans la pratique générale.

L'addition d'acide tartrique et d'acide sulfurique, très fréquente aujourd'hui surtout pour le dernier, se trahit par un titre d'aci-

dité totale anormalement élevé. Enfin, par l'acidimétrie, on peut suivre, jour par jour, l'altération d'un vin qui s'aigrit, se pique, et être prévenu de cette altération avant que la dégustation ait donné l'alarme. A ce point de vue, le dosage fréquent de l'acidité totale des vins d'une cave serait une pratique utile à adopter par tous les négociants et viticulteurs.

Voici la description des procédés qui réussissent le mieux pour l'essai acidimétrique du moût et du vin.

85. **Appareil complet** pour déterminer l'acidité totale du vin..... 30 fr.

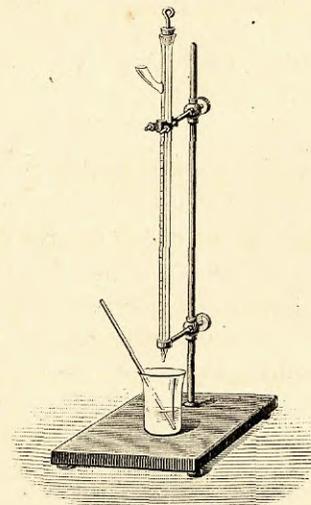


Fig. 32.

Cet appareil se compose des objets suivants qui peuvent, d'ailleurs, être achetés séparément :

- 86. **Burette à soupape** divisée par dixièmes de centimètre cube (fig. 32)..... 8. »
- 87. **Support** à pinces et anneaux pour la burette et la lampe, tablette en faïence blanche (fig. 32 et 33)..... 12. »
- 88. **Pipette jaugée** de 10 centimètres cubes..... 2. »
- 89. **Vase à saturation** en verre mince de Bohême, portant gravé un trait à 60 centimètres cubes (fig. 32)..... 2. »
- 90. **Liquueur alcalimétrique** acide contenant 10 grammes d'acide sulfurique monohydraté par litre.... le litre 3. »
- 91. **Liquueur acidimétrique** alcaline saturant la précé-

92. Eau distillée, flacon de 1 litre 1 fr.
 93. Teinture alcoolique de phtaléine du phénol, au trentième le flacon 2. »

DOSAGE DE L'ACIDITÉ TOTALE DU MOÛT

On prépare d'abord deux liqueurs titrées, dont l'une contient de l'eau distillée et 10 grammes d'acide sulfurique monohydraté pur par litre; l'autre est une dissolution de soude ou de potasse caustiques, titrée de telle sorte que 10 centimètres cubes de ce liquide alcalin saturant 10 centimètres cubes de la liqueur acide.

Pour faire un essai, on filtre un échantillon du moût, puis on en prélève 10 centimètres cubes, mesurés au moyen d'une pipette jaugée, et on les verse dans un vase à saturation; on y ajoute de l'eau distillée jusqu'au trait qui mesure 60 centimètres cubes et 2 gouttes d'une teinture alcoolique de phtaléine du phénol (1). On remplit la burette divisée par dixièmes de centimètre cube, jusqu'à la division 0, avec du liquide alcalin et on verse celui-ci goutte à goutte dans le verre, en agitant jusqu'au changement de la couleur du vin et jusqu'à l'apparition d'une légère *teinte rosée persistante*. Généralement la teinte naturelle jaune ou rosée du moût change de couleur un peu avant l'apparition de la teinte rosée propre au réactif; elle tourne au brun verdâtre, mais une ou deux gouttes de liqueur alcaline suffisent pour amener la teinte rose de la phtaléine qui indique la fin de l'opération.

On lit sur la burette le nombre de centimètres cubes de liqueur alcaline qui ont été employés et on en retranche $0^{\text{cc}},1$, qui représente le volume nécessaire pour faire virer le réactif. Supposons que pour obtenir la teinte rose il ait fallu verser avec la burette 4 centimètres cubes et 9 dixièmes de liqueur alcaline, nous dirons que 10 centimètres cubes de moût sont saturés par $4^{\text{cc}},9 - 0^{\text{cc}},1 = 4^{\text{cc}},8$ de liqueur alcaline et *qu'un litre de moût essayé contient une quantité d'acides équivalente à 4 grammes et 8 décigrammes d'acide sulfurique*.

On voit que chaque centimètre cube de liqueur alcaline employée représente 1 gramme d'acide par litre de vin.

Nous avons admis que la liqueur acide et la liqueur alcaline se neutralisent à volumes égaux: il en est, en effet, toujours ainsi quand nous les livrons à notre clientèle; mais, si la liqueur acide

(1) La phtaléine du phénol est une nouvelle matière colorante qui constitue un indicateur acidimétrique extrêmement sensible. Ce réactif reste incolore en présence des

reste invariable sans jamais changer de titre, il n'en est pas de même de la liqueur alcaline, laquelle peut, à la longue, surtout si le flacon n'est pas maintenu exactement fermé, absorber l'acide carbonique de l'atmosphère et s'affaiblir. Il est donc prudent de vérifier de temps en temps le titre de cette liqueur; on trouvera page 88 la manière de procéder à ce titrage.

DOSAGE DE L'ACIDITÉ DU VIN BLANC

Le procédé que nous venons de décrire s'applique très bien à l'essai du vin blanc; l'appréciation du changement de teinte de la phtaléine du phénol n'est pas gênée par la matière colorante du vin, surtout si l'on a soin d'ajouter aux 10 centimètres cubes de vin 50 centimètres cubes d'eau distillée pour diluer le vin et diminuer sa propre coloration. Le mode opératoire et le calcul précédents restent donc les mêmes.

DOSAGE DE L'ACIDITÉ TOTALE DU VIN ROUGE

Le procédé que nous venons de décrire réussit très bien pour l'analyse du moût de raisin et pour celle du vin blanc; mais quand on veut l'appliquer à l'essai du vin rouge, il convient de le modifier. Le terme de la neutralisation de l'acide contenu dans le vin ne peut être accusé par le changement de couleur du réactif, puisque le vin lui-même est rouge, il faut recourir à un autre caractère.

Plusieurs méthodes ont été proposées pour doser l'acidité des vins rouges, mais elles présentent toutes ou quelques difficultés pratiques ou une précision plus ou moins grande. Après les avoir expérimentées toutes, nous accordons la préférence à celle suivie par M. Tony-Garcin; elle nous paraît la plus simple et la plus exacte. Nous croyons ne pouvoir mieux faire que de citer ici la description qu'il en a rédigée lui-même:

« Le dosage de l'acidité totale d'un vin rouge par une liqueur acidimétrique titrée est une opération des plus simples et des plus sûres, si l'on se base, pour estimer le point de saturation, sur le virage de la couleur propre du vin examinée comme nous allons l'indiquer.

« Voici le procédé que nous employons depuis quinze ans et qui nous a toujours donné les résultats les plus certains et les plus concordants.

« La liqueur acidimétrique est une dissolution de soude caustique

contient 10 grammes d'acide sulfurique monohydraté par litre. Elle doit être conservée dans des flacons bouchés 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 reverser 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 verre 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 de 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

tané, 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.

« Supposons que l'on ait employé 3^{cc},75 de liqueur de soude, ce chiffre, *exprimé en grammes*, donne immédiatement le titre acide par litre du vin, exprimé en acide sulfurique monohydraté, soit 3^{gr},75 d'acide par litre. »

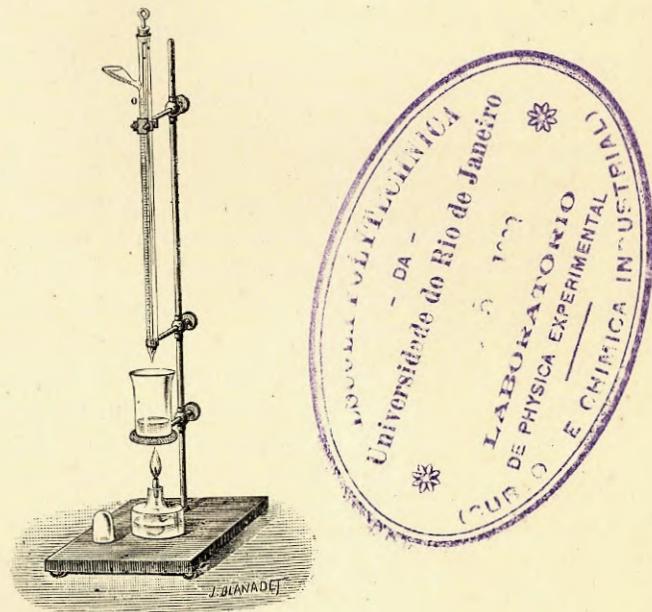


Fig. 33.

DOSAGE DE L'ACIDITÉ DU VIN CONTENANT DE L'ACIDÉ CARBONIQUE

Il est souvent nécessaire de déterminer l'acidité du moût de raisin dont la fermentation est commencée et contenant, par conséquent, du gaz acide carbonique en dissolution; il en est de même du vin nouveau dont la fermentation est achevée, mais qui, néanmoins, contient encore une quantité notable d'acide carbonique, lequel disparaîtra progressivement surtout après le premier soutirage. Le gaz carbonique, étant acide, augmente naturellement l'acidité du liquide dans lequel il est dissous; si l'on veut obtenir des chiffres comparables et se rapportant seulement aux acides fixes du vin, il

solution. Dans ce cas particulier, il faut préalablement chauffer le vin afin de chasser l'acide carbonique par l'ébullition. On place le verre de Bohême contenant les 10 centimètres cubes de vin sur une lampe à alcool en le séparant de la flamme par une toile métallique (fig. 33); on attend l'ébullition et quand elle est obtenue, tout l'acide carbonique ayant été expulsé, on ajoute 50 centimètres cubes d'eau distillée et l'on continue l'opération ainsi que nous l'avons décrit pour l'essai pratiqué à froid.

VÉRIFICATION DU TITRE DE LA LIQUEUR ALCALINE

Dans le vase de Bohême décrit ci-dessus, on verse 50 centimètres cubes d'eau distillée, et on rajoute deux gouttes de solution de phtaléine du phénol; la liqueur reste incolore, on y verse alors, au moyen de la burette et *goutte par goutte*, de la liqueur alcaline à titrer jusqu'à l'apparition d'une teinte rose faible, persistant par l'agitation pendant plusieurs minutes. Le plus souvent, une seule goutte suffit. Quel que soit ce nombre, on le note; il représente le volume de liqueur nécessaire pour faire virer le réactif.

On rince alors le vase à l'eau distillée, on l'égoutte, et, avec une pipette jaugée, on y verse exactement 10 centimètres cubes de la liqueur étalon d'acide sulfurique. On verse alors avec la burette, en agitant comme pour le titrage du vin. On peut verser franchement jusqu'à 9 centimètres cubes. A chaque addition de soude, il apparaît au point de la chute une teinte rose qui disparaît instantanément par l'agitation, puis qui, vers la fin, persiste quelques secondes. A partir de ce moment, on ne verse plus que *goutte par goutte*, et, en attendant chaque fois, pour verser la goutte suivante, que la teinte rose due à la précédente ait totalement disparu.

Il arrive une goutte sous l'action de laquelle la teinte rose persiste, même après une ou deux minutes; c'est le point exact de saturation de la liqueur alcaline. On retranche, du chiffre marqué par la burette, le nombre de gouttes représentant la fraction déterminée plus haut nécessaire au virage du réactif, et, si le titre est exact, on doit en avoir employé 10 centimètres cubes.

Si l'on obtient un chiffre différent, on corrige facilement la liqueur, selon le cas, par une addition d'eau distillée, ou de soude caustique concentrée, et on titre de nouveau, jusqu'à ce que l'on soit arrivé à l'équivalence exacte de la liqueur étalon et de la liqueur alcaline.

On peut également, au lieu de corriger la liqueur titrée, opérer, d'après les chiffres trouvés, une correction sur le titrage du vin, et

Supposons qu'il ait fallu employer 10^{cc},3 de liqueur de soude pour neutraliser les 10 centimètres cubes de liqueur acide, nous dirons que chaque centimètre cube de cette liqueur alcaline vaut, non pas un gramme d'acide, ainsi que nous l'avons admis pour la liqueur normale, mais

$$\frac{10}{10,3} = 0^{\text{gr}},971, \text{ c'est-à-dire } 0^{\text{gr}},971 \text{ d'acide par litre de}$$

vin. Il suffira donc, pour tous les essais suivants, de multiplier par 0,971 le nombre de centimètres cubes de liqueur alcaline qui satureront 10 centimètres cubes de vin, pour obtenir l'acidité totale du vin exprimée en grammes d'acide sulfurique par litre. Ce titrage, nous le répétons, est tout au plus nécessaire chaque mois quand on prend soin de son flacon de liqueur alcaline.

On peut, au lieu de phtaléine du phénol, employer comme indicateur de virage un centimètre cube de teinture de tournesol; on suit identiquement le même mode opératoire, aussi bien pour la détermination de la quantité de liqueur nécessaire au virage, que pour le titrage proprement dit; alors la saturation est indiquée par le passage de la couleur rouge de la liqueur à une teinte bleu franc.

QU'EST-CE QUE L'ACIDITÉ TOTALE ?

Il nous faut maintenant expliquer quelle valeur il convient d'attribuer aux chiffres fournis par les expériences que nous venons de décrire.

Si le vin ne contenait qu'un seul acide, il serait très facile d'obtenir le poids de cet acide particulier contenu dans un litre de vin; mais le vin renferme un grand nombre d'acides très différents, parmi lesquels nous citerons les acides tartrique, acétique, malique, succinique, œnotannique, le bitartrate acide de potasse, sans parler des acides glucoso-malique et glucoso-tartrique qui se détruisent progressivement.

Ces différents acides sont très difficiles à doser séparément, ou, du moins, un viticulteur ou un négociant ne peuvent les rechercher, n'ayant pas à leur disposition les ressources d'un laboratoire de chimie. Il faut donc se contenter de doser l'*acidité totale* du vin, c'est-à-dire la masse des acides prise en bloc. Chacun de ces acides ayant un équivalent particulier, il est nécessaire de convenir du coefficient qui sera attribué à leur mélange; c'est ainsi que, le plus souvent, l'acidité est chiffrée en la rapportant à l'acide sulfurique; mais si nous voulons rapporter cette proportion à un acide différent.

par 1,224 pour l'acide acétique, 1,510 pour l'acide tartrique et 2,605 pour le bitartrate acide de potasse.

On voit maintenant qu'il serait tout à fait inexact d'appeler *tartrimètre* l'instrument que nous venons décrire ; on sait d'ailleurs que le dosage de l'acide tartrique contenu dans le vin et les tartres bruts qui se déposent avec les lies ou se précipitent contre les parois des tonneaux, est une analyse chimique des plus délicates.

DÉTERMINATION

DE L'INTENSITÉ COLORANTE DES VINS

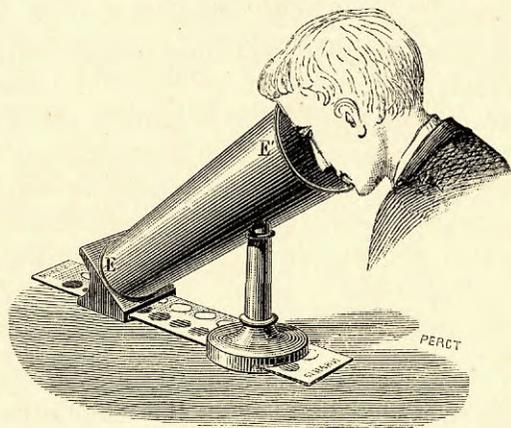


Fig. 34.

- 94. **Vino-colorimètre de J. Salleron**, pour déterminer l'intensité colorante des vins (fig. 34)..... 60 fr.
- 95. **Idem**, disposé pour les vins jaunes (Malaga, Jerez, Madère, etc.) 60. »

Le degré de coloration des vins influe considérablement sur la valeur intrinsèque de cette boisson, surtout quand il s'agit des vins dits de *coupage*, qui constituent la plus large part de la grande consommation. On sait, en effet, qu'une notable partie de nos vins du Midi, sans compter les quantités de plus en plus considérables de vins étrangers qui, depuis quelques années entrent en France, est employée pour renforcer la richesse alcoolique et la coloration des

posés pour déterminer le pouvoir colorant des vins ; mais, il faut bien le reconnaître, aucun d'entre eux n'a complètement atteint le but et répondu aux justes exigences du commerce. La solution de ce problème présente, il est vrai, quelques difficultés : tous les vins ne possèdent pas la même couleur, les uns sont rouges, d'autres plus ou moins violets ; enfin, le même vin prend, en vieillissant, une teinte jaune dite *pelure d'oignon*. Comment donc comparer entre elles des couleurs si dissemblables ? S'il n'est pas possible d'admettre que tous les vins sont colorés de la même nuance, il faut, pour déterminer l'intensité de cette dernière, absolument créer une gamme de toutes les nuances propres aux vins rouges : c'est précisément ce que tous les inventeurs de colorimètres ont négligé de faire.

Pour arriver à la construction d'une gamme *vino-colorimétrique*, nous avons comparé les teintes des diverses variétés de vins rouges aux *cercles chromatiques* que M. Chevreul a créés à la manufacture de tapis des Gobelins, lesquels, comme chacun sait, contiennent classés et numérotés des écheveaux de laine de toutes les nuances que l'art peut être appelé à reproduire. Nous avons constaté, de la sorte, que les vins les plus violets atteignent le point de la gamme des couleurs franches que M. Chevreul appelle le *violet rouge*. Les vins vieux les plus passés, nous parlons au point de vue commercial, descendent jusqu'au *3^e rouge* de la même gamme. Entre et y compris ces deux couleurs *violet rouge* et *3^e rouge des couleurs franches*, il existe aux Gobelins dix gammes intermédiaires que M. Chevreul a nommés :

- Violet rouge,
- 1^{er} Violet rouge,
- 2^e —
- 3^e —
- 4^e —
- 5^e —
- Rouge,
- 1^{er} rouge,
- 2^e —
- 3^e —

Ces dix couleurs et leurs désignations actuelles qui composent une véritable gamme *vino-colorimétrique* vont nous servir, non seulement à dénommer toutes les couleurs des vins, mais encore à déterminer leurs intensités, ainsi que nous le dirons tout à l'heure.

bien des difficultés; mais, après de nombreux tâtonnements, nous croyons les avoir résolues et nous nous sommes arrêtés au procédé suivant.

Nous avons fait teindre une série de rubans de satin de soie rigoureusement échantillonnés d'après les types des Gobelins et dont chacun reproduit exactement l'un des numéros de la gamme ci-dessus désignée.

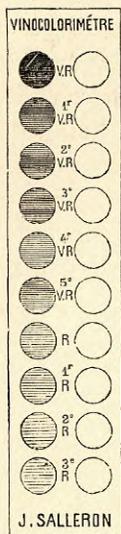


Fig. 35.

Nous avons collé sur une bande de carte des disques découpés dans ces mêmes rubans de satin, en les disposant les uns au-dessous des autres (fig. 35), depuis le violet rouge jusqu'au 3° rouge; enfin, à côté de ces mêmes disques colorés, nous avons collé une autre série de disques semblables en satin blanc parfaitement incolore.

Il nous reste à montrer maintenant comment cette gamme chromatique va servir de colorimètre. Nous lui adjoignons une petite lunette (fig. 36 et 37) composée d'un godet en cuivre argenté AB et à fond de verre *c* dans lequel entre un tube de même métal *ab*, fermé lui-même par un disque de verre *d*; l'écartement des deux verres est variable au moyen d'un pas de vis, de sorte qu'en versant du vin dans le godet extérieur, l'épaisseur de la couche vineuse interposée entre les deux verres est aussi variable.

L'écartement des deux glaces s'obtient au moyen d'une vis micrométrique qui permet de mesurer l'épaisseur de la couche liquide avec une très grande précision.

Ce colorimètre A est fixé sur un petit support S incliné à 45 degrés (fig. 38). Une seconde lunette semblable B, dont les deux disques

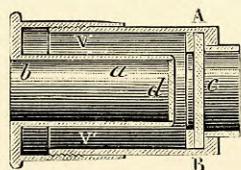


Fig. 36.

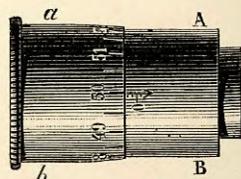


Fig. 37.

de verre sont fixes, est placée sur le même support à côté de la première et à une distance à peu près égale à celle de l'écartement des yeux. Pour faire usage de cet appareil on opère de la manière suivante :

Dans la lunette à verres mobiles que nous appellerons le *colori-*

sur son support et l'on fait glisser sous ce dernier la gamme colorée GH. L'un des disques rouges se trouve en face de la lunette à verres fixes et l'un des disques de satin blanc en face du colorimètre A, de sorte qu'en regardant au travers des deux lunettes en même temps, on voit, l'un à côté de l'autre, deux disques colorés dont l'un est l'un des tons de la gamme, et l'autre un ton rouge formé par la couche vineuse colorant le disque de satin blanc.

Généralement le disque coloré par le vin ne ressemble pas au disque de la gamme; il est trop violet ou trop rouge et, en outre, trop clair ou trop foncé; il faut cependant obtenir leur parfaite ressemblance. Si la teinte du vin est trop intense, on enfonce le tube intérieur dans le vin, afin de diminuer l'épaisseur de la couche vineuse interposée entre les deux verres; l'intensité de la couleur diminue rapidement. Quand elle est à peu près égale au ton de la gamme, on juge mieux de l'identité de la nuance; on fait alors glisser la gamme

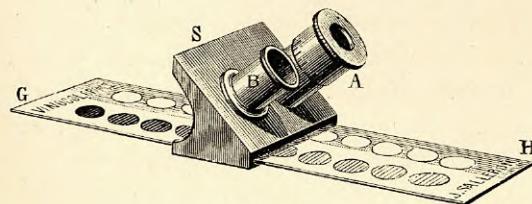


Fig. 38.

sous les lunettes, afin de changer le disque observé, et l'on trouve bien vite celui qui présente exactement la même couleur. Si les deux disques colorés sont absolument identiques, comme couleur et comme hauteur de ton, l'instrument nous donne la dénomination complète du vin observé au point de vue de sa coloration. La gamme nous dira, par exemple, que le *nom* de la couleur est le 4° violet rouge, et si l'épaisseur de la couche vineuse est 150 (1), nous en déduirons que, sous l'épaisseur de 150 centièmes de millimètre, le vin présente la même intensité que la gamme des Gobelins prise pour type. Dès lors, en abrégé, nous dénommerons ce vin 4° violet rouge 150.

Mais quelle valeur peut avoir ce chiffre 150, quel parti pourrions-nous en tirer, quelles seront les conséquences à en déduire?

N'oublions pas que le nombre 150 représente l'épaisseur de la couche sous laquelle la coloration du vin essayé est aussi intense que celle des nuances types. Or, plus ce chiffre est élevé, plus la couche de vin est épaisse, et, par conséquent, moins le vin est coloré; c'est-à-dire que les intensités sont en raison inverse des

(1) Le pas de vis du colorimètre est de 1 millimètre subdivisé en 100 parties; l'unité

épaisseurs. Si donc nous essayons un autre vin qui nous donne le chiffre 75, nous en concluons que ce dernier, ayant la même intensité que le précédent sous une épaisseur moitié moindre, est nécessairement deux fois plus coloré.

En général, pour obtenir le rapport qui existe entre la coloration de deux vins, il faut diviser leurs épaisseurs l'une par l'autre.

Jusqu'ici chaque négociant s'est créé, pour son usage particulier, un type coloré qu'il dénomme *unité de couleur*, et à laquelle il rapporte toutes ses opérations. Ce type ne repose évidemment sur aucune base scientifique et sa reproduction ou seulement sa conservation présente des difficultés insurmontables. Il nous a semblé répondre aux besoins du commerce en fixant nous-même la valeur exacte d'une unité colorée dont la reproduction identique soit toujours assurée et qui puisse être adoptée d'une manière générale; c'est ainsi que nous avons choisi, comme type, la coloration moyenne du vin de coupage vendu par le commerce en gros de Paris.

Si l'on compare, en effet, l'intensité colorée de tous les vins livrés par les commerçants en gros, on la trouve à fort peu près identique pour tous les échantillons et la moyenne de toutes les déterminations que nous avons été amené à faire, nous a donné le chiffre 300 de l'échelle de notre vino-colorimètre. Nous proposons, dès lors, de considérer comme type de l'*unité de couleur* le vin qui, sous l'épaisseur de 300 centièmes de millimètre, possède une intensité égale à l'une des teintes de l'échelle vino-colorimétrique.

Il en résulte qu'un vin indiquant à notre instrument le chiffre 150 contient $\frac{300}{150} = 2$ couleurs.

Celui qui marque 100 contient $\frac{300}{100} = 3$ couleurs, etc.

Les nombres fournis par le colorimètre peuvent conduire, par de simples opérations arithmétiques, à la solution de nombreux problèmes intéressants pour le commerce des vins. Nous en avons donné plusieurs exemples dans la notice qui accompagne l'instrument (1).

Sur la demande de nos clients de l'Espagne méridionale, nous avons construit un colorimètre analogue à celui que nous venons de décrire, mais dans lequel la couleur des vins jaunes se dégrade du brun foncé au blanc en passant par toutes les nuances prises par les vins de Malaga, Jerez, Madère, etc. Il est donc aussi facile et aussi exact de comparer la couleur des vins jaunes que celle des vins rouges.

(1) De la détermination de la coloration des vins par le vino-colorimètre de J. Salleron. Paris, 1880.

DOSAGE DU TANNIN

ET DES PRINCIPES ASTRINGENTS DU VIN

Le jus du raisin contient un certain nombre de principes astringents qui semblent tous concourir à la conservation du vin, en insolubilisant les substances organiques albumineuses et fermentescibles renfermées dans le moût. Ces matières albuminoïdes sont elles-mêmes des agents de décomposition très actifs, puisqu'elles subissent facilement la fermentation putride; on sait, d'ailleurs, qu'elles sont la cause dominante de la maladie de la graisse et des vins filants, de sorte que bon nombre de vins se conserveraient mieux s'ils étaient plus riches en tannin. C'est ainsi que certains vins blancs, tels que ceux de Champagne, ne peuvent se conserver et s'éclaircir qu'à la condition de recevoir une addition artificielle de tannin. Tout au contraire, les vins de Bordeaux sont tellement astringents que, malgré l'opération de l'égrappage pratiquée au moment de la vendange, leur saveur présente une âpreté particulière, mais, par contre, leur conservation est presque indéfinie.

Un grand nombre de chimistes œnologues admettent aujourd'hui que les principes astringents du vin ne sont pas absolument identiques au tannin. M. F. Jean, par exemple, constate qu'un vin ne contenant pas de tannin peut renfermer de l'acide *œno-gallique* qui, bien qu'analogue à l'acide tannique, jouit de certaines propriétés différentes (1). Cette opinion doit être fondée puisque le tannin se combine avec les matières organiques pour former des tannates insolubles qui se précipitent. Or, on trouve généralement dans le vin fait qui n'a pas encore été collé, des principes albumineux non précipités, en même temps qu'un principe astringent possédant la plupart des propriétés du tannin. Mais puisque l'addition, à ce même vin, d'une petite quantité d'acide tannique suffit pour le troubler, si ce n'est pour précipiter ces mêmes principes albumineux, il en faut nécessairement conclure que le tannin libre dans le vin n'est pas identique à celui de la noix de galle, et dès lors il semble permis de le différencier en le nommant *acide œno-gallique*.

(1) Note sur la clarification des moûts destinés à la fabrication du vin de Champagne, par Ferdinand Jean. Paris, 1882.

Il nous paraît nécessaire, pour le viticulteur, de déterminer par un dosage précis si le vin contient une proportion de principes astringents suffisants pour précipiter les matières organiques et assurer sa conservation en même temps qu'une proportion de ces mêmes agents suffisante pour insolubiliser et précipiter la colle au moyen de laquelle le vin sera éclairci. Le procédé d'analyse auquel nous donnons la préférence, à cause de sa simplicité toute pratique, est celui de Lowenthal, mais en lui faisant subir quelques modifications. On

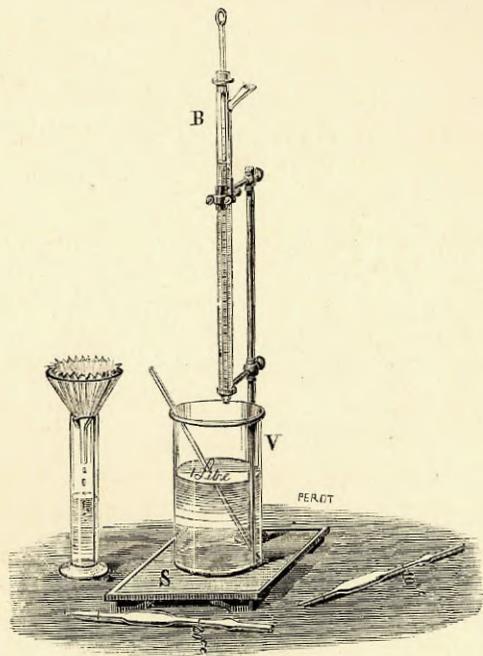


Fig. 39.

sait que ce procédé repose sur la propriété que possède le permanganate de potasse d'être réduit par le tannin et par l'indigo, en leur cédant son oxygène; l'indigo, qui se trouve décoloré par cette combinaison, accuse le terme de la réduction. Mais le tannin n'est pas le seul principe contenu dans le vin qui agisse sur le permanganate de potasse : la glycérine, l'alcool, tous les corps avides d'oxygène le décomposent également; il faut, dès lors, modifier le procédé imaginé par Lowenthal, lequel donne d'excellentes indications quand on l'applique au dosage de dissolutions ne contenant que du tannin.

Il faut, dès lors, avant de procéder à l'analyse, éliminer l'action sur le permanganate de tous les agents autres que le tannin, et quand nous parlons de *tannin*, nous comprenons la totalité des prin-

cipes astringents qui insolubilisent les matières organiques du vin. Voulant publier le procédé de dosage du tannin le plus exact et le plus pratique qui existe aujourd'hui, nous nous sommes adressés à M. Jean Pi, de Perpignan, le seul de nos chimistes œnologues qui, à notre connaissance, parvienne à doser avec précision le principe astringent des vins. Avec une complaisance et une libéralité dont nous sommes heureux de lui témoigner ici toute notre gratitude, M. Pi nous a enseigné le procédé qu'il emploie et nous a mis à même d'opérer comme il le fait lui-même; nous nous félicitons de pouvoir, à notre tour, faire profiter nos lecteurs de son expérience.

Il résulte des nombreuses recherches de M. Pi que le procédé imaginé par M. le professeur Carpené, de Conegliano, perfectionné par quelques améliorations qui lui sont personnelles, est le seul qui donne des résultats concordants; il est vrai qu'il paraît lent et compliqué, mais, après l'avoir mis en œuvre, on reconnaît qu'il est plus simple et plus pratique que sa description ne le fait supposer.

M. Carpené combine le tannin avec l'acétate de zinc et le précipite à l'état de tannate de zinc insoluble, puis le met en liberté par l'acide sulfurique. Ce tannin pur est alors dosé par le permanganate de potasse et l'indigo suivant le procédé de Lowenthal.

Il est vrai que l'acétate de zinc précipite aussi la matière colorante et la compte comme tannin; mais tous les autres procédés sont dans le même cas; on n'est pas encore parvenu à séparer ces deux substances; du reste, la matière colorante du vin présente des réactions analogues à celles d'un tannate : les vins les plus tanniques sont toujours les plus colorés.

Ainsi que nous venons de le dire, ce procédé paraît tout d'abord très compliqué, les manipulations qu'il exige semblent interminables; mais quand tous les ustensiles qui leur sont nécessaires sont bien disposés et commodément installés, toutes ces opérations se succèdent régulièrement et presque toutes seules; elles peuvent être exécutées avec exactitude sans connaissances chimiques spéciales.

Décrivons d'abord, avec quelques détails, tous les appareils qu'il faut déjà réunir et les liqueurs qu'il faut préparer.

- 96. **Burette à soupape** divisée par dixièmes de centimètre cube (fig. 39)..... 8 fr.
- 97. **Support de burette**, monté sur une tablette blanche de faïence (fig. 39)..... 12. »
- 98. **Bocal en verre blanc** portant gravé un trait de jauge à 2 litres (fig. 39)..... 4. »

- 99. **Agitateur** composé d'une lame de glace de 25 millimètres de largeur et 20 centimètres de longueur... 1 fr.
- 100. **Bain-marie en cuivre à trois trous** monté sur un trépied, avec bec de gaz à flamme variable (fig. 23). 25. »
- 101. **Capsule en porcelaine** de 70 millimètres de diamètre. » .60
- 102. **Entonnoir** à tube capillaire allongé » .60
- 103. **Pissette** à eau bouillante (P, fig. 40)..... 2. »
- 104. **Pipette** jaugée de 10 centimètres cubes..... 2. »
- 105. — — 5 — 1.50
- 106. **Filtres** de 9 centimètres de diamètre, en papier de Berzélius, à grain très serré et ne réduisant pas le permanganate de potasse..... le cent 1.25
- 107. **Solution ammoniacale d'acétate de zinc**, le litre 3. »
- 108. — **sulfo-indigotique** titrée..... 5. »
- 109. **Indigotine sublimée pure**..... le gramme 3. »
- 110. **Solution de permanganate de potasse** titrée, le litre..... 3. »
- 111. **Permanganate de potasse** pur et cristallisé, les 100 grammes..... 2. »
- 112. **Acide sulfurique pur**..... le kilo 3. »
- 113. **Ammoniaque pure** — 4. »
- 114. **Tannin** pur et cristallisé préparé par M. le professeur Grandval, de Reims..... les 100 grammes 6. »

Solution d'acétate de zinc. — On fait dissoudre 4^{gr},5 d'acétate de zinc cristallisé dans un peu d'eau distillée et l'on y ajoute de l'ammoniaque; s'il se forme un précipité on verse encore de l'ammoniaque qui le redissout, puis on étend le liquide au volume de 200 centimètres cubes et l'on filtre.

On possède ainsi une solution faite avec 4^{gr},5 d'acétate de zinc; 30 centimètres cubes environ d'ammoniaque et une quantité d'eau suffisante pour former 200 centimètres cubes. 5 centimètres cubes de cette solution suffisent très largement pour précipiter la dose de tannin dont nous parlerons tout à l'heure.

Ce liquide se conserve très bien dans un flacon bien bouché.

Solution de permanganate de potasse. — M. Pi a trouvé que 1 milligramme de bon tannin, tel que le prépare M. Grandval (de Reims), demande 0^{gr},558 de permanganate de potasse (caméléon minéral) pour s'oxyder par le procédé Carpené. En conséquence la

solution de ce sel se fera avec 0^{gr},558 de permanganate de potasse cristallisé, dissous dans l'eau distillée; le volume total s'élevant à 1 litre. Un centimètre cube de cette dissolution contiendra 0^{mgr},558 de permanganate et correspondra à 1 milligramme de tannin pareil à celui de M. Grandval.

D'une manière absolue l'unité tannique sera un tannin à 0^{mgr},558 de permanganate par milligramme; on évitera ainsi l'intervention d'un tannin étalon mal défini et plus ou moins variable suivant son origine.

La solution de caméléon renfermée dans un flacon bouché à l'émeri, tenu dans une armoire fermée, se conserve très longtemps. Le titre est le même tant que le fond et les parois du flacon restent parfaitement nets, c'est-à-dire tant qu'il n'y a pas de dépôt. Dès qu'il se forme un dépôt quelconque ou que les parois du flacon jaunissent, la solution perd son titre et il faut en préparer une autre.

Solution sulfo-indigotique. — Mettre dans un flacon de 100 grammes bouché à l'émeri 1^{gr},5 d'indigotine pure sublimée; ajouter 30 à 35 grammes d'acide sulfurique pur et attendre quelques jours; on agite de temps en temps en inclinant légèrement le flacon. Quand on juge que l'indigotine est dissoute, on étend cette liqueur avec de l'eau distillée au volume de 1 litre et l'on filtre. Cette liqueur bleue se conserve assez bien.

L'**acide sulfurique pur** à 66 degrés et l'**ammoniaque pure** conviennent parfaitement.

Tannin cristallisé. — On se procure du tannin pur extrait par l'éther et desséché dans le vide tel que le prépare M. le professeur Grandval (de Reims). Ce tannin peut être considéré comme un produit toujours identique à lui-même, tandis que la plupart de ceux qui se trouvent dans le commerce renferment un poids variable de matières étrangères.

Les dissolutions de tannin s'altérant très rapidement, il faut s'astreindre à peser directement à la balance d'analyse la dose nécessaire à chaque expérience.

Titration de la solution sulfo-indigotique. — Dans le bocal V (fig. 39), on verse 10 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré et 10 centimètres cubes de la liqueur sulfo-indigotique qu'on mesure toutes les deux avec des pipettes et l'on remplit le bocal avec de l'eau de fontaine ordinaire jusqu'au trait de jauge de 2 litres.

Le bocal est posé sur la tablette de faïence blanche S du support

de la burette placé lui-même devant une fenêtre bien éclairée. La burette B est remplie jusqu'au trait 0 de la solution titrée de permanganate, et en tournant la clef on fait tomber lentement et goutte à goutte la liqueur rouge dans le bocal. On agite au moyen d'une lame de verre qui remue énergiquement le liquide; ce dernier, qui était bleu, devient vert, puis jaune vert, puis enfin *jaune sans trace de vert*; la réaction est terminée. La couleur jaune s'accroît à chaque goutte de caméléon versée en plus, mais il ne faut pas la dépasser. Il faut s'exercer à reproduire cette teinte jaune et pour cela on varie les conditions de l'expérience : on lève le bocal un peu au-dessus du support, on le laisse reposer, on modifie l'éclairage jusqu'à ce qu'on trouve des nombres concordants; plus tard, pour doser le tannin, on fera la même opération et toutes les deux devront se faire très exactement dans les mêmes conditions, de sorte que si une erreur a été commise dans l'appréciation de la teinte lors de la première expérience, elle est annulée par une erreur égale commise dans la seconde. Il faut donc employer, pour les deux expériences consécutives, la même eau, le même éclairage, etc...

Généralement, quand on opère sur 20 centimètres cubes de solution indigotique, il faut, pour obtenir la couleur jaune, laisser écouler de la burette 20 à 21 centimètres cubes environ de la dissolution de permanganate. Cette proportion est d'ailleurs très convenable. Si la dissolution d'indigo était plus concentrée, il faudrait employer une plus grande quantité de caméléon, ce qui pourrait devenir incommode; dans ce cas particulier, on allonge la solution indigotique avec de l'eau distillée et voici comment on procède.

On fait un essai préliminaire en versant dans le bocal 10 centimètres cubes de solution indigotique, 10 centimètres cubes d'acide sulfurique, de l'eau jusqu'au trait 2 litres, et en amenant la couleur jaune au moyen de la dissolution de caméléon. Supposons qu'il ait fallu 14^{cc},6 de caméléon pour décolorer 10 centimètres cubes d'indigo, nous dirons que 1 centimètre cube d'indigotine = 1^{cc},46 de caméléon. Si à 1 centimètre cube de dissolution d'indigotine nous ajoutons 0^{cc},46 d'eau, la nouvelle solution d'indigotine demandera 1^{cc},46 de caméléon pour 1^{cc},46 d'indigotine, et par suite 10 centimètres cubes d'indigo correspondront à 10 centimètres cubes de caméléon. On opère le coupage en mesurant, d'une part, 100 parties de solution indigotique et, d'autre part, 46 parties d'eau; on les mélange ensemble et l'on obtient 146 parties de solution bleue prête à employer. On recommence un titrage définitif sur 20 centimètres cubes d'indigotine afin d'obtenir un chiffre rigoureux que nous supposerons être 20^{cc},2.

Précipitation du tannin à l'état de tannate de zinc. —

On puise un échantillon de vin au centre d'un tonneau afin qu'il présente la composition moyenne de la cuvée, car les différentes couches de la barrique ne sont pas toujours semblables; de plus, ce vin doit être filtré. Au moyen d'une pipette jaugée on mesure exactement 5 ou 10 centimètres cubes de ce vin filtré suivant qu'il est plus ou moins riche en principes astringents. Généralement les vins rouges des pays méridionaux, les vins corsés du Bordelais dont la saveur est très âpre doivent être analysés sous le volume de 5 centimètres cubes; ceux du centre de la France qui sont peu colorés, de même que les vins blancs, exigent 10 centimètres cubes. Quant aux vins de Champagne qui ont cuvé sans leurs grappes, leurs peaux et leurs pépins et qui, par conséquent, sont à peu près privés de tannin, il faut en prendre 50 centimètres cubes. Pour décider quel doit être le volume exact de vin sur lequel on doit opérer, il nous suffira de dire que, lors du dosage par le permanganate de potasse que nous décrivons plus loin, le volume de permanganate nécessaire pour décomposer le tannate de zinc doit être à peu près égal à la moitié de celui qui décompose l'indigo : s'il faut à peu près 20 centimètres cubes de solution de permanganate pour décolorer 20 centimètres cubes de solution indigotique, la dose de vin sur laquelle on opérera devra, elle, exiger à peu près 10 centimètres cubes de solution de permanganate.

Supposons qu'on emploie 10 centimètres cubes de vin : on les mesure exactement au moyen d'une pipette jaugée et on les verse dans une capsule de porcelaine dans laquelle on ajoute encore 5 centimètres cubes de dissolution d'acétate de zinc; on mélange les deux liquides et on observe si la couleur du vin a été modifiée. Le mélange doit être alcalin et le vin doit virer au jaune brun; s'il n'en est pas ainsi, on ajoute quelques gouttes d'ammoniaque.

La capsule de porcelaine C est portée sur le bain-marie (A, fig. 40) afin d'évaporer la plus grande partie de son contenu; l'eau du bain-marie entrant en ébullition, la vapeur frappe directement le fond de la capsule, et, si l'on a soin de diminuer le diamètre de l'orifice du bec de gaz en même temps qu'on ferme son robinet, la production de la vapeur est très faible et peut durer pendant plusieurs heures sans que le niveau de l'eau baisse dans la chaudière. L'évaporation du vin est lente, il est vrai, mais elle peut être effectuée sans aucun soin, abandonnée à elle-même. On agite seulement, de temps à autre, pendant l'évaporation, ce qui l'accélère et la régularise, en imprimant à la capsule un mouvement circulaire ou transversal qui étend le dépôt.

Quand l'évaporation est suffisante, ce que l'on reconnaît à ce que

le volume du vin est réduit au moins des deux tiers, on enlève la capsule du bain-marie; on l'expose, sur un support, au-dessus d'un petit bec de gaz, on remplace le vin évaporé par de l'eau chaude et on amène le liquide à l'ébullition. Cette dernière, qui doit être très douce, est prolongée pendant une minute environ. L'eau bouillante de la capsule et son précipité sont versés sur un filtre afin de séparer ce dernier des dernières traces de liquide. Pour cette opération, on emploie le petit entonnoir F garni de son filtre de papier, on verse adroitement sur le filtre le liquide et le dépôt, en ayant soin de ne pas perdre la moindre trace de ce dernier. Bientôt le filtre contient, à l'état de poudre brune, tout le tannate de zinc. Enfin, on lave le précipité en projetant au moyen de la pissette P un jet d'eau bouillante sur le filtre, de sorte que l'on ait employé au moins 1/4 de litre d'eau pour faire tous ces lavages.

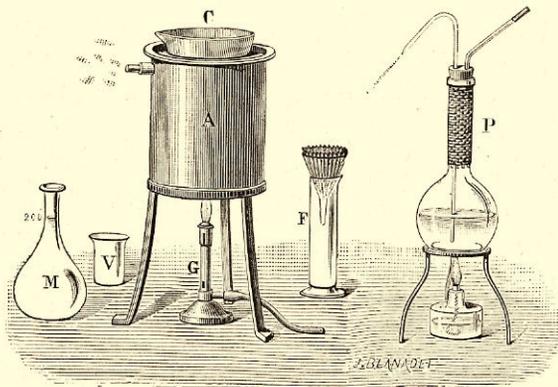


Fig. 40.

On peut alors être assuré que le précipité de tannate de zinc est parfaitement séparé de tous les autres corps étrangers. On laisse le filtre s'égoutter, et, quand le papier est assez sec pour être enlevé de l'entonnoir, on le soulève délicatement et, sans perdre de dépôt, on le plonge dans le bocal de verre V (fig. 39) contenant déjà une couche d'eau de quelques centimètres d'épaisseur.

Il faut alors séparer le tannin du zinc avec lequel il est combiné; cette séparation s'effectue au moyen de l'acide sulfurique. Mais la capsule de porcelaine a retenu, sur ses parois, une partie de ce même dépôt de tannate de zinc qu'il faut aussi reporter dans le bocal, et, comme il s'y trouve fortement attaché, nous le dissolvons ainsi que nous allons le dire.

Nous remplissons la capsule avec de l'eau froide; nous mesurons, avec une pipette, 10 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré et

nous en laissons tomber quelques gouttes dans la capsule; le reste de l'acide est versé dans le bocal V.

L'acide sulfurique décompose le tannate de zinc et met le tannin en liberté; aussi voit-on la couche de tannate qui recouvrait les parois de la capsule se dissoudre rapidement. On verse dans le bocal V l'eau acidulée de la capsule, on lave cette dernière à plusieurs reprises avec de l'eau, en ayant soin d'ajouter au contenu du bocal toutes les eaux de lavage. Enfin, quand la capsule est bien lavée, on agite l'eau du bocal et le filtre de papier qui s'y trouve plongé; l'on voit bientôt les dernières traces du précipité de tannate de zinc disparaître. Alors nous avons dans le bocal le tannin contenu dans les 10 centimètres cubes de vin sur lesquels nous avons opéré. Il s'y trouve aussi le zinc de l'acétate de zinc, lequel est combiné avec de l'acide sulfurique, mais il ne gêne pas la dernière opération qu'il nous reste à effectuer.

Dosage du tannin. — Nous remplissons le bocal V jusqu'au trait 2 litres avec de l'eau de la même fontaine que pour le premier dosage; nous y ajoutons 20 centimètres cubes de dissolution d'indigotine, et nous remplissons la burette B avec la dissolution de permanganate. En tournant légèrement la clef de la burette, nous laissons couler cette dernière, *doucement et goutte à goutte*, dans le bocal, et nous agitons vigoureusement. Comme précédemment, la couleur bleue diminue petit à petit d'intensité; elle tourne au vert, puis au jaune, enfin la teinte verte disparaît et laisse apparaître le *jaune* (1). Aussitôt que nous avons obtenu cette teinte jaune que nous nous sommes habitués à bien reconnaître, nous arrêtons l'écoulement de la burette et nous lisons le volume de solution de permanganate qui a été employé, soit 30^{cc},7; l'opération est terminée. Il ne nous reste qu'à calculer le poids de tannin contenu dans le vin, ce qui est très facile.

Calcul du poids de tannin contenu dans le vin. — Nous nous rappelons qu'il a fallu 20^{cc},2 de dissolution de permanganate pour faire passer à la couleur jaune 20 centimètres cubes de solution d'indigotine et 30^{cc},7 de cette même dissolution de permanganate pour faire passer à la même teinte jaune 20 centimètres cubes de dissolution d'indigotine, plus le tannin contenu dans 10 centimètres cubes de vin, de sorte que 30^{cc},7 — 20^{cc},2 = 10^{cc},5 de permanganate qui a été détruit par le tannin. Nous savons, en outre, que chaque centimètre cube de permanganate correspond à 1 milli-

(1) La matière colorante du vin qui a été précipitée avec le tannin altère un peu la pureté de la couleur jaune, mais il est encore facile de noter son apparition avec une précision suffisante.

gramme de tannin pur, de sorte que les 10 centimètres cubes de vin sur lesquels nous avons opéré devraient contenir 10^{mgr},5 de tannin. Mais il nous faut ouvrir ici une parenthèse : ce résultat serait exact si la transformation du tannin en tannate de zinc et sa précipitation par l'acide sulfurique étaient complètes et surtout si la solubilité du tannate de zinc dans l'eau bouillante était absolument nulle ; enfin s'il ne se produisait aucune perte de précipité pendant les transvasements et les lavages que nécessite la mise en œuvre du procédé. Malheureusement il n'en est pas ainsi ; à la suite d'une longue série d'analyses exécutées avec le plus grand soin sur des poids connus de tannin pur transformé en tannate de zinc et précipité par l'acide sulfurique, nous n'avons jamais retrouvé le poids exact d'acide tannique soumis à l'analyse.

La moyenne d'un grand nombre d'expériences nous a donné, pour le rendement en tannin du procédé, la fraction 0,93, de sorte que les poids obtenus, exprimés en milligrammes de tannin, doivent être multipliés par $\frac{100}{0,93} = 1,07$. Nous devons ajouter que ce coefficient s'applique aux essais dans lesquels l'analyse s'est effectuée sur un poids de 10 milligrammes de tannin, c'est-à-dire quand le volume de permanganate nécessaire pour décomposer le tannin s'élève à 10 centimètres cubes environ.

Il est donc nécessaire de multiplier les chiffres que nous avons trouvés plus haut par 1,07, de sorte que 10 centimètres cubes de vin contiennent $10^{\text{mgr}},5 \times 1,07 = 11^{\text{mgr}},23$, et 1 litre de ce même vin contient $11^{\text{mgr}},23 \times 100 = 1^{\text{gr}},12$ de tannin.

Il est bien entendu qu'en parlant de tannin nous comprenons, ainsi que nous l'avons dit plus haut, l'ensemble de tous les corps astringents analogues au tannin.

Il n'est pas besoin de faire ressortir l'intérêt que présente le résultat fourni par l'analyse que nous venons de si longuement décrire. Dès que les vins des différents crus contiennent des proportions de principes astringents qui varient dans d'énormes proportions (1) ; on trouvera dans ce caractère distinctif des indices très certains de l'origine des vins et des mélanges qu'ils auraient pu subir, et, s'il est vrai que le tannin doive être considéré, pour notre organisme, comme un élément tonique et réconfortant, la proportion dans laquelle il se trouve dissous dans les boissons représente un coefficient important de leur valeur alimentaire.

(1) M. J. Pi a constaté jusqu'à 4^{gr},1 de tannin par litre dans du vin rouge de montagne, fourni par une jeune vigne de Jacquez, tandis que nous avons rencontré un grand nombre de vins de Champagne qui n'en contenaient que 0^{gr},015.

Certains vins rouges très légers, et les vins blancs surtout, contiennent si peu de tannin qu'ils ne supportent pas l'addition de la colle ; toutes les matières gélatineuses ou albumineuses qu'on y ajoute pour les éclaircir, n'étant pas insolubilisées par le tannin, ne se précipitent pas et ne font qu'augmenter l'opalescence du vin et ses chances de maladies.

Le vin ne peut être collé que s'il contient une proportion d'acide tannique libre suffisante pour insolubiliser le clarifiant qu'on y ajoute, aussi nous paraît-il utile de donner au sujet des différentes espèces de colles quelques renseignements.

Le commerce des vins fait usage d'une variété de colles ou de clarifiants presque infinie : l'albumine et la gélatine, qui constituent la base de tous les collages, sont employées sous toutes les formes ; tantôt à l'état de blancs d'œufs, de sang frais ou desséché ; tantôt sous le nom de colle de poisson, de gélatine incolore, de colle forte ou de poudres clarifiantes ; mais toutes ces substances opèrent de la même manière ; il est certain que leurs nombreuses variétés doivent être attribuées à l'ignorance dans laquelle on est trop longtemps resté de leur mode d'action, et des conditions précises dans lesquelles elles doivent être employées.

Il faut admettre tout d'abord que le vin, par le fait du collage, perd une proportion de tannin au moins égale à celle qui se combine avec la colle pour la rendre insoluble, de sorte que tout collage affaiblit le vin en diminuant sa matière colorante et tous ses autres principes astringents ; si donc on veut éclaircir le vin sans l'affaiblir et sans le décolorer, il est nécessaire de l'additionner, au préalable, d'un poids de tannin égal à celui qui se combine avec la colle. Il est par suite indispensable de connaître le poids d'acide tannique qui se combine avec la colle à laquelle on donne la préférence, et par conséquent il faut le déterminer. J'ai eu l'occasion d'effectuer cette détermination pour la gélatine pure et pour l'ichtyocolle ou colle de poisson, substances dont la composition est assez bien définie et qui se trouvent dans le commerce toujours à peu près identiques à elles-mêmes.

La gélatine blanche en feuilles minces absorbe les 0,73 (73 centièmes) de son poids de tannin, de sorte que, pour chaque gramme de gélatine ajouté à une barrique de vin, il faut dissoudre dans la même barrique 73 centigrammes de tannin pur.

L'ichtyocolle ou colle de poisson sèche, dite en lyre, se combine avec les 0,80 de son poids de tannin, aussi faut-il ajouter 0^{gr},8 de tannin pur au vin qui doit recevoir 1 gramme de colle de poisson.

ADULTÉRATION DES VINS

DOSAGE DU PLÂTRE

115. **Gypsomètre** pour l'essai des vins plâtrés (fig. 41)... 50 fr.
 116. **Liquueur gypsométrique titrée** le litre 3. »
 117. **Filtres en papier**, à grain serré et ne précipitant pas
 le chlorure de baryum..... le cent 1.25

Les vins naturels contiennent toujours, ou presque toujours, une petite quantité de sulfates que la vigne a puisés dans le sol, et les viticulteurs ont reconnu depuis longtemps que l'acide sulfurique qui s'y trouve ainsi combiné, facilite la clarification des vins qui se dépouillent mal, assure la conservation de ceux qui sont sujets à l'accescence, en même temps qu'il avive la couleur du vin et empêche ou retarde son altération.

Bien que la réaction qui se produit quand on ajoute du plâtre dans la vendange, ou seulement dans le vin fait, ne soit pas expliquée avec une complète certitude, on constate que le vin plâtré contient une proportion notable de sulfates de potasse et de magnésie, sels amers et purgatifs, tandis que d'autres sels utiles à notre organisme, comme le bitartrate de potasse, les phosphates de chaux et de magnésie, ont disparu.

M. Poggiale a, l'un des premiers, signalé la grave atteinte que la pratique du plâtrage peut apporter à la santé publique; aussi, profitant de sa haute influence auprès de l'Administration de la Guerre, il obtint de faire réduire au chiffre maximum de 4 grammes par litre le sulfate de potasse que pourraient contenir les vins destinés à l'alimentation de l'armée.

En août 1876, le Conseil de santé des armées fit abaisser à 2 grammes par litre le poids des sulfates contenus dans les vins livrés à la consommation militaire. Enfin, à dater du 1^{er} janvier 1888, tout vendeur d'un vin dans lequel la limite de 2 grammes de sulfate de potasse par litre aura été dépassée sera poursuivi pour fraude sur la qualité de la marchandise vendue.

M. Poggiale avait combiné jadis un procédé analytique qui faisait

4 grammes de sulfates par litre. Pour mettre ce procédé en œuvre, on mesurait 50 centimètres cubes de vin, on y ajoutait 10 centimètres cubes d'une dissolution acide de chlorure de baryum titrée. Ce volume de liqueur précipitait, à l'état de sulfate de baryte, la totalité des sulfates contenus dans le vin quand ce dernier n'en renfermait que 4 grammes par litre. On séparait sur un filtre de papier le précipité formé et, dans le vin clair qui avait traversé le filtre, on ajoutait une nouvelle goutte de dissolution de chlorure de baryum. Si le vin contenait moins de 4 grammes de sulfates, le mélange restait clair; il se troublait, au contraire, si la proportion de sulfates dépassait les 4 grammes réglementaires.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, le chiffre de 4 grammes ayant été réduit à 2 grammes, M. Marty, professeur au Val-de-Grâce, a modifié la composition de la liqueur titrée en vue de son application à un chiffre moitié moindre.

Le procédé que nous venons de faire connaître ne donnait qu'un renseignement incomplet: il est sans doute très utile de savoir si la proportion des sulfates atteint ou dépasse un chiffre déterminé, mais s'il est des vins, potables d'ailleurs, qui, pour leur conservation doivent être fortement plâtrés, cette boisson ne peut à cause de cela être perdue; son coupage avec des vins non plâtrés est tout indiqué; mais on comprend que pour effectuer ce coupage dans des proportions convenables sa teneur en sulfates doit être exactement connue.

L'instrument que nous allons décrire atteint ce but avec une grande facilité et une complète exactitude.

Le nouveau gypsomètre se compose d'un récipient R fermé à sa partie inférieure par un filtre mobile. Ce filtre se détache du récipient au moyen des trois écrous *e*, ce qui facilite le remplacement de la feuille de papier qui le constitue. On place sous l'entonnoir E qui enveloppe le filtre un petit verre conique V.

La burette à robinet B, qui surmonte le récipient, est remplie jusqu'à la division 0 de la liqueur de chlorure de baryum titrée; on verse dans le récipient R 20 centimètres cubes du vin à essayer, mesurés au moyen d'une pipette jaugée, on y ajoute environ 20 centimètres cubes d'eau distillée, mesurés au moyen de la même pipette, et on laisse filtrer.

On tourne le robinet de la burette et on fait couler dans le récipient, avec le vin, un peu de liqueur titrée. Commençons, je suppose, par 0^{gr},5 (les grandes divisions de la burette chiffrées 1, 2, 3, 4, etc., correspondent à des grammes de sulfate de potasse par litre de vin, et chaque petite division ou dixième correspond à 0^{gr},1), on

pient R l'eau rougie qui avait déjà été recueillie sous le filtre, en mettant à la place du verre V qui la contenait un autre verre vide semblable, afin que la totalité de la nouvelle eau rougie que nous allons recueillir ait été soumise à l'action du chlorure de baryum. Au moyen de deux petits verres semblables, servant tour à tour pendant qu'on traite leur contenu, on n'interrompt point la filtration et on ne perd aucune partie du liquide.

Quand on a recueilli dans le second verre V une quantité de liquide

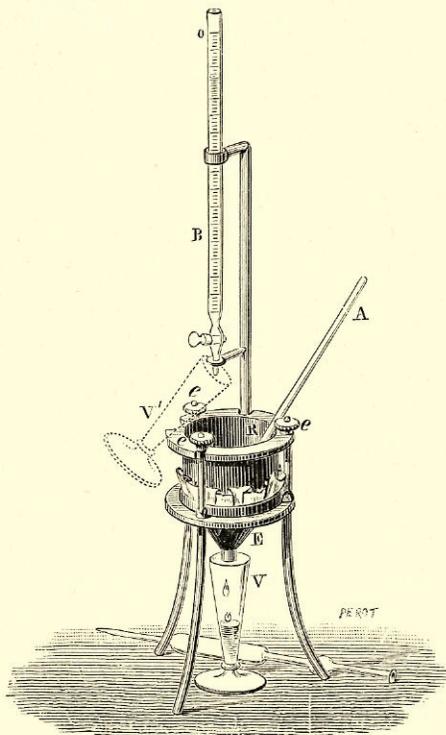


Fig. 41.

filtré suffisante (soit environ 15 ou 20 millimètres de hauteur), on substitue au verre V l'autre verre vide, afin de ne pas laisser perdre de vin, et dans le liquide filtré on laisse tomber, au moyen de la burette à robinet, une ou deux gouttes de chlorure de baryum. Si, après quelques instants, le vin se trouble, c'est un signe qu'il contient encore du sulfate de potasse; on continue alors l'opération en laissant couler dans le récipient R une nouvelle dose de liqueur titrée, disons jusqu'à la division 1 gramme; on reverse dans le récipient le liquide du premier essai, on lave le verre avec un peu d'eau distillée

d'une nouvelle filtration, recueillie dans un nouveau verre, dont les parois sont bien nettoyées au moyen d'un pinceau, on vérifie de nouveau l'action d'une goutte de liqueur titrée et, si le contenu du petit verre V se trouble encore, on continue la manœuvre jusqu'à ce que le produit de la filtration ne se trouble plus par l'addition d'une petite dose de liqueur titrée. Quand ce résultat est obtenu, on lit la division de la burette accusée par le niveau de la liqueur, et cette division représente le poids en grammes et décigrammes des sulfates contenus dans un litre de vin.

Pour que le vin recueilli sous l'entonnoir E soit bien limpide, tout en filtrant rapidement, il faut que le papier, serré sous le récipient, soit d'un grain très fin, et, pour qu'il ne fausse pas le résultat de l'analyse, sa pâte doit être exempte de sels calcaires et principalement de sulfate de chaux.

Dès que les vins livrés à la consommation publique ne doivent contenir qu'une proportion de sulfate de chaux très limitée, il est fort important de supprimer, pendant le cours de la vinification, toutes les manipulations qui, sans aucun profit, augmentent intempestivement le poids des sulfates que le vin renferme, c'est ce qui nous engage à donner les renseignements suivants:

Le soufrage qui se pratique fréquemment en brûlant des mèches soufrées dans l'intérieur des tonneaux peut augmenter la dose des sulfates que le vin contient naturellement. En effet, l'acide sulfureux dégagé par la combustion du soufre se combinant avec l'oxygène de l'air renfermé dans les tonneaux et avec les sels terreux du vin, donne naissance à des sulfates dont la proportion n'est pas négligeable.

Ajoutons que les vins français naturels n'ayant reçu aucune addition de plâtre contiennent, presque toujours, des sulfates et en proportion qui varie entre 0^{gr},194 et 0^{gr},583 par litre. Il ne faudrait donc pas être surpris si le vin pur accusait presque 6 décigrammes par litre, bien qu'il soit naturel.

Enfin, pour terminer, nous croyons utile de reproduire ici le renseignement suivant: en versant 100 grammes de plâtre (1) sur un hectolitre de vendange, le vin qui en résultera contiendra à fort peu près 200 grammes de sulfate de potasse par hectolitre, soit 2 grammes par litre. Si le plâtrage est effectué sur le moût débarrassé des rafles, pulpes et pépins, la proportion de plâtre pourra être portée à 156 grammes par hectolitre sans que le vin dépasse la dose de 2 grammes de sulfates par litre.

(1) Nous admettons que ce plâtre est composé de sulfate de chaux pur exempt de

RECHERCHE DE L'ACIDE SALICYLIQUE

- 118. **Salicymètre** pour la recherche de l'acide salicylique dans les vins (fig. 42 et 43)..... 25 fr.
- 119. **Éther sulfurique** pour les essais salicymétriques, le litre..... 6. »
- 120. **Dissolution de perchlorure de fer** pour le même usage..... le litre 3. »

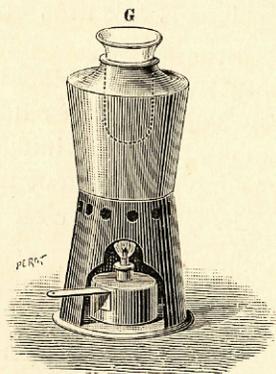


Fig. 42.



Fig. 43.

L'acide salicylique possède la curieuse propriété de supprimer toute fermentation et d'assurer la conservation des matières organiques; c'est ainsi que quelques centigrammes de ce sel, ajoutés à un litre de moût, suffisent pour en arrêter la fermentation et pour conserver le jus de raisin à l'état sucré. Un vin fermenté, mais contenant encore du sucre, peut voyager par les plus grandes chaleurs sans se troubler, s'il a reçu une addition de quelques grammes d'acide salicylique par hectolitre. L'emploi de ce précieux agent s'est rapidement propagé et il faut bien reconnaître qu'il a rendu de très grands services; il serait peut-être difficile aujourd'hui d'en éviter l'usage, car la consommation publique a pris l'habitude d'un grand nombre d'aliments salicylés. Il ne nous appartient pas de juger si l'emploi de cet acide peut être nuisible à la santé, nous constatons seulement que, à tort ou à raison, l'Administration française en ayant prohibé l'usage, il est fort intéressant pour le négociant en vins, de s'assurer si les vins dont il fait l'acquisition sont ou non salicylés.

L'acide salicylique se colore en violet sous l'action du perchlorure de fer; cette réaction est, jusqu'à présent, la seule qui permette de déceler la présence de cet acide, mais sa sensibilité et sa netteté sont excessives.

Pour que l'essai d'un liquide suspect ne puisse laisser place à aucune incertitude, il convient d'opérer en suivant les prescriptions suivantes :

1° *Transformer le salicylate de soude en acide salicylique.*

La conservation des boissons et des denrées alimentaires peut être obtenue aussi bien par le salicylate de soude que par l'acide salicylique, mais la réaction du perchlorure de fer ne se produisant qu'avec cet acide, il faut, au préalable, transformer les salicylates au moyen de l'acide chlorhydrique. On verse dans le tube à robinet (fig. 43), et jusqu'au trait A, le vin ou tout autre liquide suspect; on y ajoute deux gouttes d'acide chlorhydrique, et l'on agite en retournant sens dessus dessous le tube préalablement bouché avec le doigt.

2° *Dissoudre dans l'éther l'acide salicylique contenu dans le vin.*

On verse par-dessus le vin acidulé de l'éther sulfurique jusqu'au trait B, on ferme le tube avec le doigt, on le retourne à plusieurs reprises pour mélanger les deux liquides, on place le tube verticalement et on le laisse immobile jusqu'à ce que l'éther séparé du vin soit monté à sa surface.

Par cette opération, l'acide salicylique qui était dissous dans le vin se trouve maintenant en dissolution dans l'éther.

3° *Décanner l'éther chargé d'acide salicylique.*

On ouvre le robinet et on laisse écouler le vin sans le recueillir, ainsi qu'une petite quantité d'éther surnageant, afin d'être bien sûr que la séparation des deux liquides est complète; on ferme le robinet, puis on lave l'éther avec de l'eau distillée, on décante l'eau comme il a été dit pour le vin; enfin on laisse écouler l'éther à son tour, mais en le recevant dans le vase de verre G.

4° *Évaporer l'éther et reprendre l'acide salicylique par l'eau.*

Il faut maintenant évaporer l'éther, afin d'isoler l'acide salicylique et le redissoudre dans de l'eau. Cette évaporation peut être faite à la température ambiante, mais alors elle est très lente; pour opérer plus rapidement, on plonge le godet G dans de l'eau chaude, en ayant soin d'opérer loin de tout foyer, afin d'éviter l'inflammation des vapeurs d'éther. Pour opérer commodément, on fait chauffer de l'eau dans le bain-marie (fig. 42), et, quand elle est suffisamment chaude pour que la main ne puisse plus en supporter le contact, mais sans être trop chaude, afin que l'acide salicylique lui-même ne soit

pas évaporé, on éteint la lampe et on plonge dans l'eau chaude le godet contenant l'éther. Ce dernier entre en ébullition et disparaît bientôt; on redissout l'acide salicylique, qui a cristallisé au fond du vase, en y versant de l'eau distillée jusqu'au trait C.

5° *Constater la présence de l'acide salicylique par le réactif.*

On verse dans l'eau contenue dans le petit vase de verre deux ou trois gouttes de dissolution de perchlorure de fer; si le vin contient de l'acide salicylique, le liquide prend immédiatement une belle coloration violette, d'autant plus intense que la proportion d'acide est plus grande; si, au contraire, le vin n'est pas salicylé, le mélange devient jaune.

121. **Appareil** pour la recherche des moindres traces d'acide salicylique dans les vins (fig. 44) 30 fr.

Quand il s'agit de trouver, dans les vins, des doses notables d'acide salicylique, par exemple, de 3 à 5 grammes par hectolitre, tous les procédés indiqués par les divers auteurs, et particulièrement celui que nous venons de décrire, sont bons et donnent des indications certaines; mais quand il s'agit de rechercher cet acide, à quelque dose qu'il soit contenu dans le vin, il faut employer des méthodes plus délicates et notamment celle que nous allons développer. En suivant ces indications, on peut retrouver un demi-dixième de milligramme d'acide salicylique dans un litre de vin.

Une parenthèse est ici nécessaire : Pourquoi pousser la recherche à cette limite, puisqu'il est reconnu qu'une dose minima de 2 à 3 grammes d'acide par hectolitre (soit 2 à 3 centigrammes par litre) est indispensable pour produire un effet de conservation sur les vins? On ne le trouvera jamais en moindre proportion!

L'argument serait topique si l'on avait toujours affaire au vin *directement* salicylé; mais le plus souvent un coupage d'autres vins en a déjà diminué la proportion dans le liquide analysé, puis, fait plus important, l'acide salicylique se trouve encore à très petites doses, dans des vins additionnés de sirop de glucose ou de dextrine, de jus de brimbelles (airelle, myrtille). Une grande partie de ces produits, allemands d'origine, sont additionnés de l'acide préserveur de la fermentation, pour la sécurité du voyage, et nous rentrent dans les vins étrangers. Dans ces cas, la petite quantité d'acide salicylique trouvé doit mettre en éveil sur la probabilité d'une fraude plus importante.

Dans tous les cas, l'acheteur de *vin pur* est intéressé à être pré-

à quelque faible dose que ce soit, dans un vin exempt de manipulation.

Une futaille ayant contenu du vin salicylé peut aussi introduire, dans le liquide qu'elle contient en second lieu, des quantités appréciables de cet acide. L'expéditeur du vin ne pêche évidemment, dans ce cas, que par ignorance; mais l'acheteur n'a point à en supporter les conséquences et doit être édifié, quand même, sur l'altération *accidentelle* du vin, sauf à en tenir le compte qu'il jugera convenable.

M. Verhœven a signalé, il y a longtemps, l'utilité de soumettre à l'action du sous-acétate de plomb le vin dans lequel on recherche l'acide salicylique; il en résulte la précipitation d'un grand nombre

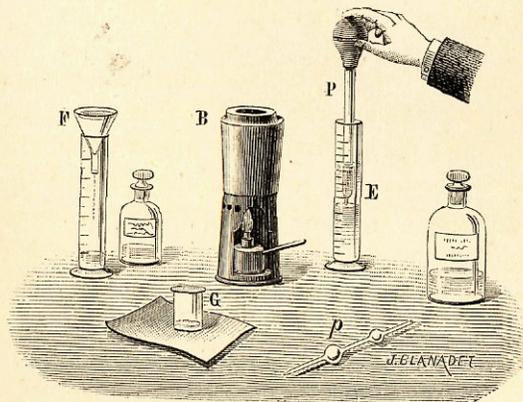


Fig. 44.

de corps solides dissous dans le vin qui augmente considérablement la sensibilité de la réaction violette du perchlorure de fer. Voici la description de ce procédé tel que nous l'avons vu mettre en œuvre par M. Tony-Garcin.

Dans une éprouvette à pied (E, fig. 44) divisée de 10 en 10 centimètres cubes, on verse du vin jusqu'à la division 50 centimètres cubes et on remplit jusqu'à 60 centimètres cubes avec une solution saturée de sous-acétate de plomb. On agite et on verse sur un filtre F de papier de Berzélius placé dans un entonnoir sur une seconde éprouvette non graduée, de 90 à 100 centimètres cubes de capacité.

Les premières portions de liquide filtré passent, en général, louches, entraînant un peu du précipité à travers les pores du papier que l'humidité n'a pas encore gonflé; on les reverse sur le filtre et on obtient alors un liquide clair. La durée de la filtration

de l'acide carbonique de l'air, les couches supérieures du liquide filtré ont louchi, il n'y a pas à s'en inquiéter.

Avec une pipette jaugée *p*, on prend 5 centimètres cubes d'acide sulfurique étendu, contenant environ un quart de son volume d'acide sulfurique monohydraté, on les verse dans le liquide filtré et on agite fortement pendant quelques secondes en tenant l'éprouvette fermée avec la paume de la main.

Il se forme un abondant précipité blanc de sulfate de plomb; on le laisse se déposer dans l'éprouvette même au moins un quart d'heure, et on décante alors, dans une seconde éprouvette propre de même capacité, le liquide qui a pris une teinte plus ou moins rose.

Il n'y a pas lieu de s'occuper des quelques traces de sulfate de plomb précipité qui passent avec le liquide décanté. A celui-ci on ajoute alors 25 centimètres cubes d'éther à 62 degrés mesurés avec l'éprouvette graduée, et on agite violemment. L'éther remonte en quelques instants, formant à la surface une couche liquide séparée du liquide aqueux sous-jacent.

Si la séparation n'était pas nette entre les deux couches, ou si elle tardait à se produire par suite de l'émulsion de l'éther, on la rendrait immédiate en versant dans l'éprouvette 2 ou 3 gouttes d'alcool à 95 degrés Gay-Lussac.

La couche d'éther nettement séparée est décantée *aussi exactement que possible* avec la pipette à décantation P et versée dans une nouvelle éprouvette propre où l'on a préalablement mesuré 25 centimètres cubes *d'eau distillée*.

On agite de nouveau violemment; on emploie encore deux gouttes d'alcool si cela est nécessaire pour séparer l'éther, et celui-ci est alors décanté avec soin, toujours avec la pipette, dans le vase de verre du petit bain-marie B disposé spécialement pour cet usage.

Pendant ces opérations, on a porté l'eau du bain-marie à l'ébullition. ON ÉTEINT LA LAMPE, et on place le vase dans le bain. L'éther s'évapore rapidement.

On doit opérer loin de toute flamme, lampe ou foyer allumé, qui pourrait communiquer le feu aux vapeurs et causer de redoutables accidents.

Lorsque l'éther est complètement vaporisé, dans le vase G qui l'a contenu on verse cinq gouttes, soit à peu près un quart à un demi-centimètre cube d'eau distillée, et on promène cette eau sur toute la paroi du vase qu'a pu toucher l'éther, de façon à dissoudre tout le résidu.

Le vase G, essuyé extérieurement et *refroidi*, est placé sur une feuille de papier blanc; on verse alors, dans la petite quantité de

liquide qu'il contient, UNE SEULE GOUTTE d'une solution de perchlorure de fer étendue à ce point, qu'étant renfermée dans un flacon de un litre bien blanc, elle paraisse jaune rhum *très clair*.

Si le liquide essayé contient la moindre trace d'acide salicylique, il se manifeste une teinte violette caractéristique.

Quelle que soit la proportion d'acide salicylique contenue dans le liquide primitif, la teinte violette, développée par une seule goutte du perchlorure de fer employé de la façon que nous venons de décrire, est claire.

On ajoute de nouveau du même perchlorure goutte à goutte. Si l'acide salicylique existe en quantité notable, la teinte va se fonçant jusqu'à une couleur violet presque noir, sinon après quelques gouttes la teinte violette se salit et le liquide ne garde plus qu'une teinte brun clair. Ce dernier cas indique que la proportion d'acide était faible, et s'il se produit pour cinq ou six gouttes de perchlorure, on qualifiera cette proportion du mot *traces*.

RECHERCHE DANS LES VINS DES COLORANTS ARTIFICIELS

DÉRIVÉS DU GOUDRON DE HOUILLE (1)

121 bis. **Appareil** pour la recherche de la coloration artificielle des vins (fig. 45)..... 35 fr.

La coloration artificielle des vins s'est développée, depuis quelques années, d'une façon considérable, en rapport avec les bénéfices importants que cette fraude procure à ceux qui la pratiquent.

Les vins de toutes régions, de toute nature, y ont été soumis, et tout acheteur de vin doit la rechercher avant de prendre livraison de sa marchandise, *quel que soit son vendeur, quelle que soit la confiance qu'il lui inspire*, le vendeur lui-même ayant pu être trompé.

Au point de vue pratique, commercial, les colorants les plus employés sont ceux dérivés du goudron de la houille, parce qu'ils donnent, à bas prix, une couleur magnifique comme intensité et comme teinte.

Les colorants végétaux, tels que la baie de sureau, la rose tré-

(1) Nous avons prié M. Tony-Garcin de nous indiquer les procédés qui réussissent le mieux pour constater la coloration artificielle des vins; nous publions ici, en lui en laissant d'ailleurs l'entière responsabilité, la note qu'il a bien voulu rédiger pour nos clients.

mière et quelques autres, sont tellement analogues à la matière colorante des vins, que ce n'est que dans des circonstances particulières, et EXCEPTIONNELLEMENT FAVORABLES, qu'il est possible au chimiste de les découvrir. Dans l'immense majorité des cas, ils échappent à l'analyse, et les vins ainsi colorés sont trop souvent déclarés couleur nature.

Il n'en est heureusement pas ainsi des dérivés du goudron; en faisant subir à un vin les trois réactions ci-dessous décrites, on est absolument fixé sur l'absence ou la présence de ces corps. Il est bien entendu qu'il faut user des trois réactions avec chaque vin analysé, et non pas de l'une des trois seulement; il n'existe pas de réactif

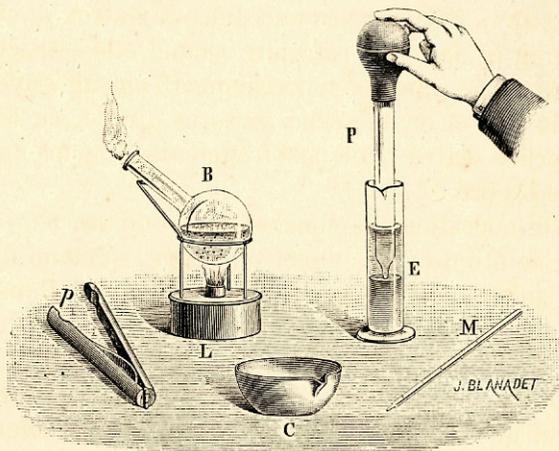


Fig. 45.

unique qui indique, à lui seul, si un vin est coloré artificiellement ou non.

RÉACTION DE L'ALCOOL AMYLIQUE (1). — Dans une éprouvette graduée (E, fig. 45) on verse 30 centimètres cubes du vin à essayer, puis un égal volume d'alcool amylique rectifié blanc, de façon à élever le volume à 60 centimètres cubes. Avec une pipette jaugée M, on ajoute environ 1 centimètre cube d'ammoniaque à 22 degrés; on mélange ensuite en renversant brusquement l'éprouvette, bouchée avec la paume de la main, à huit ou dix reprises différentes et on laisse reposer.

Au bout d'un temps qui varie de un quart d'heure à deux ou trois heures, l'alcool amylique remonte à la surface, surnageant au-dessus de la liqueur vineuse troublée et verdie par l'ammoniaque. On

(1) Procédé de M. Roméi.

le sépare avec une pipette à décantation P, en évitant le mélange de toute partie étrangère, et on le verse dans un ballon à fond plat en verre de Bohême B, de 70 à 90 centimètres cubes environ. Dans ce ballon on a placé un mouchet de soie blanche à broder *non tordue* (soie de Chine), noué à l'une de ses extrémités pour éviter la séparation des brins. Le mouchet peut avoir de 3 à 6 centimètres de longueur.

Le ballon est alors placé *incliné* sur une lampe à alcool L, munie d'un support à dossier sur lequel s'appuie le col du ballon. La lampe allumée, l'alcool amylique entre en ébullition en une ou deux minutes; quand les vapeurs se dégagent abondamment, on les enflamme pour éviter qu'elles ne vicient l'atmosphère et on laisse bouillir ainsi 20 à 30 secondes.

On enlève alors la fiole avec une pince à matras p, et on la pose sur une table où on la laisse refroidir. Quand elle est tiède, on verse son contenu dans une capsule en porcelaine C, on saisit avec une pince le mouchet de soie et on le sèche, SANS LE LAVER, en le pressant à plusieurs reprises entre quelques fragments de papier à filtrer ou dans un linge propre.

Après cette opération, le mouchet sort d'un vin pur ABSOLUMENT BLANC. Toute teinte de rose, violet ou rouge, quelque faible qu'elle soit, pourvu qu'elle soit évidente, est l'indice *sûr* d'une coloration artificielle.

L'emploi de l'alcool amylique a été proposé par M. Roméi; la réaction a été étudiée par MM. Armand Gautier et Charles Girard, qui ont indiqué les réactions différentielles des divers colorants qu'elle décèle. Enfin, nous avons étudié complètement le mode opératoire de façon à lui donner le maximum de sensibilité. Pour plus de détails, voir la brochure que nous avons publiée à ce sujet en mai 1885.

RÉACTION DE L'ACÉTATE MERCURIQUE (1). — L'oxyde mercurique, précipité par la potasse dans une solution d'acétate mercurique, entraîne avec lui dans la liqueur, à l'état de laque insoluble, la matière colorante du vin d'une façon complète et quelques autres matières colorantes; mais il reste en dissolution certains dérivés de goudron qui se décèlent alors par la teinte qu'ils communiquent au liquide filtré, soit immédiatement, soit après acidulation de ce liquide par l'acide sulfurique étendu.

M. Ch. Girard, l'auteur de ce procédé, qu'il signale avec raison comme très caractéristique (2), donne des proportions erronées, probablement par suite d'un lapsus typographique. Pour 10 centimètres

(1) Procédé de M. Ch. Girard.

(2) Documents des travaux du laboratoire municipal (1882).

cubes de vin, il emploie 2 centimètres cubes d'une solution d'acétate mercurique à 2 % et 2 centimètres cubes d'une solution de potasse à 10 %. M. A. Gautier, après et d'après lui probablement, indique les mêmes proportions à employer. C'est, sans aucun doute, à cette erreur accidentelle qu'il faut attribuer les échecs éprouvés par les chimistes qui ont voulu expérimenter cette réaction.

Or, si l'on suit textuellement ce procédé, il arrive que le liquide, beaucoup trop alcalin, entraîne en solution brune une partie de la couleur du vin, laquelle devient toujours rouge par l'addition de l'acide sulfurique, en induisant le chimiste en erreur.

Pour obtenir des indications certaines, nous opérons de la manière suivante : la solution de potasse employée est à 10 %; on la prépare avec de la potasse à la chaux et de l'eau distillée, on la laisse se clarifier par le repos et on la décante quand elle est limpide.

On fait, d'autre part, une solution d'acétate mercurique à 10 %; le sel est mis en digestion avec de l'eau distillée à froid en agitant jusqu'à dissolution complète. La liqueur est toujours un peu trouble par suite de la formation d'un sous-sel en proportions plus ou moins grandes; on ne doit pas chercher à favoriser la dissolution par la chaleur même du bain-marie, car il s'opère alors une décomposition assez profonde qui se manifeste par un dépôt, sur les parois du flacon, d'oxyde rouge de mercure.

Pour 10 centimètres cubes de vin on emploie 2 centimètres cubes de la solution de potasse, mélangés ensemble dans un tube à essai, on ajoute 4 centimètres cubes de la solution mercurique, on mélange de nouveau en renversant deux ou trois fois le tube bouché avec le pouce et on filtre immédiatement.

Les proportions ci-dessus indiquées doivent être scrupuleusement observées.

Pour cela, on emploie une petite éprouvette à pied de 20 centimètres cubes, graduée en dixièmes de centimètre cube. On mesure d'abord le vin et on le verse dans un tube à essais en égouttant l'éprouvette autant que possible; on mesure ensuite les 2 centimètres cubes de solution de potasse; on les ajoute au vin et on mélange; on rince alors soigneusement l'éprouvette graduée et on mesure les 4 centimètres cubes de solution mercurique.

Le mélange de celle-ci avec le vin alcalinisé étant opéré, on jette le tout sur un petit filtre, préalablement humecté par de l'eau distillée.

Le liquide filtre limpide rapidement; si les solutions ont été bien préparées, les proportions indiquées exactement suivies, et si le vin ne présente pas une acidité anormale, la filtration doit avoir une réaction neutre ou tout au plus légèrement acide, mais jamais alcaline.

Si ce dernier cas se présentait, on recommencerait l'opération en augmentant d'un demi-centimètre cube la proportion de la solution d'acétate. On vérifie la neutralité de la liqueur en en déposant une goutte sur du papier tournesol.

Avec le vin exempt de matières colorantes étrangères, la liqueur filtrée est incolore, elle reste encore incolore immédiatement si on l'acidule par trois ou quatre gouttes d'acide sulfurique très étendu (acide à 10 % environ).

Cette liqueur acidulée, abandonnée à elle-même, prendrait, même au bout de une ou deux heures, une teinte rose avec le vin pur.

Les vins colorés avec certaines matières dérivées du goudron donnent, par cette réaction, une liqueur présentant une teinte rose ponceau ou violacée, plus ou moins nette, soit sans acidulation, soit après acidulation, mais pour que le vin soit considéré comme coloré artificiellement, il faut que la teinte se soit développée immédiatement au moment de l'addition de l'acide. Comme ces teintes sont souvent fort claires, elles ne peuvent être perçues, dans ces cas, dans la liqueur, qu'en l'examinant suivant l'axe du tube à essais.

Ainsi observée, la liqueur obtenue avec un vin pur présente une légère teinte jaunâtre, mais JAMAIS ROSÉE.

Outre quelques matières colorantes dérivées du goudron, l'orseille ajoutée au vin donne, avec cette réaction, une liqueur rose clair par l'addition de l'acide sulfurique dilué même en certain excès.

La couleur brune foncée de la laque ne permet pas de tirer des conclusions de son examen.

Les vins colorés à l'indigo, à la rose trémière, à la betterave, à la baie de myrtille, donnent les mêmes réactions que le vin pur.

Les vins colorés au sureau et à l'hièble donnent une couleur plus jaune que le vin pur qui, acidulé à l'acide sulfurique étendu, passe assez vite à une teinte rose. La réaction n'est pourtant pas assez caractéristique pour être recommandée pour ces deux colorants.

Les vins colorés au bois de campêche, au bois de Brésil, à la cochenille naturelle, à la cochenille ammoniacale, donnent les réactions du vin pur.

Nous avons reconnu, depuis, que l'on peut aussi opérer en supprimant l'emploi de la potasse, pourvu que l'on use d'un assez grand excès de sel mercurique pour que la liqueur soit exclusivement acidifiée par l'acide acétique. Dans ces conditions, la matière colorante du vin se précipite en entier à l'état de laque mercurique, et le liquide filtré n'en contient plus.

Nous avons vérifié, par de nombreux essais synthétiques, l'efficacité de ce mode opératoire :

Voici comment l'on doit procéder : à 10 centimètres cubes de vin mesurés dans une éprouvette graduée, on ajoute 10 centimètres cubes d'une solution d'acétate mercurique à 10 %, on agite et on filtre sur du bon papier. Les vins purs filtrent incolores, les vins colorés par certains dérivés du goudron (parmi lesquels quelques composés diazoïques qui échappent à l'alcool amylique et le sulfo-conjugué de la fuchsine) donnent un filtratum coloré en rose plus ou moins intense. Avant de conclure, il est de toute nécessité de vérifier sur le filtratum la nature du colorant; mais, en tous les cas, un filtratum coloré doit faire rejeter le vin comme certainement suspect.

Nous donnons concurremment les deux modes opératoires ci-dessus, quant à l'emploi de l'acétate mercurique, parce que, si les deux procédés sont également bons et vérifiés pour la recherche de la sulfo-fuchsine et des dérivés azoïques les plus usités, certains colorants, pour lesquels la vérification n'a pas été faite, pourraient peut-être se découvrir plus facilement par l'un ou par l'autre. En cas de recherches délicates, nous conseillons de les essayer tous les deux.

RÉACTION DE L'OXYDE PUCE (1). — Dans une éprouvette divisée on verse 10 centimètres cubes de vin, puis avec une mesure *ad hoc*, on y ajoute 2 à 3 grammes d'oxyde puce (bioxyde de plomb). On agite vivement pendant une ou deux minutes, et on jette sur un petit filtre; le filtratum passe incolore, jaune ou jaune brun clair avec les vins purs, et coloré en rose avec les vins colorés à la sulfo-fuchsine. Certains cépages chargés en couleur, tels que les Petit-Bouschet et les Alicante-Bouschet, peuvent donner un liquide rosé, à moins que l'on n'emploie un excès d'oxyde puce.

Quand le filtratum est coloré, on doit vérifier si l'on a bien affaire à la sulfo-fuchsine; pour cela, on en verse une petite quantité dans deux tubes à essais; dans l'un on ajoute quelques gouttes d'ammoniaque, et dans l'autre dix à vingt fois son volume d'acide chlorhydrique concentré. Avec la sulfo-fuchsine, la couleur est *entièrement* détruite dans les deux tubes, tandis que si la couleur rose du filtratum est due à une proportion de la matière colorante naturelle du vin échappée à l'action de l'oxyde puce, l'ammoniaque la décolore en lui donnant une teinte plus ou moins jaune verdâtre clair, mais l'acide chlorhydrique ÉCLAIRCIT PAR LA DILUTION LA TEINTE ROSE SANS LA DÉTRUIRE. Nous recommandons instamment cette vérification, car nombre d'erreurs ont été commises, même par des spécialistes, pour ne pas y avoir procédé.

Quand on emploie la réaction Blarez, on ne doit pas négliger de

(1) Procédé de MM. Blarez et Lys.

faire les mêmes vérifications pour la sulfo-fuchsine. Quand on a constaté, par l'une des réactions précédentes, qu'un vin est coloré avec de la sulfo-fuchsine, on peut évaluer approximativement la quantité de couleur ajoutée, en se basant sur ce fait, à *très peu près exact*, que la sulfo-fuchsine passe tout entière dans le filtratum. Pour ce à faire, on compare au colorimètre Salleron (n° 94) ce dernier liquide avec le vin primitif, et on déduit, si par exemple l'intensité colorante du filtratum est moitié de celle du vin, que celui-ci doit la moitié de sa couleur au colorant artificiel.

RÉACTION AU MINIMUM (1). — Dans le même ordre d'idées qui a fait employer l'oxyde puce par MM. Blarez et Lys pour l'essai de la couleur des vins, nous avons appliqué le minium. Employé seul, il ne nous a pas donné de réaction utilisable, mais en présence des acides, il donne des réactions fort sensibles pour les sulfo-fuchsines, les Bordeaux verdissants et quelques autres colorants.

Les acides qui nous ont donné les résultats les meilleurs sont l'acide tartrique et l'acide azotique.

ESSAI AU MINIMUM ET A L'ACIDE TARTRIQUE. — A 10 centimètres cubes de vin, on ajoute 2 à 3 centimètres cubes d'une solution concentrée d'acide tartrique et 2 grammes de minium, on agite pendant une ou deux minutes et on filtre.

Le vin pur donne un filtratum couleur rhum clair et le vin coloré un filtratum groseille qui, après deux heures, conserve encore sa teinte sans changement.

ESSAI AU MINIMUM ET A L'ACIDE AZOTIQUE. — Dans un tube à essais on met 2 grammes de minium et 2 ou 3 centimètres cubes d'acide azotique (densité 1,2); on agite de façon à bien imbiber tout l'oxyde de plomb. Le mélange brunit par la formation de l'oxyde plombique; on ajoute 5 à 6 centimètres cubes d'eau, on mélange et on verse 10 centimètres cubes de vin. On filtre après avoir agité 1 à 2 minutes. Le vin pur passe incolore ou avec une très faible teinte jaunâtre, le vin coloré donne un filtratum mauve qui, après deux heures, conserve encore sa teinte sans changement. Il est évident que cet essai n'est qu'une autre forme de celui à l'oxyde puce, il présente sur celui-ci l'avantage d'un prix de revient moindre; ensuite le minium et l'acide azotique se trouvent partout, tandis qu'en beaucoup de localités il n'est pas possible de se procurer du bioxyde de plomb; il faut le préparer soi-même.

(1) Procédé de M. Tony-Garcin.

Comme renseignement complémentaire, nous dirons qu'on peut encore opérer les réactions du bioxyde de manganèse (Lamattina) et de l'oxyde jaune de mercure (Paul Cazeneuve); nous renverrons, pour plus de détails, à l'excellent ouvrage sur les colorations des vins par les dérivés de la houille, publié par M. Paul Cazeneuve.

122. **Appareil de M. Ritter** pour constater la présence de la fuchsine dans les vins (fig. 46 et 47)..... 25 fr.

Si le vin était coloré par de la fuchsine, dont l'emploi fut très fréquent il y a quelques années, la falsification serait facilement constatée; on opérerait de la manière suivante :



Fig. 46.



Fig. 47.

On prend environ 30 centimètres cubes de vin qu'on évapore à moitié dans un ballon de verre; lorsqu'on a peu de vin à sa disposition, on peut utiliser le résidu de la distillation des alambics d'essai (n° 36 ou 37).

On ajoute au liquide refroidi environ 10 % de sous-acétate de plomb qui précipite la matière colorante, on filtre en recueillant le produit dans la burette à robinet (fig. 46) jusqu'au trait A, et on ajoute de l'ammoniaque jusqu'au trait supérieur B. On agite le mélange, puis on y ajoute de l'éther par petites portions, en agitant après chaque addition. Certains vins donnent naissance à une gelée qui se sépare difficilement; il suffit pour la faire tomber d'ajouter une nouvelle quantité d'éther à la surface, sans remuer. On ferme alors le tube avec le doigt, on le retourne à plusieurs reprises pour mélanger les deux liquides; on place le tube verticalement et on le laisse immobile jusqu'à ce que l'éther, séparé du vin, soit monté à sa surface. On ouvre le robinet R et on laisse écouler le vin sans le recueillir,

ainsi qu'une petite quantité d'éther surnageant, afin d'être bien sûr que sa séparation du vin soit complète. On ferme le robinet et on lave l'éther à deux reprises avec de l'eau distillée; on décante l'eau comme il a été dit précédemment pour le vin, puis on recueille l'éther lui-même dans le vase G, on y ajoute quelques gouttes d'acide acétique et un petit écheveau de laine blanche à broder (laine de Saxe).

Il faut maintenant évaporer l'éther. Cette évaporation peut être faite à la température ambiante, mais alors elle est très lente; pour opérer plus rapidement, on plonge le godet G dans de l'eau chaude, en ayant soin d'opérer loin de tout foyer, afin d'éviter l'inflammation des vapeurs d'éther. Pour opérer commodément, on fait chauffer de l'eau dans le bain-marie (fig. 47), et quand elle est suffisamment chaude pour que la main ne puisse plus en supporter le contact, on éteint la lampe et on plonge dans l'eau chaude le godet G contenant l'éther. L'éther entre en ébullition et disparaît bientôt. Lorsque l'éther est vaporisé en majeure partie, on voit la laine se teindre en rouge ou rose plus ou moins foncé, suivant la quantité de fuchsine contenue dans le vin.

DOSAGE DU CHLORE CONTENU DANS LES VINS

(ADDITION DE CHLORURE DE SODIUM OU D'EAU DE MER)

Les vins naturels contiennent une quantité de chlore qui, évalué en chlorure de sodium, ne dépasse pas, en moyenne, d'après les analyses des différents auteurs, 2 décigrammes par litre; d'autre part, il est constant que les vins des vignes cultivées sur des terrains salés ou fumés par des engrais marins peuvent se charger d'une quantité supérieure de sel; dans ces conditions nous estimons que jusqu'à la teneur de 5 décigrammes de chlorure de sodium par litre on peut considérer un vin comme *non salé*.

Le chlore est introduit artificiellement dans les vins par quatre opérations principales :

1° Par l'addition directe de sel marin ou de sel gemme que l'on opère pour augmenter fictivement l'extrait sec ou pour aviver la nuance rouge du vin :

2° Par l'addition directe de sel dans l'opération du collage; cette pratique très fréquente ne peut être considérée comme une fraude et dans ce cas, d'ailleurs, la quantité de sel introduite est très minime;

3° Par addition d'eau de mer qui, en général, n'est pratiquée que pour augmenter la matière extractive;

4° Enfin, par le déplâtrage du vin au moyen du chlorure de baryum qui précipite l'acide sulfurique à l'état de sulfate de baryte insoluble et introduit, à sa place, une quantité équivalente de chlore, laquelle se trouve dans le vin à l'état de chlorure alcalin.

De ce qui précède, il résulte que le dosage du chlore présente un grand intérêt pour l'acheteur et il arrive, en effet, que les vins des côtes italiennes ou espagnoles ne peuvent plus être vendus sans que leur richesse en sel marin ait été, au préalable, déterminée.

Le procédé que nous allons décrire, tel qu'il nous a été indiqué par M. Tony-Garcin, nous a toujours donné les résultats les plus précis et les plus concordants. Il consiste à carboniser un volume connu de vin à basse température; à épuiser son charbon par l'eau distillée de façon à dissoudre les chlorures, puis, dans la liqueur filtrée, à doser volumétriquement le chlore par une liqueur titrée d'azotate d'argent.

Voici les détails pratiques de cette manipulation et la liste des instruments nécessaires :

- 123. **Capsule de platine** de 60 millimètres de diamètre. 40 fr.
- 124. **Spatule de platine** de 6 centimètres de longueur.. 8. »
- 125. **Pipette** jaugée de 10 centimètres cubes..... 2. »
- 126. **Bain-marie** (fig. 23)..... 25. »
- 127. **Lampe à alcool et son support** (P, fig. 48)..... 4. »
- 128. **Pissette** à eau chaude (P, fig. 48)..... 2. »
- 129. **Entonnoir** à filtration..... » 25
- 130. **Vase conique** à filtration chaude de 400 centimètres cubes..... » 75
- 131. **Filtres en papier de Berzélius**..... le cent 1.25
- 132. **Burette** à soupape divisée par dixièmes de centimètre cube (fig. 48)..... 8. »
- 133. **Support de burette** à tablette de faïence blanche (fig. 48)..... 12. »
- 134. **Agitateurs** la pièce » 10
- 135. **Dissolution de carbonate de soude pur** au cinquième le flacon 2. »
- 136. **Dissolution de chromate neutre de potasse pur** au dixième..... le flacon 2. »
- 137. **Dissolution d'azotate d'argent** titrée à 2^{gr},906 par litre le litre 2. »

- 138. **Dissolution de chlorure de sodium** à 1 gramme par litre le litre 2. »
- 139. **Papiers de tournesol bleu et rouge**.. la boîte » 50

Carbonisation du vin. — Dans une capsule de platine à fond plat de 6 à 8 centimètres de diamètre, on verse 10 centimètres cubes de vin, exactement jaugés au moyen d'une pipette (p, fig. 48) et préalablement neutralisés par quelques gouttes de carbonate de soude pur; on place cette capsule bien horizontalement sur le bain-marie (fig. 23), afin que le liquide y occupe une épaisseur uniforme. On chauffe pendant cinq ou six heures pour dessécher, autant que possible, l'extrait; on porte ensuite la capsule sur un support, au-dessus d'une lampe à alcool dont la mèche, maintenue à ras du porte-mèche, donne une flamme pas plus forte que celle d'une veilleuse. Sous l'action de la chaleur, la glycérine s'évapore, les sucres et autres substances organiques commencent à se décomposer; la matière se boursoufle, il se forme des bulles gazeuses qui crèvent. Cette partie de l'opération doit être suivie avec la plus grande attention, parce que les bulles qui éclatent au milieu de la matière pâteuse courent le risque d'en projeter une partie hors de la capsule, auquel cas l'opération serait perdue et il ne faudrait pas hésiter à la recommencer. A un moment donné la matière est complètement desséchée et brune. On fait alors sortir la mèche de la lampe de façon à développer une bonne flamme et on continue la carbonisation tant qu'il se dégage des vapeurs odorantes. Il est inutile et même nuisible, à cause de la volatilité des chlorures, de pousser jusqu'à incinération complète.

Dissolution. — Dans la capsule refroidie on verse, au moyen d'une pissette à eau chaude (P, fig. 48), 8 à 10 centimètres cubes d'eau distillée bouillante et, avec une spatule de platine, on écrase le charbon autant qu'il est possible en évitant toute perte de matière solide. Sur un vase de Bohême conique de 3 à 400 centimètres cubes, est placé un entonnoir de 6 centimètres de diamètre, garni d'un filtre rond sans plis de papier-Berzélius (E, fig. 48). C'est sur ce filtre que sont jetées les eaux de lavage du vin carbonisé. On répète l'opération à huit ou dix reprises différentes, c'est-à-dire jetant dans la capsule une dizaine de centimètres cubes d'eau distillée bouillante, lavant et rejetant sur le filtre, jusqu'à ce que l'on y ait ainsi fait passer toute trace de résidu carbonisé. On termine alors, sur le filtre même, et toujours à l'eau distillée bouillante, l'épuisement de la matière.

On doit attendre à chaque addition nouvelle de liquide sur le filtre que celui-ci soit bien égoutté de l'addition précédente, sinon le

lavage serait imparfait et une partie des chlorures pourrait rester imprégnant le papier.

On arrive ainsi à une dissolution incolore d'un volume de 100 à 150 centimètres cubes, contenant tout le chlore des 10 centimètres cubes de vin incinéré; on doit veiller à ne perdre aucune portion de liqueur en versant de la capsule dans le filtre; une certaine habitude des manipulations est nécessaire, surtout si la capsule est de plus grand diamètre que l'ouverture du filtre.

Dosage. — On s'assure d'abord que le liquide est alcalin au moyen d'un agitateur que l'on y trempe et avec lequel on touche un mor-

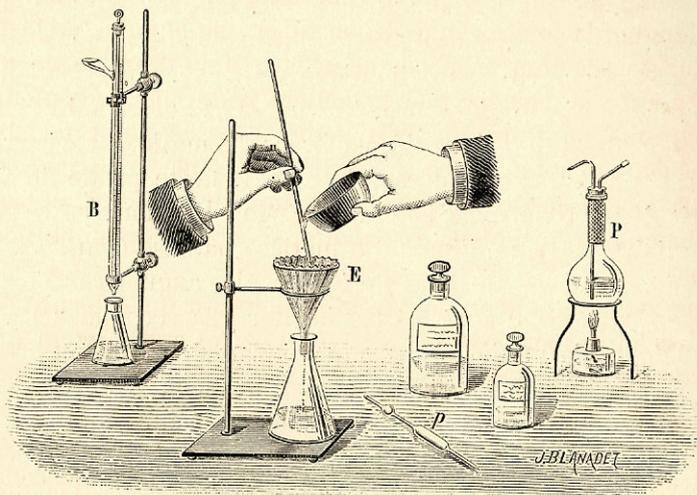


Fig. 48.

ceau de papier tournesol rouge sensible, qui doit bleuir à son contact; dans le cas contraire, on alcalinise très légèrement la liqueur par l'addition de 1 à 2 gouttes, ou plus s'il le faut, d'une solution de carbonate de soude pur (nous employons la solution au cinquième). Quand on s'est assuré de l'alcalinité faible du liquide, on y ajoute 3 ou 4 gouttes d'une solution de chromate neutre de potasse pur, bien neutre et bien exempt de chlorure. Le liquide est alors prêt pour le dosage.

On a rempli une burette (B, fig. 48), graduée en dixièmes de centimètre cube, avec une liqueur titrée d'azotate d'argent contenant 2^{gr},906 de sel par litre; cette quantité équivaut chimiquement à 1 gramme de chlorure de sodium.

On verse goutte à goutte la liqueur d'argent dans la solution de chlorure en agitant le vase, à chaque addition, d'un mouvement de

rotation qui mélange bien les liquides. Pour faciliter l'observation, on emploie un support de burette en faïence blanche qui rend l'appréciation de la couleur plus certaine. Voici les phénomènes que l'on observe : les premières gouttes de liqueur d'argent en tombant dans le liquide produisent, pour peu que celui-ci contienne du chlore, un trouble immédiat sans couleur rougeâtre et la couleur prend un aspect laiteux, mais d'un BEAU JAUNE D'OR PUR, couleur due au chromate alcalin neutre ajouté. A mesure que l'on continue l'addition du réactif, les gouttes, en tombant dans le liquide, produisent une auréole rouge qui devient de plus en plus longue à disparaître par l'agitation. A partir de cet instant, on ne doit plus ajouter le réactif qu'une seule goutte à la fois. Tant que, par une rotation plus ou moins longue, la teinte rouge disparaît et que le jaune de la liqueur reste pur, la réaction n'est pas complète. Mais il arrive un moment où une goutte ne ramène plus la couleur jaune pur, la couleur reste salie par une teinte brique très nette; c'est le point terminus du dosage. On le note. Pour s'assurer que l'on est arrivé exactement, on ajoute encore une goutte de liqueur d'argent, et la teinte rouge brique de la liqueur *augmente*; c'est un signe que l'on est à point.

Nous avons dit, à propos de la dissolution du chlorure contenu dans les cendres fournies par les 10 centimètres cubes de vin, qu'il fallait laver ces cendres et recueillir les eaux de lavage renfermant les chlorures en ayant bien soin de n'en perdre aucune partie. Quand on est exercé à la manipulation de ce procédé, on peut l'abrèger en évitant la filtration des eaux de lavage : on peut jeter les cendres et l'eau qui les a lavées dans le vase conique et opérer le dosage sur cette liqueur trouble. La présence des cendres n'empêche pas de saisir le moment du virage quand on en a acquis l'habitude. C'est ainsi que nous opérons habituellement et nous y trouvons le double avantage de la rapidité et de l'exactitude, puisque nous éliminons les causes de pertes dues à la filtration.

Voici l'explication de la réaction : l'azotate d'argent versé dans la liqueur qui contient un mélange de chlorure et de chromate alcalin, porte son action sur le chlorure tant qu'il en existe, à l'exclusion du chromate, et produit un précipité blanc de chlorure d'argent qui ne donne qu'une apparence laiteuse au liquide, sans ternir la pureté de la couleur jaune du chromate alcalin. Aussitôt que le chlorure est entièrement précipité, l'azotate d'argent agit alors sur le chromate alcalin et forme avec lui, par double décomposition, un chromate d'argent rouge faiblement soluble, dont la puissance colorante en solution ou en précipité est intense et qui ternit aussitôt d'une teinte

rouge brique le jaune de la liqueur. Il indique ainsi la fin de la précipitation du chlore.

Pour traduire en chiffres le résultat de l'opération, on part de ce principe que, AVEC LES PROPORTIONS INDIQUÉES, chaque centimètre cube de liqueur titrée d'azotate d'argent employé représente *un décigramme* de chlorure de sodium par litre de vin. Si l'on en a, par exemple, employé 13^{cc},7, on conclut que le vin contient une quantité de chlore correspondant à 1^{gr},37 de chlorure de sodium par litre.

EXAMEN MICROSCOPIQUE DU VIN

La sûreté des indications microscopiques est telle, que l'on peut fréquemment assigner à l'avance l'état du vin avant toute dégustation.

PASTEUR.

- 140. **Microscope** spécialement disposé pour l'étude des vins, muni de deux objectifs achromatiques et de deux oculaires donnant les amplifications suivantes :
 - 90 fois en diamètre pour l'observation des cristaux qui se déposent dans les lies;
 - 140 fois pour l'étude des dépôts solides et des amas de matière colorante;
 - 400 fois pour discerner le ferment alcoolique, les mycodermes et autres agents des fermentations;
 - 600 fois pour étudier les plus petits êtres organisés et les parasites qui occasionnent les maladies des vins (fig. 49). 200 fr.
- 141. **Lames en glace** ou **Porte-objets**..... la douz. 1.20
- 142. **Lamelles** en verre mince pour couvrir l'objet observé la douz. 1.20
- 143. **Pipette** à pointe effilée pour extraire les dépôts du fond des bouteilles » .25

Les recherches de M. Pasteur (1), en démontrant que les fermentations et les principales maladies des vins sont dues à l'action d'animaux microscopiques, ont ouvert aux études œnologiques un nouveau champ d'observations. Dès qu'il est possible de reconnaître, au

(1) *Études sur le vin, ses maladies, causes qui les produisent, etc.*, par M. L. Pasteur. Paris, 1873. — *Études sur la bière*, par M. L. Pasteur. Paris, 1876.

moyen du microscope, les différents mycodermes qui produisent chaque fermentation ou qui occasionnent chaque maladie, il devient facile de suivre les progrès des premières et, jusqu'à un certain point, d'appliquer aux secondes les remèdes appropriés.

L'extrême importance que nous attachons à l'observation microscopique des lies et des dépôts du vin, et les services éminents qu'elle est appelée à rendre à l'œnologie, nous engagent à décrire avec quelques détails les principaux parasites si bien étudiés et décrits par M. Pasteur. Sans vouloir retracer ici toute cette genèse, nous donnerons quelques indications sur la manière d'observer les vins au

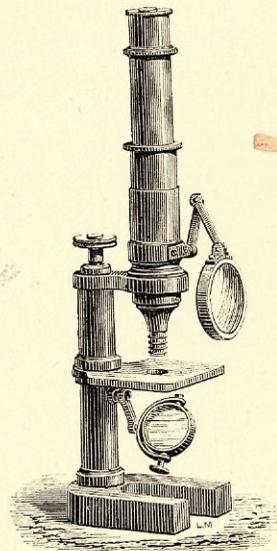


Fig. 49.

microscope et une courte monographie des mycodermes qui occasionnent les plus fréquentes maladies de nos vins de table.

Observation microscopique du vin. — Le ferment alcoolique, quand le vin est en plein travail, est répandu dans la masse entière du moût, il est alors facile à recueillir; il suffit d'immerger l'extrémité d'une baguette de verre dans le moût, de déposer sur une lame de verre la gouttelette qui s'y trouve adhérente, de recouvrir cette surface liquide au moyen d'une lamelle mince de verre et de porter la lamelle sous l'objectif du microscope.

Nous supposons qu'on possède déjà le maniement de cet instrument : s'il n'en était pas ainsi, on trouverait dans les traités de micrographie tous les renseignements nécessaires.

Le grossissement qui convient le mieux pour observer les globules du ferment et la plupart des parasites du vin n'a pas besoin de

dépasser 400 fois environ; cette amplification permet d'en saisir tous les détails; quelques rares mycodermes, comme les fins bâtonnets de la maladie de la *pousse* et des vins piqués, exigent un grossissement plus considérable, mais qui ne doit pas dépasser 600 fois. Quant aux cristallisations des sels que le vin abandonne avec le temps sur les fonds des tonneaux et des bouteilles, elles sont toujours très grosses et une amplification de 90 à 100 fois suffit amplement pour les définir.

Quand la fermentation est achevée, le ferment dont l'évolution est terminée se dépose au fond des vases vinaires; c'est là qu'on le trouve rassemblé avec le plus grand nombre des parasites qui l'accompagnent ou lui succèdent. Quelques mycodermes, comme celui du vinaigre, vivent en respirant l'oxygène de l'air: c'est donc à la surface du liquide qu'il faut le rechercher, mais quand le vinaigre est fait, c'est-à-dire quand l'alcool du vin est transformé en acide acétique, le *mycoderma aceti* tombe également avec les lies.

Ce sont donc les dépôts du vin dont l'examen présente le plus d'intérêt; en effet, si l'on fait couler sur le porte-objet du microscope une goutte prise au milieu d'un tonneau de vin malade, l'observation la plus attentive peut ne montrer qu'un champ uniformément rouge ou blanc, suivant la couleur propre du vin, et sillonné seulement par quelques très rares corpuscules formés par la matière colorante en suspension, ou par quelques fins cristaux de tartre dont le vin est presque toujours saturé. Mais, si au lieu de cueillir la gouttelette de vin au centre du tonneau on va la chercher au fond de la barrique, alors le champ du microscope se montre couvert de particules solides de matière colorante, de cristaux, de cellules de ferment et, au milieu de tout cela, des germes de la maladie dont le vin est atteint.

Pour soumettre les dépôts du vin à l'observation, on fait usage d'une longue pipette de verre, composée d'un tube d'un petit diamètre dont l'extrémité inférieure est effilée. On ferme le sommet du tube en y appuyant le doigt et l'on introduit la pipette ainsi fermée jusqu'au fond de la bouteille ou du tonneau. On soulève le doigt pendant un instant très court, quelques gouttes de vin qui se trouvent à portée de la pointe effilée se précipitent dans le tube, entraînant avec lui tous les corps solides qu'il renferme. On retire la pipette du tonneau, on l'essuie extérieurement pour ne pas mélanger le vin du centre du tonneau avec celui qui constitue le dépôt, et il ne reste qu'à faire couler adroitement une petite goutte du vin renfermé dans le tube sur la lame de verre, pour procéder à l'examen microscopique.



PRINCIPAUX GERMES MICROSCOPIQUES

DU VIN

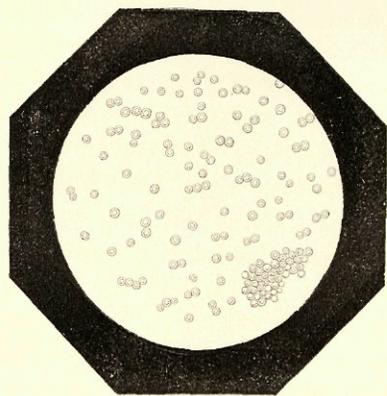


Fig. 1.

Cellules du ferment alcoolique.
Le vin est en pleine fermentation.

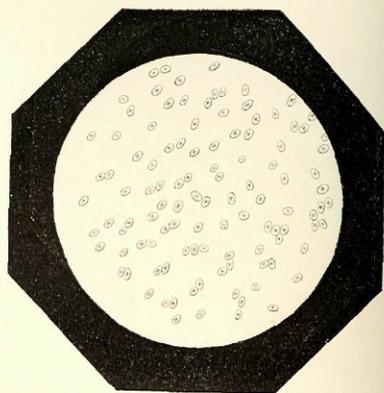


Fig. 2.

Cellules du ferment alcoolique
quand la fermentation est achevée.

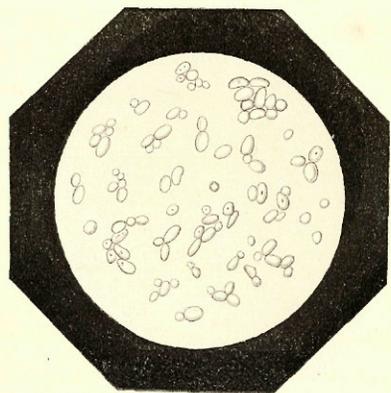


Fig. 3.

Mycoderma vini. Fleurs du vin.



Fig. 4.

a, Ferment alcoolique.
b, *Mycoderma vini*.
c, *Mycoderma aceti* jeune.
d, — — âgé.

FERMENT ALCOLIQUE

Quand le raisin commence à contenir du sucre, quand il a tourné, les grains se recouvrent d'une couche veloutée qui donne à la grappe le caractère le plus certain de sa prochaine maturité. Si, au moyen d'une lame de canif, nous grattons légèrement cette couche pulvérulente et si nous en déposons quelques fines parcelles au sein d'une goutte d'eau posée sur une lame de verre, le microscope nous fait voir, nageant au milieu du liquide, un nombre considérable, innombrable même, de petits globules transparents ressemblant assez bien à de petites lentilles un peu elliptiques et aplaties (voir fig. 1, pl. I). Ces globules ou cellules, comme on les appelle aussi, constituent le *ferment alcoolique*; ce sont des animaux ou des végétaux, ou tout au moins des êtres intermédiaires entre la plante et l'animal, mais à coup sûr vivants, se nourrissant et se reproduisant quand ils se trouvent placés dans des conditions appropriées à leur constitution et nécessaires à leur existence.

De même que tous les êtres vivants, les germes du ferment existent normalement dans la nature; ils ne sont pas le produit d'une génération spontanée; ils flottent dans l'atmosphère et, charriés par les vents, ils s'abattent sur les fruits au moment de leur maturité. Le ferment alcoolique se nourrit de sucre; il s'est déposé sur les grappes de raisin, sur la rafle et sur les grains et attend avec impatience le moment où la maturité du fruit amènera la rupture de son épiderme. Alors ces milliers de petits affamés se répandent dans le jus et en dévorent la matière sucrée, laissant en échange du sucre des résidus tels que l'acide carbonique et l'alcool.

Reportons-nous au moment de la vendange et analysons toutes les phases de ce travail.

Les grappes sont cueillies et foulées dans les tonneaux ou portées sous le pressoir; les fouloirs, les pieds des vigneron ou la pression des plateaux du pressoir, aidée par le fer de la bêche, déchirent la peau du raisin, et le moût, entraînant avec lui des légions de globules, est recueilli dans des cuves ou des tonneaux.

Voici donc notre mangeur de sucre dans son élément, il dévore à discrétion et, remplissant une autre fonction non moins importante, il se reproduit. Suivons au moyen de notre microscope les mystères de cette reproduction. Si nous posons une goutte de moût sur le porte-objet, nous voyons dans le champ, nageant dans le liquide, au milieu de nombreux détritits composés de fragments de grumes de raisin, un nombre considérable de lentilles transparentes, bien renflées,

bien arrondies, qui, par cette transparence et cette rotondité, dénotent leur bonne santé et le régulier accomplissement de leurs fonctions. Bon nombre de ces lentilles ne sont pas régulièrement arrondies; elles présentent, sur l'un des points de leur contour, un commencement de déformation; il semble qu'il se développe à ce même point une sorte de nodosité (*a*, fig. 50) qui, s'accroissant en s'arrondissant, constitue bientôt une demi-circonférence *b* tangente au cercle principal. Cette demi-circonférence se complétant forme ensuite un cercle entier qui, se détachant de la cellule mère, devient globule à son tour *c*. Mais si la fermentation est active, et c'est ce qui se produit généralement aux premiers jours de la vendange, la reproduction du ferment est accélérée par un bourgeonnement plus multiplié, le globule tangent à la cellule mère devient mère à son tour avant d'être entièrement détaché : aussi voyons-nous ces bourgeons s'allonger les

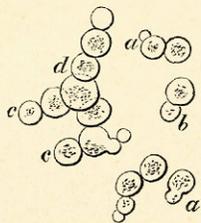


Fig. 50.

uns au bout des autres et constituer de longues arborescences *d* qui, se séparant par tronçons, se ramifient à leur tour et par cette multiplication indéfinie arrivent à reproduire, en quelques heures, un nombre immense de globules. Grâce à ce développement excessif d'êtres affamés, le sucre est bien vite dévoré, et c'est pendant son absorption que se produit cette réaction chimique qui joue le rôle le plus important de la vinification : de l'acide carbonique se dégage du tonneau, et de l'alcool, remplaçant le sucre, prend naissance et transforme le moût en vin.

S'il nous était permis de recourir à une comparaison hasardée sans doute, mais certainement vraisemblable et frappante, nous dirions qu'à l'instar des êtres d'une organisation supérieure, le ferment, qui vit et mange, dégage ou laisse échapper les résidus de ses propres fonctions. Suivant cette comparaison, les globules expireraient un résidu gazeux, l'acide carbonique, et expulseraient un autre résidu liquide, l'alcool. En assimilant l'acide carbonique et l'alcool aux résidus des fonctions respiratoires et digestives, il devient tout naturel d'admettre que des êtres organisés ne peuvent vivre indéfiniment au milieu de leurs sécrétions; le ferment ne peut donc continuer long-



PRINCIPAUX GERMES MICROSCOPIQUES

DU VIN

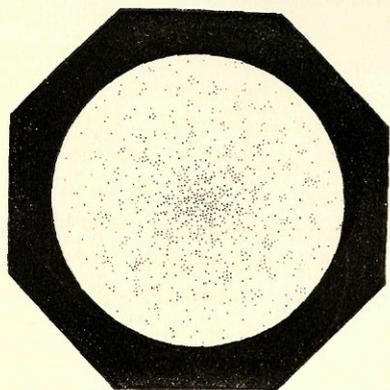


Fig. 5.

Mycoderma aceti.
La fermentation est achevée.

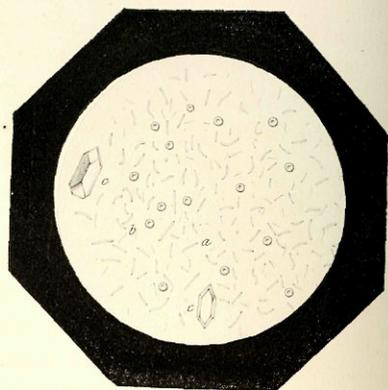


Fig. 6.

a, Maladie de la *pousse*.
b, Ferment alcoolique.
c, Cristallisation de tartrate de chaux.

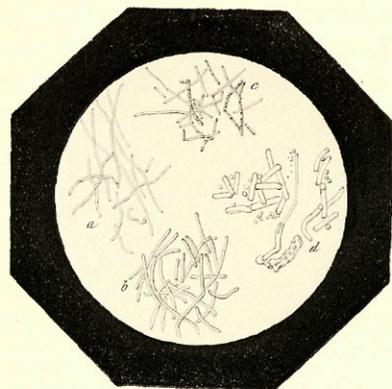


Fig. 7.

a, Ferment de l'amertume jeune.
b, — — — — — plus âgé.
c, Ferment de l'amertume couvert
de matière colorante.
d, Ferment de l'amertume incrusté par
la matière colorante.

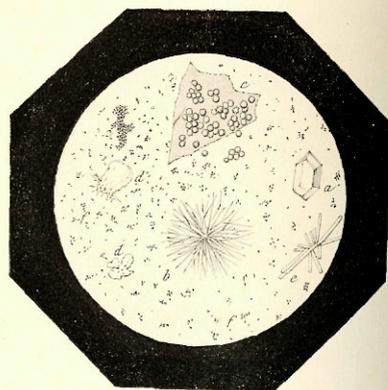


Fig. 8.

a, Tartrate de chaux.
b, Bitartrate de potasse.
c, Dépôts de matières colorantes.
c, Maladie de l'amertume.
d, — — — — — des vins du Midi.

temps cette absorption du sucre, s'il doit rester immergé au sein de l'alcool qu'il a expulsé; il doit être bientôt empoisonné par ses propres déjections. A l'appui de cette comparaison nous dirons, et ceci est rigoureusement vrai, que les fonctions du ferment diminuent d'énergie et d'efficacité au fur et à mesure de la disparition du sucre et de l'accumulation de l'alcool (1). En effet, quand la richesse alcoolique du vin atteint une certaine limite, la reproduction des cellules s'arrête, leur forme extérieure s'altère, leur convexité s'affaisse, le globule s'aplatit, le microscope montre ses deux parois extérieures rapprochées et se touchant (fig. 2, pl. I); sa nutrition est évidemment incomplète, la disparition du sucre cesse, et les globules qui avaient envahi la masse entière du moût tombent au fond du tonneau. Le vin, débarrassé de ces corpuscules en suspension qui troublaient sa transparence, s'éclaircit, tandis que ces mêmes globules, privés maintenant de toute force vitale, constituent la plus grande partie de la lie. Mais le ferment ainsi précipité, inerte et inactif, est-il détruit, est-il mort ou seulement engourdi? Nous verrons tout à l'heure que l'alcool, qui a paralysé ses fonctions, ne l'a pas irrévocablement anéanti.

Il serait d'un intérêt considérable pour la vinification de connaître la richesse alcoolique du mélange dans lequel le ferment ne peut vivre. Malheureusement il n'est pas possible d'établir à ce sujet des chiffres absolus, car tous les phénomènes physiologiques s'accomplissent avec une certaine élasticité qui varie avec la résistance propre à chaque individu; or, ne l'oublions pas, nous sommes ici en présence d'une action essentiellement vitale.

Il est à remarquer, en outre, que la résistance des globules du ferment à l'action destructive de l'alcool augmente avec l'élévation de la température; de même que la chaleur active la fermentation, de même une température élevée permet aux cellules de vivre dans un milieu plus alcoolique, de sorte que le moût, s'il est très sucré, fermentera plus complètement si la saison est chaude et la quantité d'alcool formé sera plus forte, en même temps que le poids du sucre restant dans le vin sera plus faible. C'est ainsi que dans les pays méridionaux le vin atteint souvent une richesse alcoolique de 16 ou 17 degrés, tandis que dans le centre de la France nous voyons les vins alcoolisés et sucrés à la vendange, conserver encore plusieurs grammes de sucre par litre, bien qu'ils ne contiennent que 12 à 13 degrés d'alcool; c'est parce que ces vins ont fermenté dans des

(1) Dans sa publication relative au virus de la rage (septembre 1885), M. Pasteur admet que les microbes et autres générations microscopiques émettent des sécrétions qui deviennent, pour eux-mêmes, de véritables poisons.

celliers à basse température et que les globules ont été promptement engourdis par l'alcool qu'ils ont engendré.

Le ferment présente encore une singulière anomalie : non seulement il perd son activité vitale sous l'action de l'alcool, mais il reste encore inerte et stérile au sein de dissolutions sucrées, si la proportion du sucre dépasse une certaine limite et si, par conséquent, celle de l'eau est trop faible. Cette proposition n'a pas besoin d'être autrement démontrée, puisqu'on sait que les sirops, les liqueurs, et même certains vins très sucrés ne fermentent pas, bien que le microscope y décèle de nombreuses cellules de ferment, et uniquement parce que le volume de l'eau qu'ils renferment est insuffisant.

Nous avons dit plus haut que la température agit avec intensité sur la vitalité du ferment, ceci est bien connu; on conserve par le froid les matières les plus fermentescibles et, réciproquement, c'est au moyen de la chaleur qu'on met en activité les fermentations les plus rebelles. A l'époque de la vendange la température est généralement assez élevée, aussi la fermentation est-elle complètement achevée en quelques jours; mais il arrive souvent, si l'année est tardive, que la vendange s'effectue par un temps froid, alors la fermentation s'arrête avant la transformation complète du sucre et le vin reste sucré. Il semble que la température de 22 à 24 degrés centigrades est celle qui convient le mieux à l'évolution normale du ferment alcoolique; une chaleur plus intense entrave ses fonctions et, si elle s'élève au-dessus de 60 degrés, la vitalité des cellules est complètement anéantie : tous les germes, tous les ferments, tous les parasites, tous les êtres organisés et vivants sont détruits. Cette action, essentiellement conservatrice de la chaleur, a été utilisée par M. Pasteur pour annuler toutes les fermentations successives ou secondaires auxquelles les vins sont si sujets : en chauffant le vin à 65 degrés, on assure sa conservation indéfinie.

Le ferment est, nous le savons, un être essentiellement prolifique : du jour au lendemain il peut engendrer des légions innombrables de cellules capables de peupler le moût renfermé dans les plus grands vaisseaux; il suffit de quelques cellules suspendues dans l'atmosphère et tombant dans une barrique de vin stérilisé par la chaleur pour l'ensemencer de nouveau; dans un délai très court, la masse du vin est remplie de nouveaux germes qui recommencent une nouvelle évolution et donnent naissance à de nouvelles fermentations. Ainsi s'explique l'échec souvent éprouvé par la *pasteurisation*, quand on l'applique aux vins en cercles. Il suffit de quelques cellules tombant de l'atmosphère ou restant dans les tonneaux mal rincés pour paralyser l'action du chauffage, tandis que la même opération

pratiquée sur le vin renfermé dans des bouteilles bien bouchées est absolument efficace.

Le ferment alcoolique vit complètement immergé dans le vin; il y trouve le carbone, l'hydrogène et l'oxygène qui constituent sa nourriture, et, contrairement à la plupart des êtres organisés, il ne semble pas avoir besoin de respirer l'oxygène de l'air; mais quand le vin, au sein duquel il vit immergé, en est privé, il en prend au sucre. Cette proposition doit cependant être restreinte dans sa généralité; il est vrai que les cellules vivent et se reproduisent au milieu du vin sans jamais venir respirer à sa surface et sans que le vin lui-même soit remué ou mélangé avec de l'air; de plus, elles conservent la faculté de se reproduire après être restées longtemps inertes au fond des tonneaux. Mais ces mêmes cellules, transportées dans un autre liquide, dans de l'eau ou dans du vin sucrés, ou seulement si le vin dans lequel elles ont déjà vécu doit recevoir une nouvelle addition de sucre qui doit fermenter, ce nouveau liquide doit contenir lui-même une certaine quantité d'oxygène, qui rajeunira les cellules et lui donnera une nouvelle vitalité; il doit être aéré, remué, agité au sein de l'atmosphère.

Supposons que nous possédions du vin vendangé par un temps froid, dont la fermentation ait été incomplète et qui contienne encore du sucre; malgré les soutirages qu'il aura pu subir, lesquels auront pour résultat d'enlever avec les lies les globules du ferment, ce vin pourra au printemps subir une nouvelle fermentation, il deviendra trouble, piquant, et l'acide carbonique dégagé, ne pouvant s'échapper des tonneaux fortement bondonnés, occasionnera du coulage s'il ne crève pas la barrique. Il serait donc prudent, sans attendre ces premiers symptômes, de soumettre, d'office, le vin à une nouvelle fermentation régulière qui le débarrasserait de ses dernières traces de sucre; pour cela, il suffirait d'ensemencer les barriques en versant, dans chacune d'elles, quelques litres de vin nouveau encore trouble et contenant des cellules de ferment que le microscope aurait montrées saines et pures. Mais pour que ces cellules accomplissent une nouvelle évolution, le vin devrait être aéré, il faudrait lui faire absorber de l'oxygène, et pour cela il suffirait de l'agiter dans les barriques incomplètement remplies.

Maintenant que nous connaissons le rôle que joue le ferment alcoolique et les particularités les plus saillantes de son existence, nous devons dire qu'il n'existe pas seul sur la grappe du raisin; il s'y trouve accompagné d'une foule d'organismes analogues dont les formes extérieures diffèrent sensiblement et qui, de plus, agissent d'une façon toute autre sur le milieu dans lequel ils vivent, c'est-à-

dire sur le vin. Tous ces êtres se nourrissent des éléments du moût ou du vin; les uns en dévorent le sucre, les autres détruisent l'alcool, d'autres encore se combinent avec les matières azotées, protéiques ou albumineuses, et tous vivent au détriment du vin, en détruisant l'ensemble si harmonieux que constituent ses différents éléments. Il est donc essentiel pour nous, non seulement de reconnaître ces agents de désorganisation aussitôt qu'ils font leur apparition dans le vin, mais encore de savoir quelles sont les conditions dans lesquelles ils vivent, ou prennent naissance, afin de pouvoir nous en préserver.

MYCODERMA VINI

Quand on laisse une barrique de vin en vidange ou quand on abandonne à l'air libre une bouteille débouchée ou mieux un verre à moitié rempli de vin, on voit, peu après, la surface du liquide se couvrir d'une pellicule blanchâtre, très mince d'abord, mais s'épaississant par degrés, et formant bientôt cette agglomération de fines poussières blanches qu'on nomme *la fleur du vin* et que M. Pasteur appelle le *mycoderma vini*. Si l'on observe au microscope une parcelle de ces fleurs immergée dans une goutte d'eau, on la voit composée d'un nombre considérable de globules qui présentent quelque ressemblance avec les cellules du ferment alcoolique : c'est aussi un globule, mais plus elliptique, plus allongé, plus aplati, qui se reproduit aussi par bourgeonnement en donnant naissance à des arborescences enchevêtrées et compliquées (fig. 3, pl. I).

Le *mycoderma vini*, qui flotte également dans l'air, est très répandu dans l'atmosphère des caves et des celliers; il se dépose à la surface des liquides alcooliques, s'y reproduit et y vit en respirant l'oxygène de l'air; c'est là un des caractères qui le différencient le plus du ferment alcoolique, lequel, nous le savons, peut rester constamment immergé au milieu du vin quand il ne s'agglomère pas au fond des tonneaux ou des bouteilles.

Quel est le rôle attribué par la nature au *mycoderma vini*? Jusqu'à présent il a été impossible de constater qu'il soit avantageux à la vinification, tandis qu'il peut lui être très préjudiciable. Le mycoderme s'empare de l'oxygène de l'air et le porte sur l'alcool qu'il transforme en eau et en acide carbonique; de plus, il semble le précurseur de l'apparition du *mycoderma aceti*: quand la fleur du vin commence à se faner, ce dernier apparaît et le vin tourne à l'aigre et au vinaigre.

Nous avons dit que le *mycoderma vini* ne pouvait vivre qu'à la surface du vin, en respirant l'oxygène de l'air; le plus sûr moyen

d'empêcher son apparition et sa reproduction, c'est donc de maintenir les tonneaux toujours complètement remplis et hermétiquement fermés.

C'est d'ailleurs une pratique généralement suivie dans le plus grand nombre de nos pays vinicoles où le vin est renfermé dans des barriques exactement closes dès que la fermentation est achevée, alors que l'acide carbonique ne remplit plus l'espace vide au-dessus du vin. Dans certains pays, comme le Jura et surtout l'Espagne méridionale, le vin renfermé dans des tonneaux incomplètement fermés n'est jamais soutiré, il s'y trouve complètement recouvert d'une couche de fleurs. Il semble que le *mycoderma vini* donne aux vins de ces pays leur caractère particulier; il modifie leur bouquet et leur saveur et c'est au travail ininterrompu que ces parasites accomplissent dans le vin, qu'il faut attribuer, en plus grande partie, son défaut de limpidité et de transparence.

MYCODERMA ACETI

Le vin, s'il n'est pas conservé à l'abri du contact de l'air, ou s'il est seulement exposé à une température élevée, est encore sujet aux atteintes d'un autre agent de décomposition : il peut êtreensemencé par un autre mycoderme plus actif et plus dangereux encore que le *mycoderma vini*. Nous voulons parler du *mycoderma aceti*. L'atmosphère, réceptacle de tous les germes, charrie un petit, très petit globule qui, tombant dans le vin, se nourrit, non plus de sucre, mais d'alcool. Ces expressions de manger et de dévorer sont prises au figuré, bien entendu, car, en réalité, le *mycoderma aceti* ne mange pas, mais il effectue une véritable réaction chimique : de ses fonctions vitales il résulte une combinaison de l'alcool avec l'oxygène de l'air : deux atomes d'hydrogène de l'alcool sont remplacés par deux atomes d'oxygène de l'air atmosphérique, et c'est ainsi que 1 gramme d'alcool se transforme en 1^{gr},304 d'acide acétique ou de vinaigre.

Observé au microscope, le vinensemencé de *mycoderma aceti* se montre, quand le parasite est encore jeune, rempli de chapelets, dont les grains sont d'un diamètre extrêmement petit paraissant dix fois moindre que celui du ferment alcoolique (c, fig. 4, pl. I). Chaque article ou grain de chapelet est un peu étranglé par le milieu, ce qui le fait ressembler à la réunion de deux petites cellules; de même que si ces petits articles sont réunis en amas un peu serrés, on peut croire qu'ils composent un groupe de petits globules. Ces globules se reproduisent en s'étranglant de plus en plus et, après s'être sectionnés, chacun

d'eux donne naissance à deux nouveaux articles qui s'étranglent en grandissant pour se sectionner à leur tour. Quand le mycoderme a acquis un certain développement les chapelets se brisent et le vin se remplit de petits points noirs qui s'élèvent à la surface du liquide pour y respirer l'oxygène de l'air (fig. 5, pl. II). C'est ainsi que le parasite du vinaigre se montre le plus souvent dans les vins piqués et déjà tournés à l'acescence.

Les désastres occasionnés par le *mycoderma aceti*, en rendant le vin aigre et en le transformant en acide acétique, sont assez fréquents et assez connus; nous n'avons pas besoin d'insister sur l'utilité d'une observation qui permet de constater cette maladie du vin dès son apparition, et avant que la dégustation ait pu la signaler.

FERMENT DE LA MALADIE DE LA GRAISSE ET DES VINS FILANTS

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 parasite 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.

Quoi qu'il en soit de la valeur de cette explication, nous savons comment nous devons lutter contre les principes albumineux ou gélatineux du vin pour le sauvegarder de la maladie de la graisse: il suffit d'y ajouter du tannin.

Nous avons décrit, au chapitre *Dosage du tannin* (page 96), le procédé au moyen duquel on peut s'assurer si le vin renferme une

(1) Robinet, *Manuel général des vins*, p. 71, 1884.

proportion de tannin suffisante pour précipiter les matières albumineuses qu'il contient en dissolution, ainsi que la dose d'acide tannique dont le vin doit être additionné pour insolubiliser et précipiter la gélatine qui forme la base de la plupart des colles, de sorte que les vins gras et filants ainsi que ceux qui ne s'éclaircissent pas par le collage, déjà rares aujourd'hui, ne tarderont pas à disparaître tout à fait.

MALADIE DE LA POUSSE ET DES VINS Tournés

Souvent, dans les vignobles et principalement dans les pays chauds, le vin subit, lors de l'apparition des premières chaleurs, une modification profonde: il se trouble; sa couleur change, elle se fonce en perdant sa transparence. Les tonneaux, s'ils sont hermétiquement fermés, supportent une pression intérieure qui fait suinter le vin par la bonde ou par les joints des douves; si le vin est en bouteilles, le bouchon est repoussé et son extraction est accompagnée d'un sifflement qui accuse un dégagement gazeux; en un mot, le vin laisse échapper un gaz qu'il ne faut pas confondre avec celui de la fermentation, mais qu'il faut attribuer à sa propre décomposition; de plus, sa saveur s'altère, il devient fade; en un mot, *il tourne*.

L'observation microscopique du vin tourné est délicate, car le parasite de la *pousse* est extrêmement ténu; il se compose de très petits filaments fins et déliés dont le diamètre atteint à peine $\frac{1}{1,000}$ de millimètre et sa longueur, quand il est jeune, ne dépasse guère quelques centièmes de millimètre (*a*, fig. 6, pl. II). Au début de la maladie ces petits bâtonnets se rencontrent dans les lies mêlées aux cristaux de bitartrate de potasse (*c*, fig. 6) et aux amas de matière colorante (*c*, fig. 8) dont le vin est le plus souvent sursaturé et qui se sont précipités; ces filaments sont encore rares et clairsemés, mais quand le mal fait des progrès ils s'allongent, leur nombre augmente, ils se répandent dans toute la masse du vin, et il arrive souvent alors que, par leur prodigieux développement et par leur enchevêtrement, ils donnent au vin une apparence soyeuse et chatoyante. La lie, elle-même, semble transformée; ce n'est plus seulement un dépôt de sels, de matières protéiques et colorantes, mais une masse noirâtre, filandreuse, un agglomérat glutineux des filaments du parasite. Enfin, le vin, en pleine décomposition, laisse échapper du gaz acide carbonique, et ce dégagement a valu à cette funeste maladie le surnom de la *pousse*.

La *pousse* ou la *tourne* est très fréquente, elle doit être attribuée à un défaut de soins dans les traitements subis par le vin; il suffit

de tonneaux mal rincés, de soutirages insuffisants ou inopportuns pour que les germes, qui se trouvaient sur la grappe du raisin ou qui flottent dans l'atmosphère, se développent dans les barriques et empoisonnent une cave tout entière. Le seul moyen de prévenir cette maladie consiste donc dans des précautions minutieuses, dans un soin, une propreté excessive apportés à tout le travail de la vinification, et le seul moyen de la guérir, quand on a constaté son apparition, c'est de chauffer le vin en ayant soin, à sa sortie de l'œnotherme, de le recevoir à l'abri du contact de l'air dans des tonneaux échaudés, soufrés et purgés de toute trace de germes organisés.

Il semble tout indiqué que le chauffage du vin devrait être pratiqué au sein de la barrique dans laquelle il doit séjourner; on éviterait ainsi tout nouvel ensemencement en supprimant les transvasages, en même temps qu'on assurerait l'action de la chaleur sur tous les germes logés dans les anfractuosités des tonneaux.

MALADIE DE L'AMERTUME

La maladie de l'amertume est assez connue pour que nous n'ayons pas besoin d'en tracer une trop longue monographie. Les désastres qui frappent annuellement les vignobles de la Bourgogne sont légendaires dans le commerce des vins et il n'est pas de consommateur qui n'ait vu, dans sa cave, le Pomard, le Volnay, tous les grands vins de la Côte-d'Or, devenir malades, perdre toutes leurs qualités, quelquefois se guérir, pour subir encore de nouvelles vicissitudes. On sait que les grands vins de Bourgogne sont d'un transport très difficile; ils ne peuvent être conservés que dans des caves très froides et à la condition de subir de fréquents soutirages. Malgré ces soins, malgré des précautions infinies, on voit souvent le vin changer de bouquet, perdre la vivacité de sa couleur, devenir fade et sapide; il *doucine*, puis, la maladie s'accroissant davantage, le vin devient amer, un léger dégagement d'acide carbonique le rend piquant, la matière colorante se décompose et le vin n'est plus potable. Souvent ce même vin, abandonné et considéré comme perdu, reprend sa couleur, sa saveur et son bouquet primitifs, la crise est passée, la maladie est guérie... Mais, hélas! elle reviendra.

Examinons au microscope le dépôt de ce vin malade: nous constatons la présence de longues arborescences (fig. 7, pl. II) composées de rameaux branchus, noueux, enchevêtrés les uns dans les autres, dont le diamètre, beaucoup plus grand que celui du filament du vin tourné, est très variable; quelques-unes de ces ramifications sont deux ou trois fois plus grosses que les autres. Le plus souvent, ces

branchages sont colorés en rouge plus ou moins vif, quelquefois ils sont bruns, ou bien encore incolores, mais alors ils sont plus minces, plus nets, leurs contours sont plus purs.

M. Pasteur a constaté et démontré avec toute certitude que ces arborescences constituent le ferment particulier qui produit la maladie de l'amertume et, par l'étude de leurs propriétés vitales, il a expliqué toutes les phases par lesquelles passent les vins amers. Le vin est-il jeune ou récemment malade? les rameaux sont incolores, leur diamètre est minime, leurs contours sont nets, les nœuds de leurs branchages sont bien accusés, sans trace de matière amorphe ni mamelonnée qui les entoure. Mais la maladie est-elle ancienne? le ferment est devenu épais et rugueux, ses branches se sont revêtues d'une écorce colorée en rouge plus ou moins foncé. La matière colorante qui, dans les vins de Bourgogne, généralement peu acides, n'est pas très fixe et facilement oxydable, s'est déposée sur le ferment, l'a enveloppé, incrusté, pétrifié. Dans cet état d'isolement, les fonctions du ferment sont interrompues; il ne se trouve plus en contact direct avec le vin, il ne le décompose plus; aussi, ce dernier, débarrassé de son parasite, semble renaître à la vie, il recouvre momentanément son état normal; nous disons momentanément, car quelques germes incomplètement incrustés se reproduisent, de nouveaux rameaux se développent petit à petit, empoisonnent le vin de nouveau et la maladie recommence. C'est ainsi que dans les vins très vieux les dépôts montrent au microscope une série d'arborescences de diamètres plus ou moins grands, c'est-à-dire plus ou moins incrustés, de couleurs très diverses, variant depuis le jaune foncé jusqu'au noir, en passant par toutes les teintes rouges et en accusant, de la sorte, les générations successives de parasites qui ont lutté contre l'incrustation de la matière colorante et qui se sont traduites par des périodes de maladie ou de guérison, successivement accusées par la dégustation.

Nos vignerons bourguignons ont appris, à la suite d'une très longue et très coûteuse expérience, comment il faut lutter contre l'envahissement du ferment de l'amertume; ils savent qu'il faut fréquemment soutirer le vin; qu'il soit renfermé dans des tonneaux ou dans des bouteilles, il faut le séparer de son dépôt. Quel est le résultat réel du soutirage et comment agit-il? C'est bien simple: le parasite de l'amertume réside au fond du tonneau; en séparant le dépôt à chaque saison, au moment où le vin va travailler, quand tous les êtres organisés auxquels il donne asile vont se reproduire, non seulement on supprime la plus grande partie du ferment, mais encore on entrave sa multiplication. Malheureusement une simple décantation, quelle qu'en soit la perfection, ne peut éliminer complètement

des corps solides dont les dimensions ne dépassent pas quelques centièmes de millimètre; aussi M. Pasteur a-t-il jugé nécessaire de recourir à un procédé plus efficace: en chauffant le vin de Bourgogne à 60 degrés, tous les ferments, tous les germes, tous les parasites, tous les rameaux de l'amertume sont tués; ils deviennent inertes, ils ne peuvent plus se reproduire; après ce chauffage, le vin est à tout jamais guéri.

Nous l'avons déjà dit plus haut: quand la chaleur a purifié le vin en tuant tous ses parasites, il faut le soustraire à tout nouvel empoisonnement et, pour cela, il faut que les barriques dans lesquelles on va l'entonner soient elles-mêmes absolument pures; il faut que toutes les parois avec lesquelles le vin va de nouveau se trouver en contact soient rigoureusement exemptes de germes capables de l'ensemencer, et, mieux encore, il faudrait que le vin fût chauffé dans sa barrique sans subir ensuite aucun transvasement.

Il est probable que les vignobles de la Bourgogne, depuis leur atmosphère jusqu'aux voûtes de leurs caves, sont empoisonnés par le ferment de l'amertume; tout ce qui est touché par le vin: les tonneaux, les ustensiles de la cave, les bouteilles, les bouchons, les mains des vigneron, en est imprégné, et il semble qu'un traitement dépuratif méthodiquement étudié, énergiquement et longtemps pratiqué, puisse seul débarrasser à tout jamais la Bourgogne d'un hôte aussi tenace que prolifique.

AUTRES MALADIES DU VIN

Nous avons résumé, dans les pages qui précèdent, la monographie des parasites étudiés par M. Pasteur et auxquels on peut, en toute certitude, attribuer les principales maladies des vins; mais il ne faut pas croire que ce soient les seuls organismes auxquels le vin donne asile et que laisse entrevoir l'examen microscopique. Si M. Pasteur n'en a pas décrit d'autres, c'est, sans aucun doute, parce qu'il n'avait à sa disposition que des vins de France. Le ferment alcoolique, les mycodermes vini et aceti, les bâtonnets de la maladie de la pousse, les arborescences de l'amertume sont presque les seuls qui se rencontrent dans nos vins du centre de la France; ce sont ceux qui occasionnent le plus de ravages dans nos vignobles. Mais les vins des pays méridionaux, les vins d'Algérie, d'Espagne, d'Italie, sont littéralement empoisonnés par d'innombrables parasites qui leur font subir une suite non interrompue de décompositions; ces maladies successives des vins étrangers sont, pour notre commerce, la source d'importants déficits.

La présence de ces germes s'explique facilement: cueillons une grappe de raisin bien mûre, un grain encore recouvert de sa fleur; avec la pointe d'un canif détachons une parcelle de cette fleur, déposons-la sur une lame de verre au sein d'une goutte d'eau et sous le microscope observons son apparence. Nous serons vivement frappés, surpris, effrayés même, de ce spectacle; non seulement nous reconnaissons les cellules du ferment alcoolique nageant au sein du liquide, mais ces globules sont accompagnés par un nombre infini d'êtres de formes et de dimensions absolument différentes; ce sont assurément des organismes analogues à ceux dont M. Pasteur nous a signalé l'existence; la nature les a déposés sur les grains du raisin pour y remplir un rôle fixe et déterminé; si, par hasard, au moment de la vendange, le jus du raisin ne se trouve pas placé dans des conditions voulues pour l'accomplissement de la fermentation alcoolique; si le moût ne peut se transformer en vin, ces organismes interviennent à leur tour et font subir au jus sucré une décomposition différente. Si donc la vendange ne s'exécute pas dans des conditions atmosphériques appropriées, d'autres germes, parmi ceux qui accompagnent le ferment alcoolique sur le grain du raisin, se trouvent, eux sans doute, dans des conditions plus favorables; ils se substituent au ferment alcoolique, et nous voyons alors la fermentation régulière s'arrêter, le vin rester sucré, se troubler et faisant prévoir de prochaines maladies.

Le plus souvent, le ferment alcoolique et les mycodermes parasites vivent côte à côte dans ce vin malade; alors il s'établit entre ces deux organismes un combat ininterrompu; le plus vigoureux, le plus énergique, le plus fort, celui qui se trouve placé dans les meilleures conditions pour vivre et se reproduire, sort victorieux de cette lutte pour la vie et, trop souvent, nous voyons le ferment alcoolique tomber inerte au fond des tonneaux, se décomposer lui-même, donner naissance à des produits organiques qui, dissous dans le vin, deviennent la cause de nouvelles décompositions, de fermentations secondaires ou putrides.

Il est facile de citer des exemples de ces fermentations anormales, qui produisent des vins aigres, piquants, troubles, de couleur indécise et toujours en travail.

L'Algérie a donné un énorme développement à la plantation de la vigne; elle a récolté ces dernières années ses premiers vins; mais ses débuts n'ont pas été heureux. La fermentation du moût a été difficile à régulariser; elle s'est montrée non seulement tumultueuse, mais violente et indomptable; le vin, encore sucré, est souvent devenu acide, et celui qui a pu transformer son sucre en alcool est

tombé promptement malade et ne s'est pas conservé. Pourquoi? Les cépages plantés en Algérie ont été, pour la plupart, choisis parmi ceux qui fournissent nos meilleurs vins de France, ce sont des plants hâtifs qui mûrissent tardivement sous notre climat tempéré. Ces mêmes ceps, qui ne nous donnent des raisins mûrs qu'aux mois de septembre et d'octobre, transplantés dans des pays chauds, doivent être vendangés au mois d'août, en pleine chaleur, sous les rayons d'un soleil qui donne à tous les germes, à tous les ferments, une vitalité exhubérante. Dans ces conditions atmosphériques, le moût ensemencé par tous les organismes qui pullulent sur la grappe du raisin se trouve soumis à un violent travail, à une décomposition énergique; le ferment alcoolique, battu en brèche par des ennemis plus affamés encore et doués d'une plus grande vigueur, ne peut supporter la lutte, il est vaincu, il abandonne le champ de bataille, et le sucre, la couleur, les principes astringents, tous les éléments constituants du vin, décomposés ou détruits, ne laissent plus dans les tonneaux qu'un liquide trouble, acide ou bien aqueux et sans saveur. Si les choses ne se passent pas aussi malheureusement, la fermentation s'accomplit cahin-caha, le sucre disparaît en partie; mais le ferment, épuisé par cet effort, ne peut supporter l'action stupéfiante de l'alcool, il tombe au fond du tonneau et le vin reste sucré. Les parasites qui n'ont pu vaincre le ferment alcoolique et lui ont cédé la place ne sont pas tous morts, ils pullulent encore dans le vin; aussi après les froids, aux premiers réveils de la nature, lors du printemps, ils reprennent leur œuvre, et nous voyons le vin, atteint de la maladie de la pousse ou de bien d'autres encore inconnues, se décomposer et perdre toute valeur.

L'observation microscopique de ces vins méridionaux montre, dans les dépôts et dans les lies, avant même que la dégustation les ait déclarés malades, une foule d'éléments non encore décrits, lesquels sont, sans aucun doute, les germes des décompositions que le vin devra, par la suite, infailliblement subir. Pour notre part, nous avons déjà constaté une nombreuse variété de globules, de bâtonnets, de bactéries, de granules, de formes et de dimensions irrégulières extrêmement variées; quelques-uns sont animés de mouvements browniens, peut-être même spontanés ou volontaires; agents qu'il est impossible de confondre avec ceux décrits par M. Pasteur. Nous éprouvons le vif regret de ne pouvoir poursuivre l'étude de toute cette genèse, car elle présente un très grand intérêt; elle conduira nécessairement à des découvertes importantes qui rendront à l'industrie vinicole des services signalés et rapprocheront le nom de leurs auteurs de celui à jamais mémorable de M. Pasteur.

PRÉPARATIONS MICROSCOPIQUES VITICOLES

Pour faciliter encore l'étude microscopique des maladies des vins et de la vigne, nous faisons préparer, tout spécialement pour notre clientèle, une série de préparations microscopiques des différents parasites qui occasionnent les maladies des vins, ainsi que les cristallisations salines qui se retrouvent dans les lies et dans les dépôts des bouteilles; en comparant à ces types les apparences observées dans le microscope sur les vins soumis à l'examen, il sera plus facile de les reconnaître.

| | | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 144. | Phylloxera vastatrix , œuf..... | 3 fr. |
| 145. | — venant d'éclore..... | 3. » |
| 146. | — adulte sans ailes (aptère)..... | 3. » |
| 147. | — — ailé..... | 5. » |
| 148. | — nymphe..... | 5. » |
| 149. | — mâle..... | 3. » |
| 150. | — femelle..... | 3. » |
| 151. | Coupe de galles de feuilles (excroissances contenant les œufs)..... | 3. » |
| 152. | Cellules ou globules du ferment alcoolique | 3. » |
| 153. | Mycoderma vini | 3. » |
| 154. | Mycoderma aceti | 3. » |
| 155. | Bactérie , ferment de la maladie des vins tournés ou de la pousse..... | 3. » |
| 156. | Filament de la maladie des vins amers | 3. » |
| 157. | Peronospora viticole ou mildew..... | 3. » |
| 158. | Oïdium tuckeri | 3. » |

Cristallisations des sels contenus dans le vin :

| | | |
|------|-----------------------------------------|------|
| 159. | Acide tartrique | 3. » |
| 160. | Bitartrate acide de potasse..... | 3. » |
| 161. | Tartrate neutre de potasse..... | 3. » |
| 162. | Tannin (acide tannique)..... | 3. » |
| 163. | Alun (aluminat de potasse)..... | 3. » |
| 164. | Sulfate de potasse | 3. » |
| 165. | Sulfate de magnésie | 3. » |

TRAVAIL DU VIN MOUSSEUX

Nous avons publié, dans le cours de l'année 1886, une *Étude sur le vin mousseux* (1) dans laquelle nous avons résumé l'ensemble des procédés qu'il convient de mettre en œuvre pour obtenir du vin mousseux parfaitement limpide et transparent, dont la pression soit exactement proportionnée à la résistance des bouteilles et des bouchons. Ces procédés sont, depuis trois années, pratiqués sur une grande échelle, ils ont été soumis à une expérience décisive. Il nous est donc permis d'avancer avec une complète assurance qu'aujourd'hui la fabrication du vin de Champagne ne présente plus aucun aléa; il est facile de transformer le jus du raisin en vin mousseux par une série d'opérations simples, faciles, certaines, dont tous les détails sont connus, dont tous les éléments peuvent être pesés et calculés; en un mot, l'industrie champenoise ne présente plus de difficultés.

Il nous paraît inutile de résumer ici ce travail; nous y renverrons ceux de nos lecteurs que cette question peut intéresser; il nous suffira de donner les prix des instruments spéciaux qui n'ont aucune analogie avec ceux en usage pour le travail des vins ordinaires.

166. **Petit manomètre à air comprimé** pour suivre les progrès de la fermentation dans les bouteilles (fig. 51)... 5 fr.
167. **Aphromètre** perfectionné, muni d'un manomètre étalon divisé par dixièmes d'atmosphère (fig. 52). 125 fr.
168. **Absorptiomètre de J. Salleron** (breveté s. g. d. g.) (fig. 53).

Le prix de cet instrument doit être traité de gré à gré.

L'un des éléments les plus importants de l'opération du *tirage*, c'est-à-dire de la mise en bouteilles du vin avec l'addition du sucre nécessaire pour le rendre mousseux, est la faculté plus ou moins

(1) *Études sur le vin mousseux, nouveau mode de tirage rationnel et infaillible. De l'élasticité du verre et de la résistance des bouteilles. Le Liège et son application au bouchage du vin de Champagne*, par J. Salleron. 1 volume avec gravures, 6 francs.

grande que possède le vin de dissoudre l'acide carbonique. Nous avons montré que le vin d'une même vigne exige des volumes très variables d'acide carbonique pour fournir, dans les bouteilles, une atmosphère de pression, suivant l'année qui a produit le vin, suivant sa richesse alcoolique, son acidité, la quantité de gaz qu'il tient déjà en dissolution au moment de sa mise en bouteilles, etc. Ainsi s'expliquent les résultats très variables obtenus, chaque année, dans les caves champenoises : la même dose de sucre produisant, parfois, une mousse



Fig. 51.

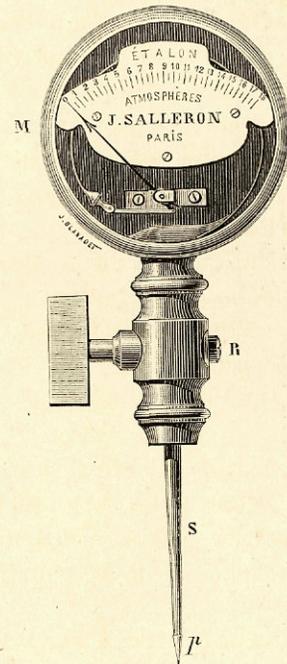


Fig. 52.

insuffisante et d'autres fois une *casse* prenant des proportions désastreuses.

Il est donc absolument nécessaire, pour décider du poids de sucre dont le vin doit être additionné au moment du tirage, de connaître non seulement sa richesse saccharine propre, mais encore son pouvoir dissolvant pour l'acide carbonique. On trouvera, dans l'ouvrage précité, des détails très complets touchant cette intéressante question.

169. **Élasticimètre de J. Salleron** (breveté s. g. d. g.) pour déterminer la résistance des bouteilles (fig. 54)... 800 fr.

La *CASSE* des bouteilles, pendant le cours de la fermentation du sucre qui doit rendre le vin mousseux, doit être, le plus souvent, attri-

buée à un dosage inexact du sucre que le vin renferme en dissolution ; mais il arrive très malheureusement, et souvent aussi, que les bouteilles elles-mêmes ne présentent pas une résistance suffisante. Dans un travail théorique et pratique très complet inséré dans le volume précité, nous avons démontré que les conditions économiques dans lesquelles se trouve placée la fabrication du verre ne permettent

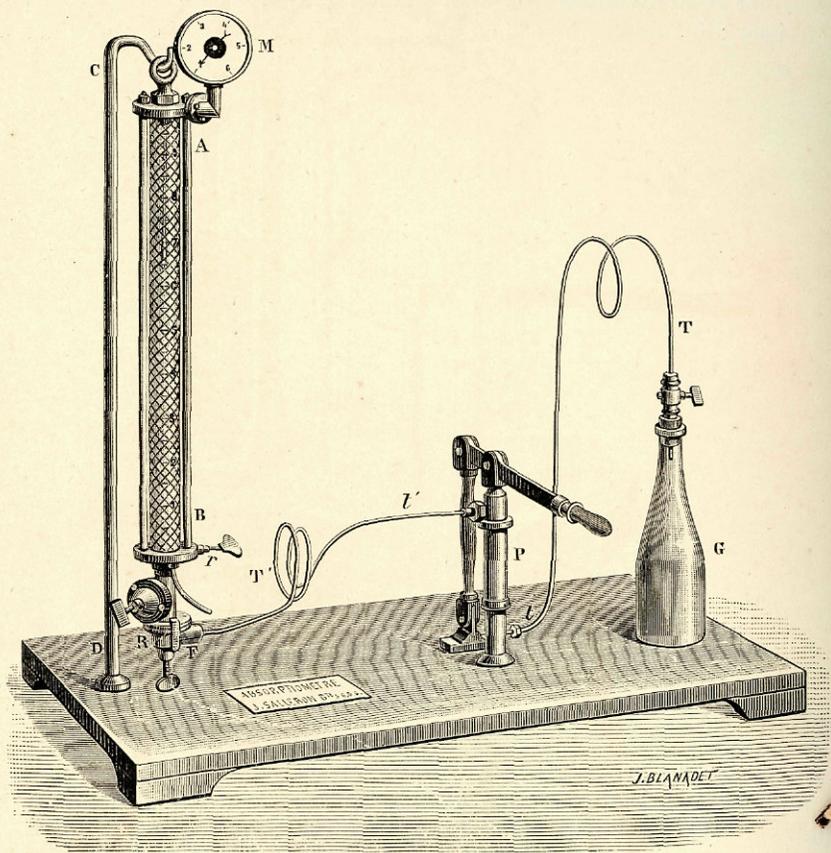


Fig. 53.

pas de produire des bouteilles toujours identiques et toujours suffisamment solides. Les procédés de vérification de la résistance auxquels les bouteilles ont été soumises jusqu'ici ne donnent pas, d'ailleurs, des indications rigoureuses sur le degré de confiance que ces dernières peuvent inspirer.

Nous savons aujourd'hui que l'élasticité du verre est un des éléments de sa solidité, de sorte qu'il suffit de déterminer la flexion des bouteilles et l'effort nécessaire pour changer leur volume normal,

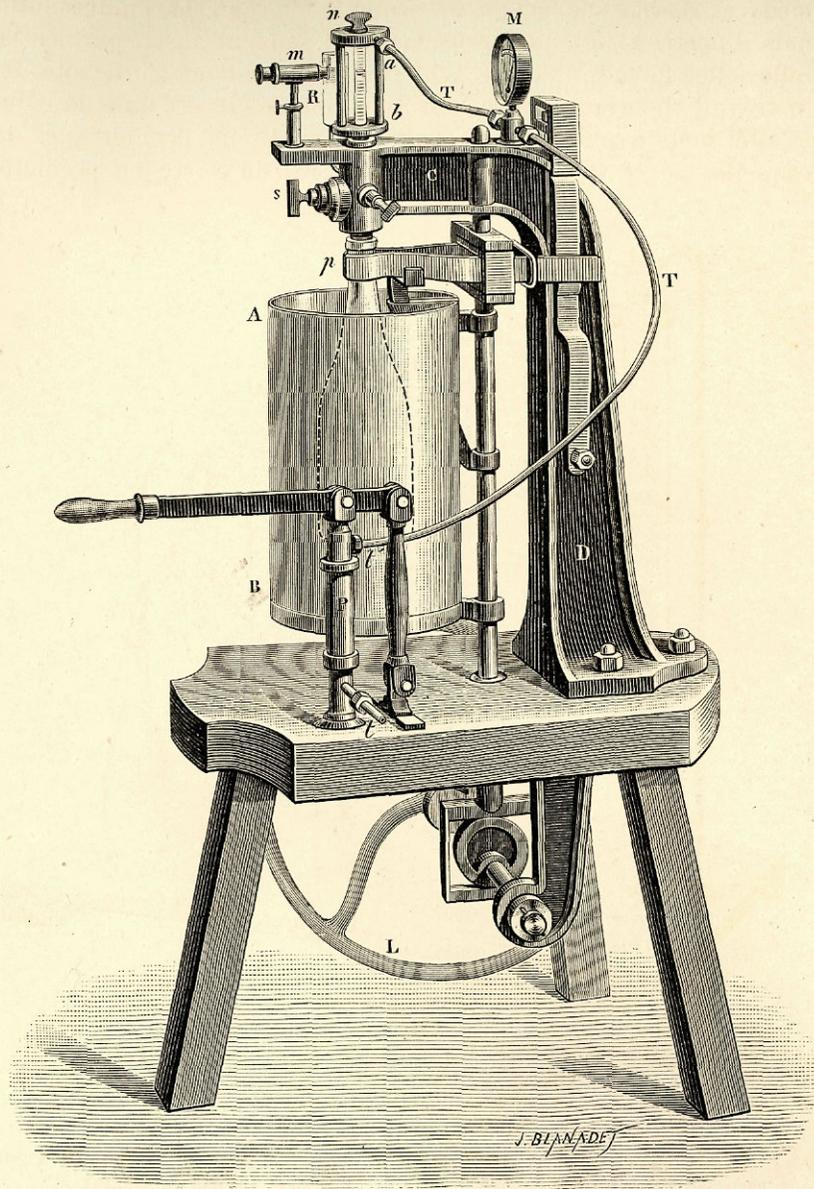


Fig. 51.

en un mot de déterminer le moment de leur *changement d'état permanent* pour en conclure si elles supporteront victorieusement l'épreuve du tirage.

manomètre M, atteint 5 atmosphères environ, on ferme le robinet R et on abandonne l'appareil à lui-même pendant quelques heures. Sous l'action de cette pression, le liège est énergiquement comprimé comme il le serait s'il était enfermé dans le goulot d'une bouteille. Si les cellules qui constituent la matière subéreuse du liège ne sont pas suffisamment épaisses, insolubles et résistantes, elles sont bientôt percées, déchirées et pénétrées par l'eau qui les entoure; les veines du liège, composées de couches cellulaires plus resserrées, sont déformées, creusées, tordues, etc., de sorte qu'après avoir supprimé la pression en ouvrant le robinet R', les bouchons sortis du récipient se montrent comme s'ils avaient subi un long bouchage; les mauvais sont tachés, creusés, rainés et déformés, tandis que les bons restent absolument intacts.

Les machines nos 170 à 173 sont employées industriellement par les bouchonniers champenois pour trier les bouchons bruts qu'ils reçoivent d'Espagne, pour les classer par ordre de résistance et nécessairement pour fixer leur prix. De même que la machine précédente, c'est un récipient AB (fig. 56), recevant par l'ouverture O un nombre plus ou moins considérable de bouchons, suivant l'importance du commerce qu'elle doit alimenter. Une pompe puissante, mue à bras ou par un moteur, comprime de l'eau dans le récipient jusqu'à une certaine pression, mesurée par le manomètre M. Cette pression ne devant être prolongée que pendant quelques heures, le triage est très rapide, de même qu'il est très facile et absolument efficace (1).

ALCOOMÉTRIE

L'alcoométrie comprend les procédés propres à la détermination de la proportion d'alcool absolu contenue dans une liqueur quelconque. Les liquides alcooliques que l'on trouve dans le commerce sont de deux espèces, savoir : ceux où l'alcool est simplement étendu d'eau; tels sont les trois-six, eaux-de-vie, flegmes, etc.; et ceux où il est mêlé, non seulement avec de l'eau, mais avec des substances étrangères, tels que les vins, bières, cidres, liqueurs, vernis, etc. Dans le premier cas, on peut, pour apprécier la proportion d'alcool pur, recourir immédiatement à l'un des aréomètres destinés à mesurer la pesanteur spécifique des liquides. Dans le second cas, il faut d'abord distiller le liquide pour

(1) Pour plus de détails, voir les *Études sur le vin mousseux*, etc., par J. Salleron.

débarrasser la partie aqueuse et alcoolique des matières qui modifient sa densité, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut (page 38).

174. **Aréomètre de Cartier** dit Pèse-liqueur..... 2 fr.

Cet instrument ne présente plus aujourd'hui qu'un intérêt purement historique, car, après avoir été employé en France pendant de longues années, son usage est maintenant à peu près abandonné; nous en donnerons cependant une courte description, parce que dans plusieurs colonies il sert encore pour peser les rhums et les tafias.

L'aréomètre de Cartier est gradué d'après une base tout à fait arbitraire et imparfaitement connue. Cartier était un ouvrier orfèvre que Baumé, savant pharmacien du siècle dernier, employait à la construction des aréomètres de son invention; il eut l'idée déloyale de copier, avec une légère modification, l'aréomètre de ce physicien et de le présenter de son côté au gouvernement comme étant de sa création. Malgré les justes réclamations de Baumé contre une semblable fraude, Cartier parvint à faire adopter son instrument comme pèse-liqueur officiel, et il le répandit dans le commerce.

L'aréomètre de Cartier ayant dégénéré entre les mains des constructeurs qui n'avaient pour se guider aucune donnée précise, Gay-Lussac eut grand'peine à établir la correspondance de l'échelle centésimale avec celle de cet instrument; il fut obligé de réunir un certain nombre d'aréomètres de Cartier appartenant à l'Administration des Contributions indirectes, et de prendre une échelle moyenne d'après laquelle il reconnut les points de concordance suivants : 28 degrés Cartier = 74 degrés centésimaux = Densité 0,87973 (l'eau à + 4 degrés prise pour unité), les deux aréomètres étant comparés à la même température de + 15 degrés; enfin quand l'aréomètre de Cartier marque 10 degrés, l'alcoomètre n'indique que 0°,2 au-dessous de 0, ce qui correspond à la densité 0,999425 (l'eau à + 4 degrés prise pour unité).

175. **Aréomètre de Tessa** pour peser les eaux-de-vie... 2 fr.

Cet appareil, construit vers la fin du siècle dernier par un physicien de Bordeaux, est encore en usage dans les pays de Cognac et d'Armagnac pour les ventes et achats d'eaux-de-vie. L'échelle de Tessa, construite sur des bases tout à fait arbitraires, est à divisions d'égal écartement. Son 1^{er} degré semble correspondre à 42 degrés de l'alcoomètre centésimal, et son 4^e au 60^e du même instrument. Chaque degré se divise en huitièmes.

NOTE SUR L'ALCOOMÈTRE CENTÉSIMAL

Vers 1820, le gouvernement français, voulant imposer les liqueurs spiritueuses proportionnellement à leur richesse alcoolique et en même temps régulariser les transactions commerciales, chargea Gay-Lussac de construire un nouvel alcoomètre dont la graduation fût conforme à notre système décimal, et indiquât exactement la proportion d'alcool absolu contenue dans les spiritueux.

Gay-Lussac s'acquitta parfaitement de la tâche qui lui avait été confiée. Il prit pour bases de son échelle la densité de l'eau distillée à 15 degrés centigrades, et celle de l'alcool absolu à la même température. L'instrument est un aréomètre divisé en 100 parties, dont chacune représente un centième d'alcool pur du volume de la liqueur. Il suffit donc de plonger l'instrument dans un liquide spiritueux, pour qu'il en donne immédiatement la *force*, c'est-à-dire le nombre de centièmes, en volume, d'alcool pur que ce liquide renferme à la température de 15 degrés centigrades.

Gay-Lussac n'ayant pas publié le détail des expériences qu'il exécuta, en collaboration avec Collardeau, pour la construction de son alcoomètre centésimal, le commerce dut pendant longtemps accepter comme instruments de foi les aréomètres construits par Collardeau.

Pouillet, dans un travail entrepris sur la demande de l'Académie des sciences, établit que la densité de l'alcool absolu à la température de 15 degrés est 0,7947, l'eau distillée à 15 degrés étant prise pour unité, nombre publié précédemment par Berzélius comme émanant de Gay-Lussac.

M. Ruau (1) montra que, connaissant les densités des liquides marquant 0 et 100 degrés à l'alcoomètre, ainsi que la correspondance de ses divisions avec celles de l'aréomètre de Cartier, il est possible de calculer les densités correspondant à tous les degrés de l'alcoomètre intermédiaires entre 0 et 100 et il en publia le tableau.

Plus récemment enfin, M. Vacher-Collardeau a publié une table dressée par Gay-Lussac et donnant, en regard de chaque richesse alcoolique, la densité correspondante. Ces densités concordent parfaitement avec celles calculées par M. Ruau; les différences n'excèdent pas une unité de l'ordre des dix-millièmes.

Les incertitudes qui persistèrent pendant longtemps sur les bases réelles de la construction de l'échelle alcoométrique de Gay-Lussac apportèrent dans la construction de l'alcoomètre de nombreuses

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

perturbations; les constructeurs, peu initiés à l'emploi des méthodes scientifiques, durent se contenter de recopier d'autres alcoomètres considérés comme types et, par suite, reproduisirent, en les exagérant, les erreurs de ces soi-disant étalons. Enfin, en tenant compte des inexactitudes volontaires qu'entraîne infailliblement l'usage de poids et de mesures dont la précision ne peut être facilement vérifiée, on s'explique comment il s'est fait que le commerce des spiritueux s'est trouvé bientôt livré, quant à ce qui concerne le pesage de ses produits, à une véritable anarchie.

Sur la proposition d'un certain nombre de députés de nos départements vinicoles, le Sénat et la Chambre des députés ont voté la loi suivante, qui fut promulguée le 8 juillet 1881 :

ARTICLE PREMIER. — A partir d'un an après la promulgation de la présente loi, il ne pourra, soit dans les opérations de l'Administration, soit dans les transactions privées, être fait usage que de l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac, pour la constatation du degré des alcools et eaux-de-vie.

ART. 2. — Les alcoomètres centésimaux et les thermomètres nécessaires à leur usage ne pourront, à partir de la même époque, 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. Ils seront soumis aux vérifications périodiques exigées pour les poids et mesures.

ART. 3. — Tout patenté faisant le commerce des alcools en gros et en demi-gros est tenu d'avoir un alcoomètre de Gay-Lussac et un thermomètre vérifiés.

ART. 4. — Un règlement d'administration publique fixera le mode de cette vérification, les droits à percevoir à ce sujet et les mesures nécessaires pour assurer l'exécution de la présente loi.

ART. 5. — Les contraventions à la présente loi et au règlement d'administration publique seront punies des peines portées à l'article 479 du code pénal.

Enfin, un décret du 27 décembre 1884, dont nous donnons le texte ci-dessous, rendit cette loi exécutoire.

DÉCRET

La graduation des alcoomètres a pour base le tableau des densités des mélanges d'alcool absolu et d'eau, dressé par le bureau national des poids et mesures et annexé au présent décret.

La distance entre chaque degré sera de 5 millimètres, au moins, pour les alcoomètres et de 3 millimètres, au minimum, pour les thermomètres.

Tout instrument présenté à la vérification doit porter, gravés sur la carène, le nom du constructeur, un numéro d'ordre et le poids de l'alcoomètre

en milligrammes. Une tolérance de un dix-millième en plus ou en moins est accordée pour le poids.

La vérification est faite par comparaison avec les instruments de l'Administration et la tolérance est de un dixième de degré en plus ou en moins.

Les agents vérificateurs inscrivent, s'il y a lieu, sur la carène des alcoomètres, le signe de vérification à la bonne foi, le mois désigné par une des premières lettres de l'alphabet et l'année déterminée par les deux derniers chiffres du millésime.

Les vérificateurs des poids et mesures sont chargés de constater si les alcoomètres et leurs thermomètres, mis en vente ou employés, sont revêtus de la marque de vérification.

Ils dressent procès-verbal contre ceux qui mettraient en vente des instruments non vérifiés ou en feraient emploi.

L'Administration n'est point responsable de la casse des instruments.

Ce décret est suivi d'une table des densités des mélanges d'eau et d'alcool absolu calculée par dixièmes de degré alcoolique depuis 0 jusqu'à 100.

Pour faciliter la comparaison des chiffres de cette table avec ceux qui ont été obtenus jadis par Gay-Lussac, nous faisons figurer, dans le tableau suivant (Table V), les densités pour chaque degré depuis 0 jusqu'à 100 en regard de celles publiées par M. Vacher-Collardeau et attribuées par lui à Gay-Lussac.

Pour faciliter également la comparaison des valeurs relatives des deux échelles ancienne et nouvelle, nous publions dans un deuxième tableau (Table VI) les indications que donneraient les deux alcoomètres s'ils étaient plongés dans le même liquide.

Tableau des Densités correspondant aux degrés des Alcoomètres ancien et nouveau.

| Degrés. | DENSITÉS | | Degrés. | DENSITÉS | |
|---------|-------------------|------------------------|---------|-------------------|------------------------|
| | Alcoomètre legal. | Alcoomètre Gay-Lussac. | | Alcoomètre legal. | Alcoomètre Gay-Lussac. |
| 0 | 1000.00 | 1000.00 | 51 | 932.41 | 932.9 |
| 1 | 998.44 | 998.5 | 52 | 930.41 | 930.9 |
| 2 | 996.95 | 997.0 | 53 | 928.37 | 928.9 |
| 3 | 995.52 | 995.6 | 54 | 926.30 | 926.9 |
| 4 | 994.13 | 994.2 | 55 | 924.20 | 924.8 |
| 5 | 992.77 | 992.9 | 56 | 922.09 | 922.7 |
| 6 | 991.45 | 991.6 | 57 | 919.97 | 920.6 |
| 7 | 990.16 | 990.3 | 58 | 917.84 | 918.5 |
| 8 | 988.91 | 989.1 | 59 | 915.69 | 916.3 |
| 9 | 987.70 | 987.8 | 60 | 913.51 | 914.1 |
| 10 | 986.52 | 986.7 | 61 | 911.30 | 911.9 |
| 11 | 985.37 | 985.5 | 62 | 909.07 | 909.6 |
| 12 | 984.24 | 984.4 | 63 | 906.82 | 907.3 |
| 13 | 983.14 | 983.3 | 64 | 904.54 | 905.0 |
| 14 | 982.06 | 982.2 | 65 | 902.24 | 902.7 |
| 15 | 981.00 | 981.2 | 66 | 899.91 | 900.4 |
| 16 | 979.95 | 980.2 | 67 | 897.55 | 898.0 |
| 17 | 978.92 | 979.2 | 68 | 895.16 | 895.6 |
| 18 | 977.90 | 978.2 | 69 | 892.74 | 893.2 |
| 19 | 976.88 | 977.3 | 70 | 890.29 | 890.7 |
| 20 | 975.87 | 976.3 | 71 | 887.81 | 888.2 |
| 21 | 974.87 | 975.3 | 72 | 885.31 | 885.7 |
| 22 | 973.87 | 974.2 | 73 | 882.78 | 883.1 |
| 23 | 972.86 | 973.2 | 74 | 880.22 | 880.5 |
| 24 | 971.85 | 972.1 | 75 | 877.63 | 877.9 |
| 25 | 970.84 | 971.1 | 76 | 875.00 | 875.3 |
| 26 | 969.81 | 970.0 | 77 | 872.34 | 872.6 |
| 27 | 968.76 | 969.0 | 78 | 869.65 | 869.9 |
| 28 | 967.69 | 967.9 | 79 | 866.92 | 867.2 |
| 29 | 966.59 | 966.8 | 80 | 864.16 | 864.5 |
| 30 | 965.45 | 965.7 | 81 | 861.37 | 861.7 |
| 31 | 964.28 | 964.5 | 82 | 858.54 | 858.9 |
| 32 | 963.07 | 963.3 | 83 | 855.67 | 856.0 |
| 33 | 961.83 | 962.1 | 84 | 852.75 | 853.1 |
| 34 | 960.55 | 960.8 | 85 | 849.79 | 850.2 |
| 35 | 959.23 | 959.4 | 86 | 846.78 | 847.2 |
| 36 | 957.86 | 958.1 | 87 | 843.72 | 844.2 |
| 37 | 956.45 | 956.7 | 88 | 840.60 | 841.1 |
| 38 | 954.99 | 955.3 | 89 | 837.41 | 837.9 |
| 39 | 953.50 | 953.8 | 90 | 834.15 | 834.6 |
| 40 | 951.96 | 952.3 | 91 | 830.81 | 831.2 |
| 41 | 950.36 | 950.7 | 92 | 827.38 | 827.8 |
| 42 | 948.72 | 949.1 | 93 | 823.85 | 824.2 |
| 43 | 947.05 | 947.4 | 94 | 820.20 | 820.6 |
| 44 | 945.35 | 945.7 | 95 | 816.41 | 816.8 |
| 45 | 943.61 | 944.0 | 96 | 812.45 | 812.8 |
| 46 | 941.83 | 942.2 | 97 | 808.29 | 808.6 |
| 47 | 940.02 | 940.4 | 98 | 803.90 | 804.2 |
| 48 | 938.17 | 938.6 | 99 | 799.26 | 799.6 |
| 49 | 936.29 | 936.7 | 100 | 794.33 | 794.7 |
| 50 | 934.37 | 934.8 | | | |

Tableau des Indications du nouvel Alcoomètre légal
et de l'ancien Alcoomètre de Gay-Lussac.

| Légal. | Gay-Lussac. | Légal. | Gay-Lussac. | Gay-Lussac. | Légal. | Gay-Lussac. | Légal. |
|--------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|--------|
| 0 | 0 | 51 | 51.25 | 0 | | 51 | 50.75 |
| 1 | 1.04 | 52 | 52.24 | 1 | 0.96 | 52 | 51.75 |
| 2 | 2.03 | 53 | 53.26 | 2 | 1.97 | 53 | 52.74 |
| 3 | 3.06 | 54 | 54.29 | 3 | 2.94 | 54 | 53.71 |
| 4 | 4.05 | 55 | 55.29 | 4 | 3.95 | 55 | 54.71 |
| 5 | 5.10 | 56 | 56.29 | 5 | 4.90 | 56 | 55.71 |
| 6 | 6.11 | 57 | 57.30 | 6 | 5.89 | 57 | 56.70 |
| 7 | 7.11 | 58 | 58.31 | 7 | 6.89 | 58 | 57.69 |
| 8 | 8.15 | 59 | 59.28 | 8 | 7.85 | 59 | 58.72 |
| 9 | 9.08 | 60 | 60.27 | 9 | 8.92 | 60 | 59.73 |
| 10 | 10.15 | 61 | 61.27 | 10 | 9.85 | 61 | 60.73 |
| 11 | 11.11 | 62 | 62.24 | 11 | 10.89 | 62 | 61.76 |
| 12 | 12.14 | 63 | 63.23 | 12 | 11.86 | 63 | 62.77 |
| 13 | 13.15 | 64 | 64.20 | 13 | 12.85 | 64 | 63.80 |
| 14 | 14.13 | 65 | 65.20 | 14 | 13.87 | 65 | 64.80 |
| 15 | 15.19 | 66 | 66.21 | 15 | 14.81 | 66 | 65.79 |
| 16 | 16.24 | 67 | 67.19 | 16 | 15.76 | 67 | 66.81 |
| 17 | 17.27 | 68 | 68.18 | 17 | 16.73 | 68 | 67.82 |
| 18 | 18.29 | 69 | 69.19 | 18 | 17.71 | 69 | 68.81 |
| 19 | 19.41 | 70 | 70.17 | 19 | 18.59 | 70 | 69.83 |
| 20 | 20.43 | 71 | 71.16 | 20 | 19.57 | 71 | 70.84 |
| 21 | 21.43 | 72 | 72.16 | 21 | 20.57 | 72 | 71.84 |
| 22 | 22.33 | 73 | 73.13 | 22 | 21.67 | 73 | 72.87 |
| 23 | 23.34 | 74 | 74.11 | 23 | 22.66 | 74 | 73.89 |
| 24 | 24.25 | 75 | 75.10 | 24 | 23.75 | 75 | 74.90 |
| 25 | 25.26 | 76 | 76.11 | 25 | 24.74 | 76 | 75.89 |
| 26 | 26.18 | 77 | 77.10 | 26 | 25.82 | 77 | 76.90 |
| 27 | 27.23 | 78 | 78.09 | 27 | 26.77 | 78 | 77.91 |
| 28 | 28.20 | 79 | 79.10 | 28 | 27.80 | 79 | 78.90 |
| 29 | 29.19 | 80 | 80.12 | 29 | 28.81 | 80 | 79.88 |
| 30 | 30.22 | 81 | 81.12 | 30 | 29.78 | 81 | 80.88 |
| 31 | 31.19 | 82 | 82.13 | 31 | 30.81 | 82 | 81.87 |
| 32 | 32.19 | 83 | 83.11 | 32 | 31.81 | 83 | 82.89 |
| 33 | 33.22 | 84 | 84.12 | 33 | 32.78 | 84 | 83.88 |
| 34 | 34.20 | 85 | 85.14 | 34 | 33.80 | 85 | 84.86 |
| 35 | 35.13 | 86 | 86.14 | 35 | 34.87 | 86 | 85.86 |
| 36 | 36.18 | 87 | 87.16 | 36 | 35.82 | 87 | 86.84 |
| 37 | 37.18 | 88 | 88.16 | 37 | 36.82 | 88 | 87.84 |
| 38 | 38.21 | 89 | 89.15 | 38 | 37.79 | 89 | 88.85 |
| 39 | 39.20 | 90 | 90.14 | 39 | 38.80 | 90 | 89.86 |
| 40 | 40.22 | 91 | 91.12 | 40 | 39.78 | 91 | 90.88 |
| 41 | 41.21 | 92 | 92.12 | 41 | 40.79 | 92 | 91.88 |
| 42 | 42.23 | 93 | 93.10 | 42 | 41.77 | 93 | 92.90 |
| 43 | 43.21 | 94 | 94.11 | 43 | 42.79 | 94 | 93.89 |
| 44 | 44.21 | 95 | 95.10 | 44 | 43.79 | 95 | 94.90 |
| 45 | 45.22 | 96 | 96.09 | 45 | 44.78 | 96 | 95.91 |
| 46 | 46.21 | 97 | 97.07 | 46 | 45.79 | 97 | 96.93 |
| 47 | 47.21 | 98 | 98.07 | 47 | 46.79 | 98 | 97.93 |
| 48 | 48.23 | 99 | 99.07 | 48 | 47.77 | 99 | 98.93 |
| 49 | 49.22 | 100 | 100.07 | 49 | 48.78 | 100 | 99.92 |
| 50 | 50.22 | | | 50 | 49.78 | | |

Il est impossible de nier que l'assimilation des alcoomètres et des thermomètres aux poids et mesures légaux, devant subir une vérification officielle et un poinçon qui garantisse leur exactitude, s'il est certain d'ailleurs que cette vérification et cette estampille assurent la précision du dixième de degré, ne rende un très grand service à l'industrie et au commerce. Il est évident que cette mesure législative fera disparaître l'une des causes les plus fréquentes des nombreux procès et des innombrables chicanes auxquels le commerce des spiritueux est en butte. Mais, toute amélioration, tout progrès sont sujets à critique; aussi est-il permis de se demander s'il était bien nécessaire, pour obtenir ce résultat très désirable, de créer une nouvelle échelle alcoométrique et d'abandonner l'ancien instrument de Gay-Lussac; était-il sage de condamner ainsi un travail dont la précision a été proclamée par des savants éminents de tous les pays et qui, par son adoption officielle par toutes les nations sympathiques à la France, était devenu, pour nous, une gloire nationale?

Il est bien sûr qu'à l'époque où Gay-Lussac entreprit son travail sur l'alcoométrie, la valeur commerciale de l'alcool n'avait pas atteint le taux auquel nous la voyons aujourd'hui; aussi notre savant avait-il considéré que le dixième de degré alcoolique, le millième de la richesse réelle, était une limite de précision à laquelle il était si ce n'est chimérique, au moins inutile de prétendre. On constate, en effet, que le dixième de degré imprimé dans la table de Gay-Lussac est une décimale résultant d'interpolations, tantôt forcée ou diminuée et dont il est impossible, par conséquent, de répondre; en outre, quelques-uns des premiers degrés de cette même échelle présentent peut-être quelques rares erreurs, dépassant le dixième de degré, erreurs qu'on peut attribuer à l'imperfection des méthodes scientifiques et des procédés expérimentaux en usage en 1824. Malgré cela, n'eût-il pas mieux valu conserver l'alcoomètre de Gay-Lussac tel quel, en spécifiant, dans un mémoire signé de noms autorisés, quelle est la limite de précision dont il est susceptible?

En créant un alcoomètre nouveau, donnant des indications sensiblement différentes de celui en usage depuis soixante ans, il était à craindre d'apporter une perturbation regrettable dans les rapports commerciaux et dans la perception du fisc, mais encore, et surtout, on place les gouvernements qui ont mis leur confiance dans la haute réputation scientifique de nos savants dans l'obligation de remplacer, eux aussi, leur matériel et peut-être les conduit-on à l'adoption de l'alcoomètre en usage chez nos voisins d'outre-Rhin.

Il ne nous appartient pas de donner notre opinion à propos de mesures qui sont d'ordre purement administratif; il nous suffira

d'en signaler toute la gravité et d'émettre le vœu que le détail des expériences qui ont servi de base au calcul de la nouvelle échelle alcoométrique légale soit bientôt publié, afin que les savants et les constructeurs de tous les pays, constatant toute la valeur de ce nouveau travail, puissent donner gain de cause à leurs auteurs.

176. **Nouvel alcoomètre légal** portant l'estampille du contrôle officiel composé de :

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Un Alcoomètre divisé par 5 ^e de degré depuis 0 jusqu'à 20°. | 8 fr. |
| — — — 20 — 40°. | 8. » |
| — — — 40 — 60°. | 8. » |
| — — — 60 — 80°. | 8. » |
| — — — 80 — 100°. | 8. » |

177. **Thermomètre** au mercure, divisé sur verre par demi-degré, de 0 à 30 degrés, portant l'estampille du contrôle 6. »

178. **Table des corrections de température** ».50

179. **La même**, collée sur toile..... 1.50

180. **Nécessaire alcoométrique** composé des 5 alcoomètres, du thermomètre, de la table des corrections et d'une éprouvette de verre renfermés dans une boîte portative..... 50. »

L'échelle du nouvel alcoomètre est tellement espacée qu'elle ne peut être tracée sur un seul instrument; aux termes du décret que nous venons de citer, chaque degré alcoolique devant être espacé de 5 millimètres au minimum, l'instrument qui les réunirait tous aurait une longueur démesurée. L'échelle entière de 0 à 100 degrés se trouve donc subdivisée en cinq tronçons constituant cinq instruments différents. Chaque subdivision de l'échelle équivaut à 1 cinquième de degré, lequel est facilement fractionné à l'œil en deux parties permettant ainsi l'appréciation du dixième de degré. Mais pour que les indications de ces instruments soient toujours comparables et représentent bien exactement la même richesse à un dixième de degré près, il faut que l'instrument soit maintenu dans un état de propreté absolu; la tige graduée surtout doit être rigoureusement pure afin d'être régulièrement mouillée par le liquide, et pour que le ménisque qui s'élève au-dessus de la surface du liquide prenne sa hauteur normale. Cette condition est plus essentielle encore quand on pèse des liquides peu alcooliques contenant moins de 30 % d'alcool, parce qu'ils ne mouillent que très difficilement le verre. M. Delachanal, le directeur du bureau de la vérification officielle des alcoo-

mètres, a constaté qu'une tige d'aréomètre légèrement imprégnée par une mince couche de soude caustique est très facilement mouillée, même par de l'eau pure, et prend un affleurement toujours égal, sans que le poids de l'instrument en soit modifié d'une quantité appréciable. Il est donc fort utile, avant de plonger un alcoomètre dans le liquide qu'on veut peser, d'en frotter la tige avec une bande de papier à filtrer sur laquelle on a déposé une goutte de lessive caustique. Les lectures en deviennent plus rapides et plus sûres.

181. **Alcoomètre de Gay-Lussac** (ancien alcoomètre centésimal) (1) gradué de 0 à 50 degrés..... 2.50

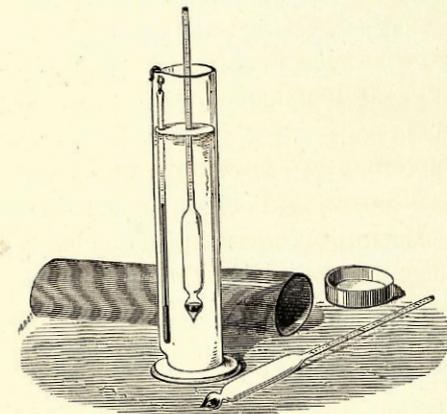


Fig. 57.

182. **Le même**, gradué de 50 à 100 degrés..... 2.50

183. — divisé de 0 à 35 degrés..... 3. »

184. — — 35 à 70 degrés..... 3. »

185. — — 70 à 100 degrés..... 3. »

186. **Thermomètre** au mercure divisé sur verre..... 5. »

187. **Éprouvette** en cristal à rainure pour recevoir simultanément l'alcoomètre et le thermomètre..... 3. »

188. **Table** des corrections de température..... ».50

189. **La même**, collée sur toile..... 1.50

190. **Étui-trousse portatif** en fer-blanc renfermant les instruments ci-dessus (fig. 57)..... 1.50

Les numéros 183 à 190 constituent l'ancienne trousse alcoométrique de l'Administration des Contributions indirectes française.

(1) Aux termes du décret du 27 décembre 1884, l'usage et la vente de cet instrument sont interdits en France; nous ne pouvons donc le construire que pour l'exportation étrangère.

- 191. **Thermomètre dit Éprouvette** pour peser les eaux-de-vie et les alcools, planchette en buis, tube à alcool. 2.50
- 192. **Idem**, tube au mercure 3.50
- 193. **Échelle alcoométrique** donnant sans calculs les corrections de température (fig. 58) 2.50

Les indications des alcoomètres ne sont exactes que si le liquide pesé est à la température de + 15 degrés; à une température supérieure, la densité du liquide diminuant, le degré obtenu est trop élevé; il est trop faible si la température est inférieure à 15 degrés. Le degré brut lu sur l'alcoomètre doit donc recevoir une correction et ce sont toujours les tables calculées par Gay-Lussac, en 1824, qui servent encore aujourd'hui pour l'ancien alcoomètre centésimal, de même que pour le nouvel instrument légal.



Fig. 58.

On peut également effectuer les corrections de température au moyen de l'échelle alcoométrique n° 193. Cette échelle est munie d'une rainure de chaque côté de laquelle sont tracées des divisions correspondant à celle de l'alcoomètre. Dans cette rainure glisse une petite réglette marquée aussi de divisions représentant les degrés thermométriques.

Pour connaître la force réelle d'un spiritueux, il faut amener le degré du thermomètre devant l'indication de l'alcoomètre, et lire la division qui se trouve en face du 15° degré de l'échelle mobile. Cette division donne la

richesse alcoolique vraie du liquide.

Nous devons faire remarquer que cette échelle ne peut servir que pour les richesses alcooliques comprises entre 30 et 100 degrés, car les alcools faibles possèdent des coefficients de dilatation variables avec la température, lesquels rendent l'emploi de la règle à coulisse impossible.

- 194. **Alcoomètre de Richter et Tralles**, avec thermomètre soudé dans le flotteur. 10 fr.

En Allemagne et en Russie, on fait usage de l'alcoomètre de Tralles. Cet aréomètre porte deux échelles : la première donne la richesse du mélange exprimée en centièmes *de son volume*; elle a donc beaucoup d'analogie avec celle de Gay-Lussac, mais elle en diffère par la densité de l'alcool absolu qui représente le 100° degré de l'échelle. Tralles a adopté une densité un peu différente de celle déterminée par

Gay-Lussac; de plus, les indications de l'instrument se rapportent à la température de 4 degrés centigrades.

La seconde échelle donne la richesse alcoolique exprimée en centièmes du *poids* du mélange. Cette échelle avait été déterminée d'abord par Richter, mais ayant été reconnue fautive, elle est habituellement remplacée par une échelle donnant également le poids de l'alcool contenu dans le liquide, mais calculée d'après les expériences plus récentes de Tralles.

Les alcoomètres allemands portent habituellement un thermomètre soudé à la partie inférieure du flotteur et servant en même temps de lest. L'échelle de ce thermomètre ne donne pas la température exprimée en degrés thermométriques, mais bien la correction qu'il faut apporter à l'échelle de Tralles pour la ramener à ce qu'elle serait à la température de 4 degrés. On conçoit que cette correction ne puisse être qu'approximative, puisque le coefficient de dilatation de l'alcool varie assez notablement avec sa température, surtout pour les liquides dont la richesse est inférieure à 30 degrés.

- 195. **Hydromètre ou Alcoomètre de Sikes**, en cuivre doré, accompagné de ses poids, d'un thermomètre et d'une éprouvette renfermés dans un écrin; avec les tables de correction. 100 fr.

En Angleterre, on fait usage d'un instrument assez compliqué, dû à Sikes, lequel diffère notablement de notre alcoomètre. Sikes a pris pour base de son échelle un alcool type ou *esprit d'épreuve* (*proof spirit*) très différent de l'alcool pur : à la température de 51 degrés Fahrenheit (10°,56 centigrades) le poids de 1 litre de cet esprit est égal aux $\frac{12}{13}$ du poids d'un litre d'eau (*acte du Parlement du 2 juillet 1816*). A la même température la richesse d'un liquide spiritueux est le nombre de litres de *preuve* que peut former un hectolitre de ce liquide. Ce nombre surpasse 100 quand le liquide est plus alcoolique que le type et il est plus petit que 100 dans le cas contraire.

Ajoutons que la densité absolue de l'*esprit d'épreuve type* est 0,919774, et sa richesse alcoolique 57°,2 de l'échelle centésimale de Gay-Lussac.

L'aréomètre de Sikes est en cuivre et de petite dimension. Sa tige porte 10 divisions égales, subdivisées chacune en dixièmes. Neuf petits poids en cuivre peuvent être fixés à la partie inférieure de l'instrument; on choisit celui qui fait affleurer le niveau de la liqueur à essayer dans l'espace de 0 à 10 divisions. Ces poids sont tels que, si l'on fait plonger la tige jusqu'au n° 10 (en bas) dans un liquide, on mettra le niveau à 0, en substituant à ce poids celui qui est immé-

diatement plus fort. L'instrument sans poids marque 0 dans l'alcool concentré; il marque 10 dans l'eau distillée, lorsqu'il est chargé du poids le plus lourd. C'est donc encore, on le voit, une sorte d'aréomètre centésimal.

Des tables font connaître les corrections afférentes à la température, et la quantité d'eau qu'il faut ajouter ou retrancher à une eau-de-vie donnée pour l'amener au degré de preuve.

196. **Tables de conversion** des degrés de l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac en degrés de l'hydromètre de Sikes et *vice versa*, par L. Ruau et J. Salleron..... 1 fr.

Ces tables de conversion transforment les degrés de notre alcoomètre français en degrés usités en Angleterre; c'est ainsi que, s'il s'agit d'une eau-de-vie dont la richesse en alcool pur est 45 degrés, on trouve que la richesse en *esprit de preuve* est 77,6, ce qui veut dire qu'un hectolitre de cette eau-de-vie pourrait être transformée en 77^{lit},6 d'esprit de preuve. De même, si la richesse en esprit de preuve d'un spiritueux est 40, le degré de l'alcoomètre Gay-Lussac correspondant est 23,4, soit 23^{lit},4 d'alcool pur par hectolitre.

JAUGEAGE DES VINS ET DES SPIRITUEUX

AU MOYEN DE LEUR POIDS

Chacun sait quelle perturbation apporte dans le commerce l'inégalité de formes et de proportions des tonneaux et barriques des différents vignobles; grâce à l'anarchie qui règne dans la construction des futailles, il est tout aussi impossible au producteur de se rendre exactement compte du volume du liquide qu'il expédie qu'au consommateur de vérifier ceux qui lui sont livrés. Les veltes et autres instruments de mesure ne reposent que sur des données théoriques qui ne sont jamais exactement réalisées dans la pratique; les dépotoirs, dont l'exactitude est rigoureuse, exigent une manipulation lente et pénible, et d'ailleurs il ne s'en trouve pas toujours à la disposition des intéressés. Tous ces inconvénients seraient évités si le vin était vendu au poids comme bon nombre de liquides de grande consommation dont la valeur n'est pourtant pas plus grande; en attendant cette réforme tout à fait rationnelle, on peut régulariser

les transactions en substituant le *pesage* des vins à leur *jaugeage*.

Si les spiritueux possédaient le même poids spécifique que l'eau, c'est-à-dire si un litre de vin, d'eau-de-vie ou d'alcool, pesait 1 kilogramme, il suffirait de peser le liquide versé dans un tonneau pour en déduire son volume. Mais l'alcool étant notablement plus léger que l'eau (1 litre d'alcool chimiquement pur pèse 794 grammes à la température de 15 degrés), il s'ensuit qu'un litre de vin ou d'eau-de-vie pèse d'autant moins que ces liquides sont plus alcooliques.

Pour déterminer le volume occupé par un poids donné de liquide, il faut donc connaître la densité ou le volume spécifique de ce liquide. Cette détermination peut être effectuée très facilement, avec une grande rapidité et une précision suffisante, au moyen de l'instrument suivant :

- 197. **Densi-volumètre**, déterminant la densité et le volume des vins pour leur pesage volumétrique..... 6 fr.
- 198. **Idem**, dont la graduation s'étend jusqu'à la densité de l'alcool pur, pour le pesage volumétrique des eaux-de-vie et des alcools..... 6. »

Ce densi-volumètre est un aréomètre portant en regard les deux échelles du *volumètre* et du *densimètre*. La première étiquetée *volumètre* fait connaître le volume occupé par 100 kilos du liquide pesé. Ainsi la division 101 veut dire que 100 kilos de vin occupent 101 litres.

La seconde échelle, coloriée en rose et marquée *densimètre*, fait connaître le *poids* que pèsent 100 litres de vin. Ainsi 99 indique que 100 litres de vin pèsent 99 kilos.

Cet instrument permet de résoudre avec la plus grande facilité les problèmes suivants :

1° *Remplir de vin un tonneau et trouver sa capacité.*

Je pose le tonneau sur une bascule et j'en détermine la tare, soit..... 30 kilos.

Je le remplis de vin et je le pèse de nouveau, soit.. 255 —

Le poids du vin est 255 — 30 = 225 kilos.

Je plonge l'aréomètre dans le vin, il marque à l'échelle du *volumètre* 101, ce qui veut dire que 100 kilos de ce vin occupent 101 litres; le volume de vin contenu dans le tonneau est :

$$2^{\text{hect}},25 \times 101 = 227 \text{ litres.}$$

2° *Verser dans un tonneau un volume déterminé de vin.*

Supposons que je veuille faire un coupage de plusieurs vins et que je doive verser 50 litres de vin dans un tonneau. Je prends la tare du tonneau, soit..... 30 kilos.

Je plonge l'aréomètre dans le vin et je lis sur l'échelle rose du densimètre 99 : j'en conclus que 100 litres de ce vin pèsent 99 kilos.

0^{hect},50 × 99 = 49^k,50 + 30 kilos pour la tare = 79^k,50, que doit peser le tonneau contenant 50 litres de vin.

En résumé, quand on veut connaître le *volume* du liquide correspondant à un poids donné, il faut multiplier ce poids par le volume spécifique de ce liquide, c'est-à-dire par l'indication du *volumètre*; et, au contraire, pour déterminer le *poids* que doit peser un volume donné, il faut multiplier ce volume par la densité de ce liquide, c'est-à-dire par l'indication du *densimètre*.

Nous croyons inutile de nous appesantir sur le degré de précision que peut atteindre la mesure au moyen du pesage. On sait qu'une balance bascule chargée de plusieurs centaines de kilogrammes accuse encore nettement 250 grammes. Il en résulte que le volume d'un tonneau peut être déterminé exactement, à un quart de litre près.

Pour traiter d'une façon complète la question du jaugeage des spiritueux, nous devons rappeler que l'alcool est un liquide très dilatable qui varie notablement de volume par la chaleur et qu'on ne peut lui attribuer un volume réel, toujours comparable, que si ce dernier est mesuré à une température exactement déterminée. La mesure du volume des spiritueux, qu'elle soit effectuée au moyen de brocs, de jauges ou de veltes, ou par le densimètre et la bascule, ou mieux encore, au moyen de dépotoir, exige une correction qui tienne compte des changements de volume que le liquide a subis par suite des variations de la température. C'est ainsi qu'un hectolitre de trois-six contenant 95 % d'alcool pur et mesuré à la température de 15 degrés n'occupe plus qu'un volume de 98^{lit},5 s'il est refroidi à 0 degré; tandis que le même hectolitre s'élève à 101^{lit},5 quand sa température est portée à 30 degrés.

Gay-Lussac qui, dès 1824, avait traité complètement l'étude de l'alcoomètre, a publié à cette époque (1) une table dite de *Force réelle* indiquant les changements de volume que l'alcool subit en passant d'une température à une autre. Nous croyons nécessaire de reproduire ce tableau (Table VII) dont les nombres expliqueront bien des anomalies constatées chaque jour dans le pesage des spiritueux.

La première colonne *horizontale* de ce tableau représente la richesse alcoolique du liquide ramenée à la température de 15 degrés.

La première colonne *verticale* indique la température à laquelle le volume de ce même liquide est mesuré.

(1) *Instruction pour l'usage de l'alcoomètre centésimal*, par Gay-Lussac, Paris, 1824.

TABLE VII

Table du volume réel des spiritueux suivant leur température.

Richesse alcoolique à la température de 15 degrés.

| | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 100 | 100 | 100.1 | 100.2 | 100.4 | 100.7 | 100.8 | 100.9 | 101.1 | 101.1 | 101.2 | 101.2 | 101.3 | 101.3 | 101.4 | 101.4 | 101.4 | 101.4 | 101.4 | 101.5 | 101.5 | 101.5 |
| 5 | 100.1 | 100.1 | 100.1 | 100.2 | 100.3 | 100.4 | 100.5 | 100.6 | 100.7 | 100.7 | 100.8 | 100.8 | 100.8 | 100.9 | 100.9 | 100.9 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 |
| 10 | 100 | 100.1 | 100.1 | 100.1 | 100.1 | 100.2 | 100.2 | 100.3 | 100.3 | 100.4 | 100.4 | 100.4 | 100.4 | 100.4 | 100.4 | 100.5 | 100.5 | 100.5 | 100.5 | 100.5 | 100.5 | 100.5 |
| 15 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 20 | 99.9 | 99.9 | 99.9 | 99.9 | 99.9 | 99.8 | 99.8 | 99.7 | 99.7 | 99.6 | 99.6 | 99.6 | 99.6 | 99.6 | 99.6 | 99.5 | 99.5 | 99.5 | 99.5 | 99.5 | 99.5 | 99.5 |
| 25 | | 99.8 | 99.8 | 99.8 | 99.7 | 99.6 | 99.6 | 99.5 | 99.4 | 99.3 | 99.3 | 99.2 | 99.2 | 99.2 | 99.1 | 99.1 | 99.1 | 99.1 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| 30 | | 99.7 | 99.7 | 99.6 | 99.6 | 99.5 | 99.4 | 99.2 | 99.1 | 99 | 98.9 | 98.8 | 98.8 | 98.8 | 98.7 | 98.7 | 98.6 | 98.5 | 98.5 | 98.5 | 98.5 | 98.4 |

TEMPÉRATURE

Ces richesses et ces températures ne sont indiquées que de 5 en 5 degrés parce qu'une différence de 5 degrés alcooliques ou thermométriques ne produit qu'une très faible variation de volume.

Au point d'intersection, ou au croisement de ces lignes horizontale et verticale, on trouve le volume qu'occupe 1 hectolitre du liquide qui a été primitivement mesuré à la température de 15 degrés.

Exemples :

1° Un hectolitre d'eau-de-vie qui contient 50 % d'alcool pur à 15 degrés est mesuré à la température de 20 degrés. En réalité, cet hectolitre ne représente que 99^{lit},6 parce qu'il n'occupera plus que ce dernier volume quand il sera refroidi à 15 degrés;

2° Une pipe de trois-six est jaugée au dépotoir; sa richesse alcoolique est 90 degrés à 15 degrés de température. L'échelle du dépotoir accuse 5 hectolitres, mais la température de l'alcool est seulement 5 degrés.

La table nous apprend que chaque hectolitre d'alcool à 90 degrés mesuré à 5 degrés occupera 101 litres quand sa température se sera élevée à 15 degrés, de sorte que le volume réel à 15 degrés de nos 5 hectolitres de trois-six est $500 \times 101 = 505$ litres;

3° Un demi-muid de vin contenant 15 % d'alcool est pesé sur une bascule à la température de 30 degrés. Son poids net est 545 kilos. Le volume de ce vin déterminé au moyen du *densi-volumètre* n° 198 = 100,8, c'est-à-dire qu'un hectolitre de vin occupe un volume de 100^{lit},8. Ainsi que nous l'avons expliqué tout à l'heure, ce tonneau contient $\frac{545 \times 100,8}{100} = 549^{\text{lit}},4$ mesurés à la température de 30 degrés. Mais quel sera le volume réel de ce vin quand il sera refroidi à 15 degrés?

Au croisement de la ligne horizontale 15 degrés et de la colonne verticale 30 degrés, nous trouvons 99,6, ce qui nous fait savoir que chaque hectolitre de vin n'occupera plus, après ce refroidissement, que 99^{lit},6 et 5^{hect},494 multipliés par 99^{lit},6 donnent 547^{lit},2 pour le volume réel du vin mesuré à la température de 15 degrés.

FABRICATION DU VINAIGRE

La fabrication du vinaigre par le procédé orléanais est certainement, aujourd'hui encore, celle qui donne les meilleurs produits : le simple vaisseau percé d'un seul trou, dans lequel le vin ne se trouve en contact avec l'oxygène de l'air que dans la proportion strictement nécessaire à son acétification, retient tous les produits aromatiques. En même temps ce mode de fabrication ne laisse perdre, par évaporation, qu'une très faible proportion d'alcool et d'acide acétique. Malheureusement ce procédé opère avec une telle lenteur que son emploi est devenu impossible dans les grandes usines qu'on installe aujourd'hui.

Parmi les procédés d'acétification rapide de l'alcool, celui qui se généralise le plus parce qu'il fournit des produits qui se rapprochent beaucoup du vinaigre d'Orléans est celui des *vaisseaux tournants*. Dans un tonneau garni intérieurement de copeaux de hêtre et percé, au centre de chacun de ses fonds, d'un trou qui permet l'introduction de l'air au sein des vaisseaux, on verse une quantité de liquide à acédifier telle que le niveau s'élève un peu au-dessous des ouvertures centrales, de sorte que le tonneau puisse être roulé sur le sol sans que le liquide qu'il renferme s'en échappe.

Le liquide alcoolique versé dans ce vaisseau mouille les copeaux de hêtre dont il est rempli; si nous admettons que ces copeaux aient été, au préalable, imprégnés de ferment acétique (*Mycoderma aceti* de Pasteur), le vin se trouve, en même temps, soumis à l'action du ferment et en contact avec l'oxygène, aussi la transformation de l'alcool en acide acétique par l'absorption d'un équivalent d'oxygène se trouve-t-elle assurée. Si nous faisons tourner ce tonneau autour de son axe en le roulant par terre, les surfaces de contact entre l'alcool et l'oxygène sont continuellement renouvelées et le travail en est beaucoup accéléré.

Une usine à vinaigre, travaillant par le procédé des vaisseaux tournants, se compose donc essentiellement de vastes salles sillonnées de longues files de chantiers parallèles sur lesquels les tonneaux à acétification peuvent rouler d'une demi-circonférence. Ces salles

sont chauffées à la température de 25 degrés, car le *Mycoderma aceti* accomplit ses fonctions avec d'autant plus d'énergie que la température du milieu dans lequel il vit est plus élevée.

La combinaison de l'alcool et de l'oxygène, quand elle est rapide, développe une chaleur assez intense; aussi la température des vaisseaux doit-elle être surveillée, car passé 35 degrés la perte par évaporation affaiblit le degré du vinaigre en même temps que son parfum diminue par la volatilisation des éthers volatils.

La construction des tonneaux tournants exige les accessoires suivants :

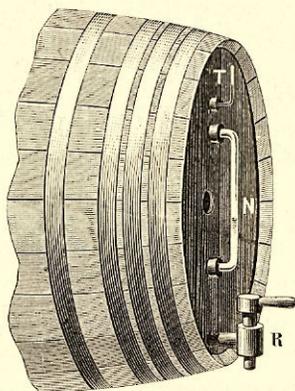


Fig. 59.

- 199. **Tube de niveau** en verre, pour faciliter le remplissage des tonneaux (N, fig. 59)..... » .50
- 200. **Thermomètre** coudé (T, fig. 59)..... 2.50
- 201. **Cannelle** en bois pour vider les tonneaux (R, fig. 59)... » .75

ESSAI DES VINAIGRES

- 202. **Pèse-vinaigre** ou aréomètre de Baumé, divisé par dixièmes de degré..... 3 fr.

Jadis on employait pour peser les vinaigres l'aréomètre de Baumé, dont les 2 ou 3 degrés supérieurs étaient seuls utilisés. Le premier degré, divisé en dix parties, était chiffré 10, le deuxième 20, etc.; c'est ainsi que les vinaigres livrés alors à la consommation, lesquels étaient fabriqués avec du vin ayant subi la fermentation acétique, pesaient généralement 22 degrés (2°,2 Baumé). Cet instrument est tout à fait abandonné aujourd'hui, aussi ne le citons-nous que pour mémoire; on conçoit qu'il était non seulement insuffisant, mais fautif,

puisqu'il est toujours aisé d'ajouter à un vinaigre étendu d'eau des matières salines qui lui rendent la densité voulue. En outre, l'acide acétique se trouve dans des conditions tout exceptionnelles, qui ôtent, en ce qui le concerne, toute valeur aux procédés aréométriques, puisque son maximum de densité ne correspond pas à son maximum de concentration.

- 203. **Acétimètre** de O. Réveil et J. Salleron pour évaluer la richesse acide des vinaigres, composé de : une Pipette de 4 centimètres cubes, un Tube acétimétrique gradué et un Flaçon de liqueur titrée.... 10 fr.

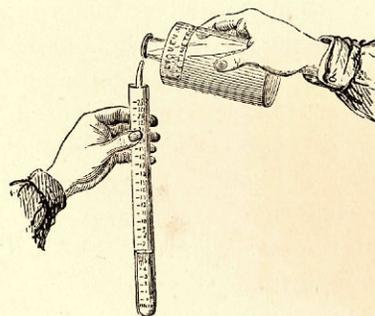


Fig. 60.

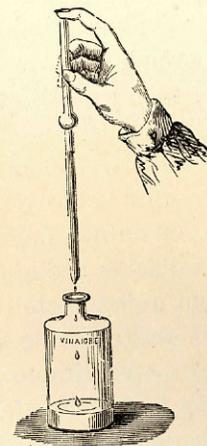


Fig. 61.

- 204. **Tube acétimétrique** gradué (fig. 60)..... 6. »
- 205. **Pipette** jaugée de 4 centimètres cubes pour mesurer la quantité de vinaigre sur laquelle il faut opérer (fig. 61)..... 2. »
- 206. **Flaçon** de liqueur acétimétrique titrée..... 2. »
- 207. **Tableau** des teintes prises par la liqueur acétimétrique sous l'action du vinaigre..... 2. »
- 208. **Liqueur acétimétrique** titrée..... le litre. 3. »
- 209. **Liqueur alcalimétrique** de Gay-Lussac contenant 100 grammes d'acide sulfurique pur par litre. Le litre..... 3. »

L'acétimètre que Réveil et moi avons imaginé en 1855 est aujourd'hui entre les mains de tous les vinaigriers; il est adopté par l'Administration française pour la perception de l'impôt sur les vinaigres; il est donc assez connu pour que nous puissions nous contenter d'en donner une courte description.

ESSAI DES ACIDES ACÉTIQUE ET PYROLIGNEUX INDUSTRIELS

1° Un tube de verre gradué (fig. 60) porte à sa partie inférieure un premier trait marqué 0. Au-dessous de ce premier trait est gravé le mot *vinaigre*, afin d'indiquer la quantité de vinaigre qu'il faut employer. Au-dessus du 0 sont tracées des divisions 1, 2, 3, etc., qui représentent la richesse acide du vinaigre, comme nous l'indiquerons tout à l'heure;

2° Une petite éponge, fixée à l'extrémité d'une baleine, sert à essuyer les parois intérieures du tube après chaque expérience;

3° Une pipette (fig. 61), portant un seul trait marqué 4 centimètres cubes, sert à mesurer avec précision et facilité la quantité de vinaigre nécessaire à chaque essai.

Pour évaluer à l'aide de ces instruments la richesse d'un vinaigre, on en prend, avec la pipette, 4 centimètres cubes, qu'on introduit dans le tube gradué et l'on verse par-dessus de la liqueur acétimétrique, jusqu'à ce que le mélange prenne une teinte violacée uniforme, à laquelle on reconnaît que l'acide est saturé. On s'arrête alors, et on lit le chiffre correspondant à la division où s'élève le niveau du liquide. Ce chiffre indique la richesse acide du vinaigre, c'est-à-dire le poids d'acide acétique pur qu'il renferme : 8 degrés, par exemple, signifient qu'un hectolitre du vinaigre essayé contient 8 kilos d'acide acétique cristallisable pur ou monohydraté.

Nous avons dit que le moment de la neutralisation de l'acide acétique par la liqueur était accusé par la teinte violacée uniforme que prend le mélange. Cette teinte est le *rouge vineux* que prend le tournesol sous l'action des acides faibles; pour que cette couleur soit plus facilement reconnue par les expérimentateurs peu habitués aux manipulations chimiques, nous avons composé un tableau des teintes caractéristiques prises par le vinaigre : 1° quand il est incomplètement saturé par la liqueur acétimétrique; 2° quand il a reçu une addition de liqueur qui a dépassé la neutralisation et, 3° enfin, la couleur type du mélange exactement neutralisé. Ce tableau est un guide qui facilite beaucoup les essais acétimétriques.

La liqueur d'épreuve est formée d'une dissolution de borate de soude et d'une petite quantité de soude dans l'eau distillée, colorée en bleu par du tournesol. Les proportions de borate de soude, d'alcali et d'eau sont telles que 20 centimètres cubes de la liqueur neutralisent exactement 4 centimètres cubes de la *liqueur alcalimétrique de Gay-Lussac* (100 grammes d'acide sulfurique pur par litre). Cette liqueur jouit du grand avantage de se conserver indéfiniment sans changer de titre, c'est-à-dire sans absorber l'acide carbonique de l'air et sans décomposer le tournesol qu'elle tient en dissolution.

L'acétimètre que nous venons de décrire est très précis, et d'un usage très simple et très rapide quand on l'applique au dosage des acides acétiques faibles tels que les vinaigres; aussi la généralité de son emploi, pour la perception de l'impôt et dans toutes les transactions commerciales, s'explique-t-elle facilement. Mais quand la richesse acide du vinaigre qu'on veut mesurer devient un peu élevée; quand, par exemple, elle dépasse 12 à 15 degrés, la précision du procédé diminue; l'appréciation de la teinte de neutralisation est rendue difficile par la présence de l'acide borique qui s'accumule dans la liqueur. Il convient alors, et surtout quand il s'agit de titrer des acides acétiques et pyroligneux employés dans l'industrie, lesquels contiennent, le plus souvent, 40 % au moins d'acide acétique pur, de recourir à un procédé plus rigoureux.

Le procédé acétimétrique que nous avons décrit à propos du dosage de l'acidité totale des vins s'applique parfaitement à cette analyse. Il suffit de proportionner le titre des liqueurs normales alcaline et acide à l'acidité du liquide qu'il s'agit de doser.

Nous allons indiquer rapidement les instruments et la préparation des liqueurs qui sont nécessaires pour cette analyse en renvoyant au chapitre *Dosage de l'acidité du vin* (page 82) pour tous les détails de l'expérience.

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 210. Burette à soupape divisée en fractions de centimètre cube (fig. 62) | 8 fr. |
| 211. Support de burette à tablette de faïence blanche (fig. 62)..... | 12. » |
| 212. Pipette jaugée de 20 centimètres cubes..... | 2.50 |
| 213. Idem — 10 — | 2. » |
| 214. Vase à saturation en verre mince de Bohême portant un trait de jauge à 60 centimètres cubes..... | 2. » |
| 215. Liqueur normale acide contenant 81 ^{gr} ,666 d'acide sulfurique monohydraté pur par litre.... | le litre. 3. » |
| 216. Liqueur alcaline titrée neutralisant la précédente à volume égal | le litre. 3. » |
| 217. Teinture de phtaléine du phénol au trentième. Le flacon..... | 2. » |

Liqueur normale acide. — On prépare une liqueur acide type contenant 81^{gr},666 d'acide sulfurique pur et monohydraté (1) élevés au moyen d'eau distillée au volume de 1 litre. Cette liqueur, qui est équivalente à 100 grammes d'acide acétique pur et monohydraté par litre, doit être préparée en suivant les indications données par Gay-Lussac à propos de sa liqueur alcalimétrique normale (2), en tenant compte que les poids indiqués par ce savant doivent être ramenés au vide.

Liqueur alcaline titrée. — On fait dissoudre 95 grammes environ de soude caustique pure et sèche dans de l'eau distillée et on élève

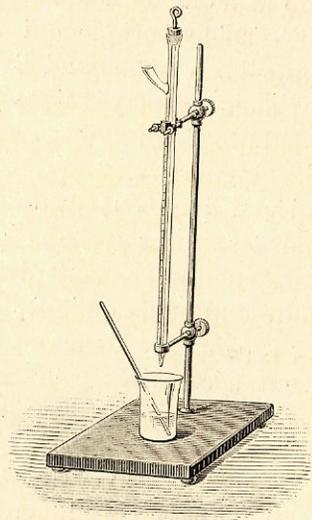


Fig. 62.

le volume à 1 litre. Cette liqueur est à peu près équivalente à la liqueur normale acide, c'est-à-dire qu'elle doit la neutraliser à volume égal; mais, comme elle est généralement un peu trop forte, il convient de la vérifier et de la titrer exactement. Voici comment on y parvient: on verse dans un vase à saturation en verre bien mince et bien blanc, portant un trait de jauge à 60 centimètres cubes, 20 centimètres cubes de liqueur normale acide et 2 gouttes de teinture de phtaléine du phénol, puis on complète avec de l'eau distillée le volume de 60 centimètres cubes. Le liquide est incolore. On remplit la burette graduée avec la liqueur de soude et on laisse couler cette dernière, goutte à goutte, dans le vase à saturation jusqu'à ce qu'une

(1) Équivalent de l'acide sulfurique = 6,125.

Équivalent de l'acide acétique = 7,500.

$\frac{6,125}{7,500} = 0,8166.$

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 1829.

dernière goutte amène une légère teinte rose persistante: soit 19 centimètres cubes le volume de liqueur de soude qu'il a fallu verser. Nous disons que cette dernière est trop alcaline, puisque pour saturer l'acide à volume égal on aurait dû en verser 20 centimètres cubes. Dès lors $\frac{20}{19} = 1,05$, d'où 1 litre de liqueur de soude doit être allongé avec de l'eau distillée et porté au volume de 1^{lit},05, ou bien 1^{lit},9 de liqueur alcaline doit être élevé avec de l'eau au volume de 2 litres. Après cette dilution, on recommence le titrage et on s'assure s'il faut bien exactement 20 centimètres cubes de liqueur alcaline pour neutraliser 20 centimètres cubes de liqueur acide. Cette condition étant remplie, on peut procéder à l'essai de l'acide acétique.

Dosage de l'acide acétique. — Dans le vase à saturation on verse 10 centimètres cubes de l'acide acétique soumis à l'essai, on y ajoute 2 gouttes de teinture de phtaléine et l'on complète les 60 centimètres cubes avec de l'eau distillée. Avec la burette remplie de liqueur de soude on verse cette dernière, goutte à goutte, jusqu'à ce que le réactif vire au rose persistant et on note le volume de liqueur alcaline employée. Supposons qu'il en ait fallu verser 40^{cc},3, nous disons que l'acide essayé contient 40,3 % d'acide acétique pur, c'est-à-dire qu'un litre de cet acide renferme 403 grammes d'acide acétique pur et monohydraté par litre.

On voit que les titres respectifs des liquides acide et alcalin sont tellement calculés que chaque centimètre cube de liqueur de soude, nécessaire pour neutraliser 10 centimètres cubes de l'acide essayé, représente 1 % ou 10 grammes d'acide acétique pur contenu dans 1 litre de ce dernier.

La liqueur alcaline de soude doit être conservée dans un flacon bien fermé par un bouchon de caoutchouc afin que son titre ne puisse changer. Il est bon, malgré cette précaution, de vérifier ce titre fréquemment et, s'il avait baissé, il faudrait ajouter de la soude caustique à la liqueur, ou simplement tenir compte, par le calcul, de son affaiblissement.

Exemple: 20 centimètres cubes de liqueur normale d'acide sulfurique sont neutralisés par 20^{cc},5 de liqueur alcaline. Chaque centimètre cube de cette dernière vaut $\frac{20}{20,5} = 0,975$ % d'acide acétique

pur. Dès lors le nombre de centimètres cubes de liqueur alcaline qu'il faudra employer pour saturer les 10 centimètres cubes d'acide acétique étant multiplié par 0,975 donnera le degré acide du liquide essayé.

218. **Ébulliomètre de J. Salleron** pour doser l'alcool contenu dans les vinaigres (fig. 63)..... 75 fr.

Il est très important, dans la fabrication des vinaigres, de constater par des essais successifs la disparition de l'alcool au fur et à mesure de sa transformation en acide acétique. On peut ainsi, d'une part, réduire au minimum le temps nécessaire à la fermentation et, d'autre part, n'arrêter cette dernière qu'après la disparition totale de l'alcool. Malheureusement le dosage de l'alcool mélangé à l'acide

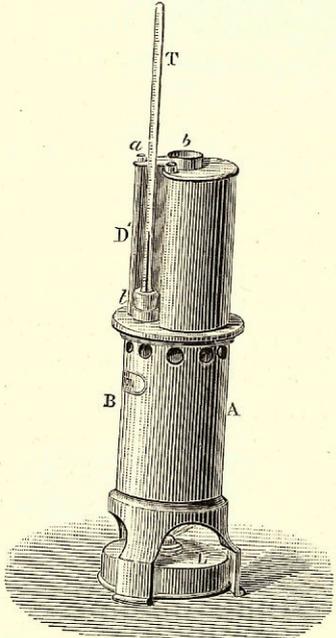


Fig. 63.

acétique est difficile, surtout quand sa proportion ne dépasse guère 1 à 2 centièmes. La distillation se montre réfractaire à cette analyse, d'abord parce que l'acide acétique distille avec l'alcool à moins qu'on ne le sature, au préalable, et ensuite parce que les alcoomètres ne permettent guère de peser avec précision des liquides alcooliques aussi faibles.

L'ébulliomètre que nous avons décrit au n° 49 se prête très bien à cette détermination : non seulement l'opération est simple et rapide, mais la lecture du thermomètre permet l'appréciation du dixième de degré alcoolique. L'échelle de l'ébulliomètre doit cependant subir une modification spéciale quand on l'applique à l'essai du vinaigre, car l'acide acétique influe sur la température d'ébullition des spiri-

tueux. Nous avons déterminé cette influence et, pour en tenir compte, nous avons gravé sur les deux échelles ébulliométriques, *eau et alcool* et *vins ordinaires* (voir page 58), des index qui représentent le 0 de l'échelle quand on essaie du vinaigre alcoolisé. Ainsi quand on règle l'appareil en faisant bouillir de l'eau, comme nous l'avons dit page 62, si le thermomètre marque 99°,8, on amène la division 99,8 de l'échelle centrale devant l'index situé près du 0 des échelles alcooliques, et on serre l'écrou; l'instrument est réglé. Il est bien entendu que, si le liquide essayé est du *vinaigre d'alcool*, on lit la richesse alcoolique sur l'échelle gauche : *eau et alcool*, tandis que s'il s'agit de *vinaigre de vin* la lecture s'effectue sur l'échelle droite : *vins ordinaires*.

FALSIFICATION DES VINAIGRES

L'acétimètre ne peut servir qu'à déterminer l'acidité totale du vinaigre, et, comme il arrive quelquefois que ce liquide est falsifié par d'autres principes que l'acide acétique, il est important de constater la présence des acides étrangers ou de toute autre substance que l'on pourrait y avoir ajoutée. Le nécessaire acétimétrique que nous proposons au n° 219 contient les réactifs utiles à ces constatations. Voici la liste des expériences les plus concluantes :

1° Un bon vinaigre *de vin* doit contenir autant de matières extractives que le vin lui-même; le poids de ces matières solides s'élève en moyenne de 16 à 20 grammes par litre; si donc après avoir dosé l'extrait sec selon la méthode que nous avons décrite page 73, on trouve plus de 20 grammes par litre, on peut présumer que l'on opère sur un vinaigre de cidre ou que le vinaigre essayé a été additionné de sels, tels que le tartre, le chlorure de sodium, le sulfate de soude, des vinasses de vendange, etc. Dans le cas, au contraire, où le résidu serait trouvé sensiblement moindre que 16 à 20 grammes, on devrait en conclure que le vinaigre a été additionné d'eau, et acidifié par l'acide acétique, ou bien qu'il a été préparé par la fermentation de l'alcool, ainsi que cela est si fréquemment pratiqué aujourd'hui.

2° Si le vinaigre renferme de l'acide sulfurique libre, on en constate la présence au moyen du *chlorure de baryum*, qui ne doit pas troubler, ou à peine, le vinaigre pur, et qui forme au contraire un précipité abondant, s'il renferme de l'acide sulfurique.

Toutefois, ceci ne s'applique ni aux vinaigres faits avec les vins plâtrés, ni aux vinaigres d'alcool étendus d'eau séléniteuse.

Quant aux vinaigres autres que celui de vin, c'est-à-dire ceux que l'on prépare par l'acidification de l'alcool, ou en étendant d'eau l'acide

vent être préparées qu'avec de l'eau absolument pure, mais les analyses chimiques ne peuvent donner des chiffres certains que si les réactifs sont dissous dans de l'eau fraîchement distillée et tout à fait exempt de matières organiques ou minérales.

S'il est assez difficile de se procurer partout de l'eau distillée, il est très rare de la trouver parfaitement pure. Dans les villes industrielles, l'eau livrée aux chimistes est, le plus souvent, obtenue par la condensation de la vapeur des machines motrices; cette vapeur emporte mécaniquement avec elle des gouttelettes de l'eau de la chaudière, sans compter des traces fort appréciables des corps gras qui lubrifient les parois des cylindres, des tiroirs et des robinets de la machine. Dans les petites localités, l'eau distillée est préparée dans les officines des pharmaciens; mais les serpentins des appareils distillatoires qui ont condensé des essences, ou seulement les huiles essentielles des plantes aromatiques, ne peuvent être facilement nettoyés et l'eau qui les traverse ensuite entraîne toujours avec elle des traces de produits volatils.

Nous avons cru répondre à un véritable desiderata en construisant un appareil distillatoire spécial, au moyen duquel les chimistes et les négociants puissent, facilement et en tout lieu, préparer de l'eau distillée absolument pure, sans que cette manipulation occasionne de grands frais ni une main-d'œuvre trop assujettissante.

Voici la description de cet appareil :

C, chaudière en cuivre étamé qui contient l'eau impure qu'il faut distiller;

F, fourneau en tôle qui supporte la chaudière et qui renferme l'appareil de chauffage;

L, lampe à huile minérale qui chauffe fortement la chaudière et sans aucun soin de la part de l'opérateur. Cette lampe est alimentée par de l'huile minérale de la densité 0,800 (huile des lampes à pétrole ordinaires). Trois fortes mèches, mobiles au moyen de crémaillères, dégagent une chaleur élevée et constante, de sorte que la distillation peut être prolongée, pendant plusieurs heures, sans que la lampe ait besoin d'être surveillée. Cette lampe à pétrole peut être, à volonté, remplacée par un fourneau à gaz;

R, réfrigérant contenant un serpentin dans lequel la vapeur se condense; ce dernier présente quelques dispositions particulières, afin de faciliter le nettoyage de ses parois internes. Ce serpentin n'est pas hélicoïdal, mais rectiligne; il se compose de quatre tubes droits en étain fin inclinés à 45 degrés et réunis bouts à bouts au moyen de

raccords *r* qui débouchent à l'extérieur du réfrigérant; en dévissant chaque écrou, on ouvre les extrémités de deux tubes et on peut les nettoyer au moyen d'un goupillon;

T, tuyau ou col de cygne qui réunit, au moyen de raccords à vis, la chaudière et le serpentin;

t t', raccord qui permet d'ouvrir la chaudière pour enlever le tartre qui se dépose sur ses parois;

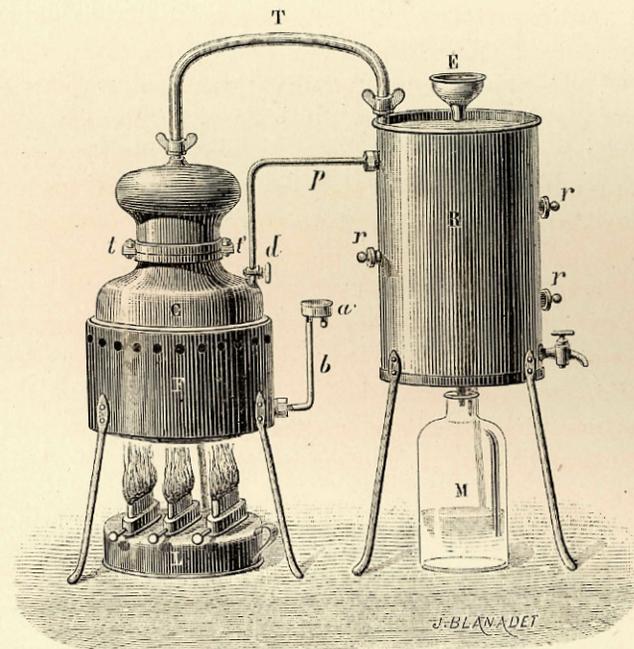


Fig. 65.

E, entonnoir qui surmonte le tuyau d'arrivée de l'eau froide alimentant le réfrigérant;

p, tuyau de trop-plein par lequel s'écoule l'eau chaude du réfrigérant. Une partie de cette eau est portée dans la chaudière par le tube *d*, afin de maintenir, dans cette dernière, l'eau bouillante à une hauteur constante. Un robinet règle cet écoulement;

b a, tube purgeur qui limite la hauteur de l'eau dans la chaudière; le robinet *d* doit être tellement ouvert que pendant le cours de la distillation il s'échappe toujours quelques gouttes d'eau par l'orifice *a* de ce tube;

Le purgeur *a* permet, en outre, d'évacuer une fraction de l'eau de la chaudière, ce qui est nécessaire pour éviter la concentration

des sels calcaires et des matières organiques que l'eau impure contient presque toujours. Si cette concentration atteint une certaine limite, d'ailleurs assez rapprochée, les dépôts calcaires, et surtout le chlorure de magnésie, se décomposent sous l'action de la chaleur, ce dernier dégage de l'acide chlorhydrique volatil; les matières organiques donnent de l'ammoniaque également volatile qui souille l'eau distillée. Il faut donc extraire, de temps à autre, une partie de l'eau qui a bouilli dans la chaudière et la remplacer par de nouvelle eau chaude prise dans le réfrigérant. Quand le fonctionnement de l'appareil ne se prolonge pas pendant plus de dix heures, il suffit, quand on a reçu sous le serpentín un litre d'eau distillée, d'extraire par le purgeur 1 litre d'eau chaude et de la remplacer par 1 litre d'eau du réfrigérant; dans ces conditions de concentration l'eau soumise à l'évaporation fournit de l'eau distillée très pure;

M, flacon dans lequel on recueille l'eau distillée.

Voici les résultats fournis par une distillation effectuée au moyen de cet alambic et prolongée pendant dix heures :

La chaudière, chauffée par la lampe à huile de pétrole, a reçu 4 litres d'eau froide; après quarante-cinq minutes l'eau était en ébullition et des gouttes d'eau distillée coulaient du serpentín. Neuf heures quinze minutes plus tard on avait recueilli 6^{lit},5 d'eau distillée et on avait brûlé en totalité 0^{lit},75 d'huile, soit 0^{lit},115 d'huile par litre d'eau distillée qui, au prix moyen de l'huile, 70 centimes le litre, a coûté 8 centimes le litre.



des sels calcaires et des matières organiques que l'eau impure contient presque toujours. Si cette concentration atteint une certaine limite, d'ailleurs assez rapprochée, les dépôts calcaires, et surtout le chlorure de magnésie, se décomposent sous l'action de la chaleur, ce dernier dégage de l'acide chlorhydrique volatil; les matières organiques donnent de l'ammoniaque également volatile qui souille l'eau distillée. Il faut donc extraire, de temps à autre, une partie de l'eau qui a bouilli dans la chaudière et la remplacer par de nouvelle eau chaude prise dans le réfrigérant. Quand le fonctionnement de l'appareil ne se prolonge pas pendant plus de dix heures, il suffit, quand on a reçu sous le serpentín un litre d'eau distillée, d'extraire par le purgeur 1 litre d'eau chaude et de la remplacer par 1 litre d'eau du réfrigérant; dans ces conditions de concentration l'eau soumise à l'évaporation fournit de l'eau distillée très pure;

M, flacon dans lequel on recueille l'eau distillée.

Voici les résultats fournis par une distillation effectuée au moyen de cet alambic et prolongée pendant dix heures :

La chaudière, chauffée par la lampe à huile de pétrole, a reçu 4 litres d'eau froide; après quarante-cinq minutes l'eau était en ébullition et des gouttes d'eau distillée coulaient du serpentín. Neuf heures quinze minutes plus tard on avait recueilli 6^{lit},5 d'eau distillée et on avait brûlé en totalité 0^{lit},75 d'huile, soit 0^{lit},115 d'huile par litre d'eau distillée qui, au prix moyen de l'huile, 70 centimes le litre, a coûté 8 centimes le litre.

