

REVUE SCIENTIFIQUE

(REVUE ROSE)

DIRECTEUR : M. CHARLES RICHER

1^{er} SEMESTRE 1889 (3^e SÉRIE).

NUMERO 16.

(26^e ANNÉE) 20 AVRIL 1889.

CHIMIE

Les alcools naturels et les alcools artificiels (1).

Depuis une vingtaine d'années, les diverses industries de l'alimentation ont subi d'assez notables modifications que l'on ne peut malheureusement toutes considérer comme étant la marque d'un progrès ; mais aucune d'elles n'a été aussi radicalement atteinte et bouleversée que l'industrie des alcools de consommation. Les alcools que nous buvons aujourd'hui ne ressemblent nullement à ceux que buvaient nos pères, et cette évolution a été si importante qu'elle a en quelques années attiré dans tous les pays l'attention des savants et des législateurs, qui, frappés des progrès effrayants de l'alcoolisme, se sont appliqués à le dévoiler et à lui opposer des remèdes.

Nous voudrions montrer ici l'ensemble de cette évolution et en apprécier les résultats au point de vue de la chimie et de l'hygiène.

Classification des alcools de consommation.

Les alcools que l'on consomme peuvent se diviser en deux classes : la première comprend les alcools que nous appellerons *alcools naturels*. Ce sont d'une façon générale tous ceux qui, obtenus par simple distillation, possèdent un bouquet agréable ou apprécié. Ce sont

d'abord les alcools provenant de la distillation des sucres végétaux soumis à la fermentation.

Le *cognac*,
L'*eau-de-vie de vin*, } provenant de la distillation du *vin*.
Le *marc*, provenant de la distillation des *marcs de raisin*.
L'*eau-de-vie de cidre*, } provenant de la distillation du *cidre*.
Le *calvados*, }
L'*eau-de-vie de poiré*, provenant de la distillation du *poiré*.
Le *kirsch*, provenant de la distillation de certaines *cerises*.
Le *quetsch*, provenant de la distillation de certaines *prunes*.
Etc.

Nous rangeons dans la même classe un certain nombre d'alcools qui, bien que ne provenant pas directement de la distillation de sucres végétaux fermentés, rentrent dans la consommation habituelle. Ce sont :

Le *rhum*, provenant de la distillation du *jus de canne* ou *vesou* fermenté.
Le *tafia*, provenant de la distillation des *mélasses de canne* fermentées.
Le *whiskey*, provenant de la distillation de l'*orge* fermentée.
Le *gin* ou *squidam*, ou le précédent aromatisé au genièvre.
Etc.

Le *cognac*, le *marc*, le *calvados*, le *kirsch*, etc., se boivent dans les pays de production. Dans les pays viticoles, on boit de l'*eau-de-vie de vin* ; dans les pays à cidre, du *calvados*. Dans les pays, au contraire, où la boisson dominante est la bière, c'est surtout le *whiskey*, le *rhum*, que l'on consomme.

La deuxième classe d'alcools comprend les *alcools d'industrie*. Ces alcools ont les origines suivantes :

(1) Conférence faite au laboratoire de M. Friedel, à la Faculté des sciences.

1 ^o Alcools provenant de substances sucrées.	} a. Alcools de mélasses. b. Alcools de betteraves.
2 ^o Alcools provenant de substances amylicées.	
	} a. Alcools de grains (maïs, riz, blé, etc.). b. Alcools de pommes de terre.

Pour tous ces alcools, sauf toutefois quelques alcools de grains (et notamment l'alcool de riz), on ne peut se contenter de faire une distillation simple, parce que les produits obtenus auraient une odeur et un goût désagréables. Nous verrons qu'il faut faire suivre la distillation brute d'une distillation soignée, nommée rectification.

Les alcools d'industrie ne rentrent pas directement dans la consommation ; ils sont d'abord convertis en façons d'alcools naturels, en cognacs, en rhums, kirschs etc., par addition de *bouquets artificiels* appropriés que nous aurons à étudier. Nous désignerons sous le nom général d'*alcools artificiels* toute cette classe d'alcools de consommation préparés au moyen d'alcools d'industrie et de bouquets artificiels.

Ce sont ces deux classes d'alcools naturels et artificiels que nous allons étudier parallèlement.

Nature et quantité des alcools consommés.

Deux changements importants se sont produits depuis 1840 dans la nature et la quantité des alcools consommés. A cette époque, on ne connaissait pour ainsi dire que les alcools naturels, et leur consommation annuelle était d'un peu plus de 800 000 hectolitres, formés presque uniquement d'alcool de vin. On ne fabriquait à cette époque comme alcools d'industrie qu'environ 40 000 hectolitres d'alcools de mélasses, 27 000 hectolitres d'alcools de grains et 20 000 hectolitres d'alcools de betteraves.

En 1853, l'oïdium vint frapper la vigne et il en résulta un abaissement subit de la production viticole. Le contre-coup s'en fit sentir dans la production des alcools naturels, qui s'abassa cette année à environ 155 000 hectolitres. Par compensation la fabrication des alcools d'industrie s'accrut ; le surcroît fut fourni principalement par l'alcool de betteraves (300 000 hect.). On produisit aussi plus d'alcool de mélasses (130 000 hect.) et d'alcools de grains (75 000 hect.). Dès qu'on sut combattre l'oïdium, les alcools naturels reprirent leur place en tête de la production ; cependant de 1865 à 1870 la fabrication des alcools de mélasses prit tout à coup une grande extension et arriva en première ligne.

En 1877 survint la catastrophe du phylloxéra, qui brusquement fit tomber à un chiffre minime la production de l'alcool de vin. Celle-ci n'était que de 21 000 hectolitres en 1880 ! Et, de même que nous avons vu en 1853 l'alcool de betterave prendre la place des alcools naturels, en 1877 l'alcool de grains et l'alcool de betteraves vint remplacer l'alcool de vin.

En 1885, les productions de ces divers alcools étaient environ :

Alcools naturels.	{ Alcools de vin (distillateurs de profession et bouilleurs de cru) . . . 33 181 hect.	} 86 055
	{ Alcools de marcs et fruits . . . 52 874 —	
Alcools artificiels.	{ Alcools de mélasses . . . 776 593 —	} 1 807 666
	{ — betteraves . . . 484 906 —	
	{ — grains . . . 529 840 —	
	{ — substances diverses . . . 46 327 —	
Production totale		1 893 721

La différence entre l'alcool consommé en 1840 et 1885 est donc frappante au double point de vue de la quantité et de la qualité. En 1840, on ne buvait pour ainsi dire que des alcools naturels ; en 1885, on boit plus de 95 pour 100 d'alcools artificiels et la consommation a plus que doublé.

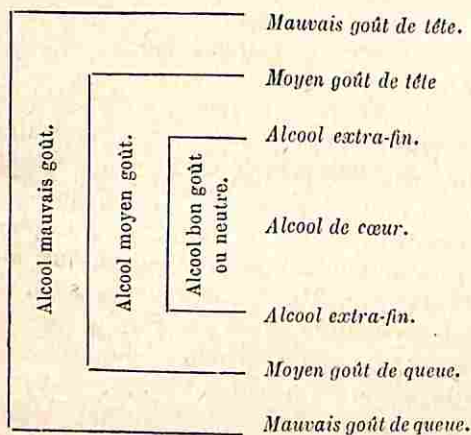
Si l'on veut se rendre un compte exact des progrès de l'alcoolisme il faut, comme nous le ferons, tenir compte de ces deux faits.

Fabrication des alcools.

Alcools naturels. — Quelques généralités sur le mode de fabrication des alcools seront nécessaires pour expliquer les différences de composition existant entre les alcools naturels et les alcools artificiels. La fabrication des alcools naturels comprend trois phases : en premier lieu, l'obtention du *moût* ou jus sucré qui s'obtient par pression des fruits (raisins) ou par pression et décoction (moût de pommes, poires). Ce moût est soumis à la fermentation et donne une liqueur alcoolique étendue, marquant 4^o à 12^o d'alcool, et que l'on nomme une *vinasse*. Le vin, le cidre, le poiré, sont des vinasses. Enfin, cette vinasse est soumise à la distillation, et l'alcool obtenu, marquant en moyenne 50^o, constitue l'alcool naturel de consommation. Cet alcool, quand il provient de bons vins, fermentés dans de bonnes conditions, est presque pur.

Alcools d'industrie. — La fabrication des alcools d'industrie comprend une, deux ou trois phases de plus. En premier lieu, quand il s'agit de substances farineuses, on doit commencer par opérer une saccharification. Les *moûts* obtenus par décoction (betteraves), solution (mélasses) ou saccharification (grains), sont soumis à la fermentation et donnent des *vinasses*. Celles-ci sont distillées dans un appareil simple et fournissent des *flegmes* marquant en moyenne 50^o (40^o à 70^o). Pour les alcools naturels, on a vu que la fabrication s'arrêtait là. Les flegmes d'alcools d'industrie correspondent donc aux alcools naturels, mais il existe entre ces deux classes de produits une différence considérable : le bouquet des alcools naturels est agréable, tandis que celui des flegmes d'industrie est fort désagréable (betteraves, mélasses, pommes de terre) ; certains alcools de grains, seuls, font exception. Il faut donc,

pour débarrasser les flegmes d'industrie de ces bouquets désagréables, les soumettre à une nouvelle opération (précédée quelquefois d'une épuration) et que l'on nomme la *rectification*. Celle-ci, qui n'est autre qu'une distillation fractionnée, se fait dans des appareils très ingénieux et d'une installation fort coûteuse dans le détail desquels nous ne pouvons entrer ici. Nous nous bornerons à signaler les produits obtenus : en premier lieu passent à la distillation des produits infects, contenant les impuretés les plus légères, telles que les aldéhydes, les essences légères (essence légère de betteraves), quelques éthers. Viennent ensuite des produits moins impurs, auxquels succèdent des alcools dits *bon goût* et sensiblement fins. A ces bonnes portions succèdent de nouveau des produits moins bons, puis viennent finalement les impuretés les plus lourdes de l'alcool, et notamment l'alcool amylique et les autres alcools supérieurs, les huiles et essences lourdes (huile lourde de betteraves), etc. Le schéma suivant indique l'ensemble de ces produits :



On obtient, en somme, trois sortes d'alcools; les *mauvais goût*, les *moyens goût* que l'on livre quelquefois à l'industrie et qui malheureusement dévient quelquefois dans l'alimentation, et enfin les alcools *bon goût* ou *neutres*, qui serviront de base à la fabrication des alcools artificiels.

Les alcools moyen goût sont souvent redistillés (d'où le nom d'alcools à repasser) et donnent lieu de nouveau à la subdivision en mauvais, moyen et bon goût.

Les alcools bon goût de première rectification sont quelquefois aussi soumis à une deuxième rectification, et les alcools de cœur ainsi obtenus peuvent être considérés comme presque chimiquement purs.

Dans les distilleries, les proportions relatives des divers alcools obtenus par rectification des flegmes sont en moyenne de :

Alcools mauvais goût	8	} 63
Alcools moyen goût	29	
Alcools bon goût { fins et extra-fins	40	
{ cœur	23	

Bouquets artificiels. — Nous avons dit que, pour préparer des alcools artificiels, il fallait aromatiser les alcools d'industrie au moyen de bouquets. Nous devons donc, comme complément de la fabrication des alcools d'industrie, étudier la fabrication des divers bouquets qui servent à obtenir les cognacs, les rhums, les kirschs factices.

Bouquets de cognac. — Les bouquets de cognac sont constitués par des solutions alcooliques de divers éthers gras. On vend, sous le nom d'*huile de vin française* et d'*huile de vin allemande*, des essences obtenues par la distillation de lies de vin. Cette fabrication est l'objet d'une industrie assez importante sur les bords du Rhin. On vend aussi, sous le nom d'*eau-de-vie allemande* ou d'*essence de cognac*, des produits obtenus, suivant M. Ch. Girard, en attaquant un mélange d'huile de ricin, de beurre, d'huile de coco et d'autres matières grasses par l'acide nitrique. On transforme ainsi ces matières en un mélange d'acides propylique, butyrique, pélargonique, caprylique, œnanthylrique, caproïque et valérianique, qu'on étherifie par un mélange d'alcools éthylique, amylique et méthylique. En raison de son mode de préparation, ce composé renferme quelquefois du nitrite d'amyle.

Il suffit de 100 à 150 grammes de ce produit pour aromatiser 1000 hectolitres d'alcool.

Bouquets de rhum. — On fabrique les rhums artificiels, soit au moyen de bouquets, soit au moyen de produits nommés *sances*. Les bouquets renferment, parmi les substances volatiles, du méthylal, du formiate de méthyle. On y rencontre aussi du girofle, de la cannelle, et on y fait souvent rentrer aussi des infusions de cuir, qui lui donnent l'arome recherché des amateurs.

Bouquets de kirsch. — Les bouquets de kirsch artificiels sont tout simplement des solutions alcooliques étendues d'essence d'amandes amères ou aldéhyde benzoïque, dont l'odeur et la saveur sont très accentuées. On a, paraît-il, quelquefois employé la nitrobenzine et le benzonitrile pour aromatiser les kirschs artificiels.

Voici une des formules employées pour faire du kirsch artificiel :

Alcool à 94°	74	} 200 litres.
Eau	127	
Eau de fleur d'orange	2	
Essence de noyau		20 grammes.

Whiskey, marc, etc. — En dehors des bouquets de cognac, de kirsch et de rhum, dont nous venons de parler, on trouve aussi dans le commerce des bouquets pour la fabrication des divers alcools. Ce sont toujours des liqueurs alcooliques contenant des éthers gras, des essences et certains extraits alcooliques.

Composition des alcools de consommation.

La base de tous les alcools de consommation est l'alcool éthylique. Longtemps on a considéré l'eau-de-vie de vin comme étant de l'alcool éthylique pur ; et il serait à désirer que le bouquet fût la seule impureté que renferment les alcools de consommation.

Tous les alcools, quelle que soit leur origine, renferment les mêmes groupes d'impuretés : leurs proportions absolues et relatives constituent les seules différences que nous aurons à faire observer. Nous donnerons donc d'abord des indications générales sur les impuretés qu'on rencontre dans les alcools, puis nous verrons dans quelles proportions elles existent dans les alcools naturels, d'une part ; dans les alcools artificiels, d'autre part.

Nous avons vu, à propos de la fabrication des alcools, que les impuretés passaient surtout au commencement et à la fin de la distillation, et constituaient ainsi :

Les produits de tête, caractérisés surtout par l'aldéhyde éthylique ;
Les produits de queue, caractérisés surtout par les alcools supérieurs.

Ces impuretés peuvent être classées dans les six groupes suivants :

a) Aldéhydes, notamment l'aldéhyde éthylique dans les produits de tête, et le furfurole dans les produits de queue.

b) Alcools supérieurs (homologues de l'alcool éthylique) et notamment :

L'alcool propylique,
L'alcool isobutylique,
L'alcool butylique normal,
L'ALCOOL AMYLIQUE.

c) Acides, tels que l'acide acétique.

d) Éthers, tels que l'éther acétique,
l'éther ananthique.

e) Essences et huiles, qui, ainsi que les éthers, forment presque uniquement les bouquets.

f) Bases, encore peu étudiées.

Quelques-unes des impuretés qu'on rencontre dans les alcools, et notamment les essences, préexistaient dans les fruits ; mais la plupart d'entre elles prennent naissance pendant la fermentation. Ce sont, d'abord, les divers alcools supérieurs, monoatomiques (propylique, butylique, isobutylique, amylique), diatomiques (glycols) et triatomiques (glycérine). La quantité et la nature des impuretés produites est en rapport avec la composition du moût, la nature des ferments et les conditions de fermentation.

Les moûts acides sont les meilleurs, et la présence de l'acide tartrique paraît être fort avantageuse pour l'obtention de bons alcools. Quand les moûts sont insuffisamment acides, la fermentation marche péniblement, et il se forme des acides propionique, butyrique, valérianique, jusqu'à ce que l'acidité soit suffisante.

L'importance de la nature des ferments est incontestable. Le *Saccharomyces ellipsoïdus*, principal ferment du vin, donne de l'alcool presque pur. La levure basse donne des alcools de meilleure qualité que la levure haute, et c'est la première qu'on emploie uniquement dans les bonnes distilleries. MM. Morin et Clandon ont nettement indiqué l'importance qu'avait le choix des ferments, et ils ont observé que « la fermentation d'une même matière par la levure de bière et par la levure elliptique pure, dans des conditions semblables, donnait des quantités d'huiles comparables ».

Parmi les conditions de la fermentation, la température a une grande importance. Une fermentation conduite doucement et à basse température donne toujours moins d'alcools supérieurs qu'une fermentation conduite rapidement et à haute température. On doit toujours éviter les fermentations tumultueuses, qui, suivant Schwartz, donnent plus d'alcool amylique.

L'aldéhyde et l'acide acétique sont les produits de l'oxydation de l'alcool. Ils se forment facilement si on laisse trop longtemps les vinasses en vidange. Les marcs sont riches en aldéhyde, parce qu'ils sont abandonnés quelquefois pendant plusieurs mois dans des tonneaux imparfaitement clos avant d'être distillés.

Un certain nombre de corps peuvent aussi prendre naissance pendant la distillation : c'est ainsi qu'une distillation un peu pyrogénée peut donner lieu à la formation de furfurole.

Enfin un certain nombre d'éthers se forment, à la longue, par l'action des acides sur l'alcool ; la bonification par le vieillissement des eaux-de-vie est due en partie à cette formation d'éthers.

Alcools naturels. — Eaux-de-vie de vin. — Cognacs. — Les alcools de vin, de beaucoup les plus importants parmi les alcools actuels, ont été l'objet des principaux travaux. Ceux-ci, dus à Isidore Pierre et Puchot (1871), à Lebel et Henninger (1879), et tout récemment à M. Ordonneau et à MM. Morin et Clandon, ont donné des indications très complètes et très exactes sur la composition des eaux-de-vie de vin.

En opérant sur plusieurs hectolitres d'alcool et en faisant des distillations fractionnées répétées avec soin, MM. Ordonneau, Morin et Clandon ont obtenu les résultats suivants :

	Eau-de-vie de Cognac vieille de 25 ans. (Ordonneau.)	Eau-de-vie de Surgères (1883). (Morin et Clandon.)
1 hectolitre renferme :		
Aldéhyde	3 ^{gr} ,00	Traces
Éther acétique	35 ,00	—
Acétal	Présence	—
Alcool propylique normal.	40 ^{gr} ,00	27 ^{gr} ,17
— butylique —	218 ,60	»
— isobutylique	»	6 ,52
— amylique	83 ,80	190 ,21
— hexylique	0 ,60	»
— heptylique	1 ,50	»
Glycol isobutylénique	»	2 ,19

	Eau-de-vie de Cognac vieille de 25 ans. (Ordonneau.)	Eau-de-vie de Surgères (1883). (Morin et Claudon)
1 hectolitre renferme :		
Glycérine	»	4 ,38
Éther propionique	} 3,00	} 7 ,00
— butyrique		
— caproïque		
— œnanthique, env. 4,00		
Bases	Présence	} 2 ,49
Furfurol		
Acide acétique		Traces
— butyrique		»
Huile odorante		7 ,61
	389 ,50	240 ,27

Le cognac, analysé par M. Ordonneau, contiendrait donc 3,89 millièmes d'impuretés, formées principalement d'alcool butylique normal (2,18 pour 1000) et d'alcool amylique (0,83). Le cognac examiné par MM. Morin et Claudon renfermait 2,40 millièmes d'impuretés, dans lesquelles domine l'alcool amylique (1,90). Nous admettrons de préférence ces derniers nombres. MM. Morin et Claudon ont, en effet, montré que la présence de l'alcool butylique normal est accidentelle : elle est due à la présence du *Bacillus butylicus*, qui ne se développe pas dans les fermentations bien conduites.

Les cognacs renferment une proportion assez notable de furfurol ; nous avons trouvé, pour trois échantillons de provenance certaine, 45 milligrammes de furfurol par litre en moyenne.

Eaux-de-vie de marc. — Nous ne possédons que des documents assez incomplets sur la composition des alcools naturels autres que le cognac. Les eaux-de-vie de marc sont très impures ; elles renferment une proportion très forte d'aldéhyde, qu'on perçoit nettement par l'odorat. La quantité d'huiles essentielles formées d'alcool amylique et d'éthers gras qu'elles renferment est quelquefois tellement forte que, par addition d'eau, ces eaux-de-vie se troublent, par suite de la séparation d'une partie des huiles.

Eaux-de-vie de cidre et de poiré. — Les eaux-de-vie de cidre et de poiré sont considérées comme devant être classées parmi les plus impures. Elles renferment de l'aldéhyde, des alcools propylique, butylique, amylique.

Alcools de fruits à noyaux. — Ces alcools renferment de l'acide cyanhydrique libre. Ce sont principalement les kirschs, obtenus au moyen des cerises, et les quetschs, préparés avec les prunes. Ils renferment également une petite quantité d'aldéhyde, de furfurol et d'alcools supérieurs.

Rhum et tafia. — Les rhums et tafias renferment une très forte proportion d'aldéhyde.

Whiskey et gin. — L'eau-de-vie de grains est désignée sous le nom de *whiskey*, en Angleterre et aux États-Unis. Ce qui la caractérise surtout, c'est la présence

d'une proportion quelquefois très forte de furfurol. Le *gin* (*squidam* en Hollande) est la même eau-de-vie, aromatisée au genièvre.

En résumé, on voit que les alcools naturels renferment tous des impuretés diverses, dans lesquelles domine tantôt l'alcool amylique (cognac), tantôt l'aldéhyde (marc). Quelques-uns, tels que le whiskey, renferment une proportion relativement très forte de furfurol.

Quelle est, maintenant, la composition des alcools d'industrie ?

Alcools d'industrie. — Pour les alcools d'industrie, nous aurons à considérer les flegmes, les alcools mauvais goût, les alcools moyen goût, les alcools bon goût.

Mélasses, betteraves. — Les flegmes de mélasses et de betteraves contiennent une forte proportion d'aldéhydes ; elles renferment une assez grande proportion d'alcools supérieurs et notamment d'alcools isobutylique et amylique. Les flegmes de mélasses sont riches en bases.

Grains. — Les flegmes de grains sont les moins impurs. Ils contiennent cependant une petite quantité d'aldéhyde, d'alcools supérieurs et du furfurol. Les flegmes de riz sont presque purs, mais on n'en fait plus que très peu dans les distilleries françaises.

Pommes de terre. — Les flegmes de pommes de terre sont très chargés en alcools supérieurs et notamment en alcool amylique (nommé, pour cette raison, huile de pommes de terre).

Nous avons dit que les flegmes d'industrie étaient, au point de vue du mode d'obtention, le produit correspondant aux alcools naturels. Nous pouvons donc, pour nous faire une juste idée de la pureté de ces deux sortes d'alcools, les comparer entre eux.

D'une façon générale, les alcools naturels sont moins impurs que les flegmes d'industrie. Nous faisons, bien entendu, dans cette appréciation, abstraction du bouquet des flegmes d'industrie, bouquet la plupart du temps fort désagréable et dont la rectification a pour but de se débarrasser.

Il est rare qu'on emploie directement les flegmes pour la fabrication d'alcools artificiels. Les alcools sont presque entièrement fabriqués par de grandes distilleries fort bien outillées qui rectifient tous les flegmes. Les seuls flegmes qui entrent ainsi dans la consommation sont faits en fraude ou proviennent de quelques petites distilleries qui rectifient incomplètement ou qui ne rectifient pas du tout.

Ce que nous devons donc considérer, ce sont les alcools, mauvais, moyen et bon goût. Les premiers sont complètement infects. Non seulement on ne pourrait les employer dans l'alimentation, mais quelquefois même on ne peut leur trouver une application industrielle. Cela est surtout vrai pour les produits de tête

qui, après quelques distillations, renferment une telle proportion d'aldéhyde que leur emploi comme alcool à brûler est même dangereux. Nous n'avons donc, au point de vue alimentaire, qu'à considérer les alcools moyen et bon goût.

Les alcools bon goût sont composés, comme nous l'avons vu, par l'alcool de cœur, qui est de l'alcool éthylique presque pur et par les alcools fins, qui ne renferment qu'une faible proportion d'impuretés (1/2 à 1 millième).

Presque toutes les impuretés se sont accumulées dans les alcools moyen goût, qui sont quelquefois plus impurs que les flegmes et qui doivent être écartés de la consommation d'une façon absolue. Mais, comme ils sont néanmoins employés en partie à cet usage. C'est ainsi que nous avons quelquefois rencontré des kirchs et surtout des marcs fabriqués en tout ou en partie avec des flegmes ou des alcools moyen goût de meilleures.

Comparaison des alcools naturels et artificiels.

D'après ce que nous venons de voir, les trois quarts environ des alcools artificiels sont à base d'alcool éthylique presque pur. La petite quantité de bouquets artificiels dont on les additionne n'atteint pas plus de 1/2 millième, et on en arrive à cette conclusion nette : *les alcools artificiels sont plus purs que les alcools naturels.*

Reste le quart environ, qui a pu être préparé avec les alcools moyen goût. Les alcools artificiels qui rentrent dans cette classe sont moins purs que les alcools naturels.

Il y a donc lieu d'établir une distinction très nette entre les alcools artificiels bien faits, c'est-à-dire à base d'alcools bon goût, et les alcools artificiels mal faits, c'est-à-dire à base d'alcools moyen goût ou à base de flegmes.

Pour faire ressortir nettement la différence de pureté qu'il y a entre les alcools naturels et les alcools artificiels bien fabriqués, nous avons fait des analyses comparatives d'alcools naturels de provenance certaine et d'alcools artificiels que nous avons préparés nous-même au moyen d'alcools de grains et de bouquets pris dans le commerce.

Voici les résultats obtenus :

	Cognac.	
	Naturel.	Artificiel.
Degré Savalle	6°	1/4°
Aldéhydes	Petite quantité	Traces
Furfurool	Forte proportion, 0,045	0°
Bases	0,005	0°

	Rhum.	
	Naturel.	Artificiel.
Degré Savalle	7°	1/4°
Aldéhydes	Très forte proportion	Traces
Furfurool	Quantité notable, 0,020	0°
Bases	0,013	0°

	Kirsch.	
	Naturel.	Artificiel.
Degré Savalle	5°	1/4°
Aldéhydes	Faible proportion	Traces
Furfurool	Petite quantité, 0,005	0°

Toxicité des alcools.

Nous venons de tirer un certain nombre de déductions de la comparaison chimique des alcools naturels et artificiels. Ces conclusions n'auraient qu'un intérêt assez restreint si elles n'étaient point vraies encore au point de vue hygiénique. Ces alcools sont destinés à être consommés, et peu importe au consommateur qu'ils soient purs chimiquement; le principal est qu'ils soient purs hygiéniquement.

Les expériences physiologiques exécutées jusqu'à ce jour par un grand nombre de savants, et, en particulier, Rabuteau, MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé, MM. Magnan et Laborde, etc., n'ont pas fourni des résultats d'une netteté absolue, mais on peut néanmoins tirer de leur ensemble des conclusions assez précises et concluantes :

1° *Toxicité de l'alcool pur et de ses diverses impuretés prises isolément.* — Les expériences physiologiques faites sur l'alcool et ses diverses impuretés prises isolément ont montré que ces dérivés sont plus toxiques que lui; mais il ne faut pas perdre de vue que l'alcool éthylique pur est toxique. Suivant Lussana et Albertoni (1874), il suffit de 6 grammes d'alcool éthylique par kilogramme de poids du corps pour amener la mort, cet alcool étant pris par la voie stomacale.

Les expériences de Rabuteau (1870) ont montré que les alcools homologues supérieurs de l'alcool éthylique sont plus toxiques que lui. Cette toxicité croît avec le poids de la molécule de l'alcool. Voici les nombres qu'il a donnés :

		Puissance toxique relative.
Alcool éthylique	Peu actif	1
— butylique	Actif	3 à 4
— amylique	Très actif	15

Ces résultats ont été confirmés par les travaux postérieurs, et notamment par ceux de MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé.

Les doses *toxiques limites* (quantités d'alcools purs, qui, par kilogramme, ont été nécessaires pour amener la mort dans l'espace de 24 à 36 heures, avec abaisse-

ment graduel et persistant de température) trouvées par ces auteurs sont les suivantes :

	Doses toxiques moyenne.	
	État pur.	État de dilution.
Alcool éthylique . . .	8 ^{gr} ,00	7 ^{gr} ,75
— propylique . . .	3 ,90	3 ,75
— butylique . . .	2 ,00	1 ,85
— amylique . . .	1 ,70	1 ^{gr} ,50 à 1 ^{gr} ,69
L'aldéhyde est très toxique :		
Aldéhyde	"	1 ^{gr} à 1 ^{gr} ,25

MM. Magnan et Laborde ont montré que le furfurol était violemment toxique. En Écosse et en Irlande, on attribue un grand nombre d'attaques d'épilepsie à l'usage d'alcools de grains roches en furfurol. P. Bert cite des cas d'intoxications d'ouvriers buvant des résidus de distillerie de grains.

M. R. Wurtz a étudié l'action physiologique d'une des bases extraites par MM. Morin et Chaudon des alcools de mélasses. Ces bases n'ont, suivant M. Wurtz, qu'une toxicité modérée.

2^o *Toxicité des alcools naturels et artificiels.* — Dans leur premier travail sur l'empoisonnement aigu par l'alcool, MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé ont trouvé :

1^o Que les divers alcools naturels et d'industrie sont plus toxiques que l'alcool éthylique pur;

2^o Que les alcools naturels sont moins toxiques que les flegmes.

Il suffit pour cela de jeter un coup d'œil sur les nombres que ces auteurs ont donnés :

	Doses toxiques limites. (Nombres ramenés à la quantité correspondante d'alcool absolu.)
Alcool éthylique pur	7 ^{gr} ,75
Eau-de-vie de Montpellier . .	7 ,50
Cognac des Charentes	7 ,50
Flegmes de grains	6 ,96
— de pommes de terre	6 ,85
— de betteraves	7 ,00
— de mélasses de betteraves	6 ,90

MM. Magnan et Laborde ont fait prendre à trois chiens de 7 à 8 kilogrammes 50 grammes de divers alcools par la sonde œsophagienne. Ils ont observé :

Avec de l'alcool de vin de Roussillon, l'ivresse sans accidents;

Avec de l'alcool de maïs, une ivresse plus accentuée;

Avec de l'alcool de betteraves, une ivresse plus accentuée encore.

Dans ces deux derniers cas, il y avait une légère hébété et l'animal souffrait.

Point important à noter, MM. Magnan et Laborde, en administrant à des chiens l'alcool éthylique pur extrait du Laboratoire municipal des divers alcools ci-dessus, ont obtenu dans les trois cas les mêmes résultats. Donc l'alcool éthylique, quelle que soit son ori-

gine, donne exactement le même résultat physiologique. Ce fait est très important au point de vue de l'usage des alcools artificiels. Le même fait a été constaté par MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé.

Toxicité des bouquets. — L'étude de l'action physiologique des bouquets a été faite par MM. Magnan et Laborde.

Les huiles de vin, dont nous avons parlé comme étant la base d'un certain nombre de bouquets de cognacs, sont éminemment toxiques. Si on injecte dans la veine saphène d'un chien quelques centimètres cubes d'huile française et surtout d'huile allemande, il survient rapidement des troubles cardiaques et respiratoires et la mort.

L'essence de noyau, formée, comme nous l'avions dit, par l'aldéhyde benzoïque, est un convulsivant tétanique. MM. Magnan et Laborde la classent parmi les produits les plus toxiques. Il est juste de dire, à la décharge des kirschs artificiels, que l'acide cyanhydrique existant dans le kirsch naturel est un poison non moins violent.

Mais ce qu'il y a de plus consolant dans le travail de MM. Magnan et Laborde, c'est qu'un assez grand nombre de bouquets artificiels, et notamment certains bouquets d'eau-de-vie, de cognac, de rhum, sont inoffensifs. Ce sont naturellement ceux-là qu'il faudra choisir.

Les conclusions que nous pouvons tirer des expériences physiologiques viennent donc confirmer celles que nous avons tirées de l'étude chimique.

L'alcool pur est un poison, mais les impuretés qu'on y rencontre sont plus toxiques que lui.

Les alcools naturels sont moins toxiques que les flegmes.

Les alcools artificiels, préparés au moyen de bouquets inoffensifs, sont moins toxiques que les alcools naturels.

Essai et analyse des alcools.

L'analyse complète des alcools ne peut guère se faire par une autre méthode que celle de la distillation fractionnée. Cette méthode a deux graves inconvénients : elle est longue et elle exige une grande quantité d'alcool.

Il ne serait possible de tirer un parti pratique quelconque de ce que nous venons de constater, et l'on ne pourrait songer à appliquer des mesures pour s'assurer de la nature ou de la qualité des alcools, si l'on ne connaissait aucun procédé analytique. Qu'on se place au point de vue de la chimie, de l'hygiène ou du fisc, il faut des méthodes permettant de déterminer la nature et d'évaluer la quantité des impuretés contenues dans les alcools. Suivant qu'on se propose l'un ou l'autre de ces deux buts, on emploie des méthodes qualitatives ou quantitatives.

Essais qualitatifs. — On en a proposé un très grand nombre qui, presque tous, indiquent presque uniquement la présence des aldéhydes. Nous choisirons seulement les cinq essais suivants :

1° *Acide sulfurique monohydraté pur.* — Il nous donnera une indication générale sur la pureté de l'alcool. Pour faire cet essai (Savalle), on mesure 10 centimètres cubes de l'alcool à essayer qu'on place dans un petit ballon propre et sec. On mesure ensuite 10 centimètres cubes d'acide sulfurique qu'on verse sur l'alcool ; on agite et on chauffe sur la flamme d'une lampe à alcool ou d'un bec Bunsen, en ayant soin de remuer constamment jusqu'à ce que l'ébullition commence à se produire. Dans ces conditions, l'alcool éthylique pur reste absolument incolore, tandis que les impuretés se charbonnent et colorent le mélange en brun plus ou moins intense.

2° *Bisulfite de rosaniline.* — Ce réactif se prépare de la manière suivante :

Solution de fuchsine au 1/1000 ^e	125 cent. cubes.
Bisulfite de soude à 28° B.	75 —
Acide sulfurique à 66° B.	25 —
Eau q. s.	1 litre.

Il est incolore ou légèrement coloré en jaune ; on en ajoute 2 centimètres cubes à 10 centimètres cubes d'alcool étendu à environ 50° ; s'il se produit une coloration rouge violacée, il y a présence d'aldéhyde.

3° *Acétate d'aniline.* — A 10 centimètres cubes environ d'alcool, on ajoute 5 gouttes d'aniline et 10 gouttes d'acide acétique ; on agite, et si, au bout de quelques instants, il se produit une coloration rouge ou rose, il y a du *furfurol*.

4° On évapore une petite quantité d'alcool en présence de 2 à 3 gouttes d'acide sulfurique étendu. Le résidu, repris par un peu d'eau, est additionné d'une goutte de réactif de Mayer (iodomercurate de potassium) ; s'il se produit un trouble ou un précipité, on en conclut à la présence de *bases*.

5° Enfin, on traite une petite quantité d'alcool étendu d'eau par quelques centimètres cubes de chloroforme. Ce dissolvant s'empare de l'alcool amylique. On l'évapore doucement sur une petite capsule placée au bain-marie. Quand l'odeur de chloroforme a disparu, on ajoute au résidu un petit cristal de bichromate de potasse, quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, et on chauffe doucement. A l'odeur caractéristique et pénétrante d'acide valérianique, on reconnaît la présence de l'alcool amylique.

Essais quantitatifs des alcools. — Dans un essai quantitatif de cette nature, on peut se proposer deux choses : en premier lieu, trouver un procédé d'évaluation qui indique la somme des impuretés ; en second lieu, un procédé qui indique séparément la quantité des divers groupes d'impuretés.

Parmi un assez grand nombre de procédés d'essais,

nous en choisirons seulement deux qui nous paraissent présenter plus d'intérêt que les autres méthodes proposées. Ce sont, d'une part, un procédé physique, la méthode de Röse, et, d'autre part, un procédé chimique, l'essai de Savalle.

Le procédé Röse, modifié par Stutzer et Reitmayer, a été adopté officiellement en Allemagne et en Suisse. M. Bardy, qui a été l'étudier sur place en Suisse, a proposé de l'adopter en France pour l'essai des alcools.

Ce procédé est basé sur les principes suivants :

Quand on agite du chloroforme avec un mélange d'alcool éthylique pur et d'eau, le volume du chloroforme augmente, et cette augmentation, qui dépend de la richesse alcoolique et de la température, est constante pour les mêmes conditions.

Quand l'alcool contient un homologue supérieur, ce dernier, étant plus soluble dans le chloroforme, donne, pour le même degré alcoolique et la même température, un plus grand accroissement de volume.

L'appareil se compose d'un tube gradué en 1/10^e de centimètre cube, portant à la partie inférieure un réservoir cylindrique d'une capacité de 20 centimètres cubes, et à la partie supérieure un réservoir sphérique portant un bouchon rodé et mesurant environ 120 centimètres cubes.

L'opération se pratique de la façon suivante : on introduit dans le tube, maintenu à 15°, 20 centimètres cubes exactement de chloroforme à 15°. On ajoute 100 centimètres cubes d'alcool, amené exactement à 30° et à la température de 15°. On ajoute 1 centimètre cube d'acide sulfurique de densité 1,286, qui a pour but d'empêcher la formation d'une pellicule. On agite, puis on laisse reposer dans un bain d'eau à 15°, et on lit ensuite la hauteur de la couche de chloroforme. Il faut avoir soin de faire comparativement, et dans les mêmes conditions, un essai avec de l'alcool pur. La différence entre les deux couches chloroformiques servira à calculer la proportion d'impuretés.

M. Bardy a fait de nombreux essais dans lesquels il a examiné les diverses conditions de l'opération. Voici des nombres qu'il a obtenus avec des alcools impurs qu'il a préparés synthétiquement :

Impuretés ajoutées.	Augmentation de la couche chloroformique.	Quantités d'impuretés correspondantes.
5 pour 1000 alcool propylique	0 ^{cc} ,090	1 ^{cc} ,5
— — butylique	0 ,150	2 ,6
— — amylique	0 ,210	3 ,9
— huiles essentielles	0 ,108	1 ,8
— aldéhydes	0 ,098	1 ,6

Le procédé Röse est délicat et long. Comme on peut le voir en examinant le tableau ci-dessus, une erreur très faible dans la lecture du volume de chloroforme se traduit par une erreur très notable dans l'évaluation des impuretés. La moindre variation dans la température a une grande influence sur le résultat, puisque

une différence de 1° correspond à un changement de volume de 0^{cc},1.

La difficulté et la longueur du procédé ne nous paraissent pas justifiées par l'exactitude des résultats qu'il fournit, et nous pensons que jusqu'à présent le procédé le plus pratique d'essai des alcools est le procédé Savalle.

Nous avons déjà dit comment se faisait l'essai Savalle que nous avons mentionné dans l'examen qualitatif des alcools. Savalle a appliqué son procédé à l'évaluation quantitative des impuretés, et il a donné à son appareil le nom de *diaphanomètre*. Quand on a chauffé l'alcool avec son volume d'acide sulfurique, on laisse refroidir le mélange, puis on le verse dans une petite fiole à bords parallèles, et on compare l'intensité colorimétrique obtenue avec des verres colorés numérotés 1, 2, 3, 4 et 5. Le 1° du diaphanomètre représente, suivant Savalle, 1/10 000 d'impuretés (ces impuretés étant, suivant l'auteur, de l'essence de vin).

Les nombres obtenus dans l'essai Savalle ne fournissent, pas plus que l'essai Röse, l'évaluation exacte de la somme des impuretés contenues dans les alcools; mais l'essai présente les avantages suivants :

1° Il indique presque toutes les impuretés de l'alcool, comme on peut s'en rendre compte par l'inspection du tableau suivant :

ACTION DE L'ACIDE SULFURIQUE SUR LES DIVERSES IMPURETÉS DES ALCOOLS
DANS LES CONDITIONS PRATIQUES DE L'ESSAI.

Impuretés se colorant.	Impuretés ne se colorant pas.
Aldéhyde.	
Acétal.	
Alcool isobutylique.	Alcool propylique.
— amylique, et, en général,	— butylique normal.
tous les alcools supérieurs non normaux.	
Furfurol.	
Bases.	
Éther cenanthique.	Éther acétique.
Éthers amyliques, et, en général,	Acide acétique.
éthers des alcools supérieurs non normaux.	
Essences et huiles.	

Les impuretés non indiquées sont peu fréquentes ou non toxiques.

2° L'intensité de la teinte obtenue avec l'acide sulfurique présente une certaine proportionnalité avec la toxicité des impuretés; ainsi les aldéhydes, à dose égale, donnent des colorations plus intenses que les alcools supérieurs, et ceux-ci se colorent d'autant plus que leur poids atomique est plus élevé.

L'essai est simple et rapide.

MM. Ch. Girard et Rocques ont cherché à trouver un procédé analytique pratique qui permît d'évaluer, d'une part, les aldéhydes, formant la majeure partie des produits de tête; d'autre part, l'alcool amylique, constituant principal des produits de queue.

3^e SÉRIE. — REVUE SCIENTIFIQUE. — XLIII.

Cette méthode est basée sur l'action des amines sur les aldéhydes. L'alcool à essayer est chauffé avec du chlorhydrate de métaphénylène diamine, qui forme, avec l'aldéhyde, une combinaison stable et colorée en rouge orange, avec une magnifique fluorescence verte. L'intensité colorimétrique permet d'évaluer l'aldéhyde. En distillant, on recueille l'alcool exempt d'aldéhydes, dans lequel on évalue, au moyen de l'essai Savalle, la quantité d'alcools supérieurs.

Conclusions.

Nous avons vu que les progrès de l'alcoolisme avaient une double cause : la proportion d'alcools consommés, qui est trop grande; la qualité de ces alcools, qui est souvent mauvaise. A chacune de ces causes d'envahissement du mal, il faut opposer un obstacle. Pour ce qui est de la quantité des alcools consommés, c'est un point qui concerne surtout les législateurs; il serait peut-être à souhaiter qu'à l'exemple de l'Allemagne, ils missent sur les alcools des droits suffisamment élevés pour abaisser la consommation, tout en ménageant les ressources du fisc.

Quant à la solution de la deuxième question, l'amélioration de la qualité des alcools, elle dépend non seulement des mesures légales, mais aussi des progrès de la science et de l'industrie. Les législateurs peuvent et doivent prendre des mesures rigoureuses pour assurer un contrôle sévère des alcools, car l'industrie possède des appareils permettant de fabriquer de bons produits, et la chimie, des moyens suffisants pour en apprécier la valeur.

Nous avons vu comment les alcools artificiels avaient peu à peu remplacé dans la consommation les alcools naturels. Mettant complètement à part la question de goût, nous avons montré que les alcools artificiels bien préparés étaient, au point de vue de la chimie et de l'hygiène, meilleurs que les alcools naturels, puisqu'ils se rapprochent le plus de l'alcool éthylique pur.

L'évolution qui s'est produite dans l'industrie des alcools a donc été toute en faveur des alcools artificiels. Tandis que leur fabrication se perfectionnait sans cesse, celle des alcools naturels, restée entre les mains des petits producteurs, perdait chaque jour du terrain.

On dirait qu'actuellement on s'applique à fabriquer le plus mal possible les cognacs, les mars, etc. On ne se préoccupe pas, la plupart du temps, du choix des fruits, et on les emploie tous, gâtés ou bons; on ne s'inquiète pas plus de la fermentation qui suit, et qui a, sur la qualité des produits fabriqués, une importance capitale, ainsi que l'ont montré les travaux de M. Pasteur, de M. Raulin, de M. Rommier, et de beaucoup d'autres savants. Enfin la distillation n'est pas l'objet de plus de soins de la part des producteurs.

Les alcools naturels renferment deux classes d'impuretés : les bouquets, qui leur donnent leur valeur et

qu'il faut conserver; les impuretés proprement dites, qu'il faut éliminer. Les soins apportés à la fermentation et à la distillation mènent parfaitement à ce but. Si un alcool (le marc, par exemple) ne doit sa valeur qu'aux impuretés qu'il renferme, il faut le rejeter de la consommation.

En présence des mesures qu'on prend dans tous les pays et qu'on ne tardera pas, en France, à prendre contre l'alcoolisme, il faut que les producteurs méritent ces conseils :

L'avenir est aux alcools artificiels bien préparés; mais il est aussi aux alcools naturels faits dans de bonnes conditions et ne contenant plus d'impuretés toxiques. Si l'industrie des alcools naturels veut rester à la hauteur des autres industries alimentaires, il faut qu'elle profite des progrès de la science. Qu'elle prenne exemple sur la brasserie, dont les progrès n'ont été sérieux que le jour où elle a compris l'utilité du laboratoire d'études dirigeant et réglant la fabrication. Le grand brasseur de Copenhague, M. Jacobsen, l'a mieux montré que personne le jour où il a fait placer dans son luxueux laboratoire d'études le portrait de notre grand et vénéré maître Pasteur, dont les immortels travaux sur les ferments ont ouvert la nouvelle voie dans cette industrie.

X. ROCQUES.

TRAVAUX PUBLICS

La tour Eiffel.

DISCOURS PRONONCÉS AU TREIZIÈME BANQUET DE LA CONFÉRENCE « SCIENTIA »
offert à M. Eiffel, le 13 avril 1889.

DISCOURS DE M. JANSSEN
de l'Institut.

Quand on a du talent, de l'expérience, une volonté forte, on arrive presque toujours à triompher des obstacles. Le succès est plus assuré encore si celui qui lutte est animé du sentiment patriotique, s'il aime à se dire que son œuvre ajoutera quelque chose d'important à la renommée de son pays, et que son succès sera un succès national. Mais il est des circonstances où ces éléments déjà si puissants, prennent une force irrésistible, c'est quand celui qui aime passionnément son pays voit ce pays injustement déprécié; c'est quand, par un de ces entraînements dont le monde donne tant d'exemples, et dont nous avons bénéficié nous-mêmes, peut-être plus que tous les autres peuples, on flatte la victoire, et on va jusqu'à refuser au vaincu l'un jour ses mérites les plus réels et ses supériorités plus incontestables.

Alors, si des circonstances favorables se présentent, et s'il se rencontre un homme d'un grand talent, d'un caractère hardi et entreprenant, il s'éprendra de l'idée de venger en quelque sorte son pays, par la réalisation d'une œuvre grandiose, unique, réputée presque impossible; et, pour assurer son succès, il ne reculera devant aucune difficulté, supportera tous les déboires, restera sourd à toutes les critiques, et marchera obstinément vers son but, jusqu'au jour où, l'œuvre enfin terminée, son mérite, sa hardiesse, sa grandeur, éclatent à tous les yeux, désarment la critique, et changent la ligue du blâme en un concert général de louanges et d'admiration.

N'est-ce pas là, en quelques mots, l'histoire de la conception, de l'acceptation, de l'érection et du succès du grand édifice du Champ de Mars?

Cependant il serait injuste de dire que ces sentiments, M. Eiffel ait été le seul à les éprouver. Tous ceux qui travaillent actuellement au Champ de Mars les ressentent, et c'est là sans doute le secret des merveilles qu'on nous y prépare.

Oui, tout le monde a compris que notre Exposition, en raison surtout de la date choisie, n'aurait de succès que par les prodiges d'art et d'industrie qu'on y accomplirait. Il fallait désarmer le monde à force de talent, et tout nous indique qu'en effet le monde sera désarmé.

Bientôt, de toutes les parties de l'univers, on viendra admirer les œuvres de cette nation étonnante, si merveilleusement douée, qui s'abandonne avec tant de facilité, qui se reprend avec tant de ressort, et qui, au milieu des plus grandes péripéties de succès et de revers, reste toujours jeune, toujours généreuse, toujours sympathique, et qui n'aurait besoin que d'un peu de sagesse, de sens politique, d'esprit de suite et de conduite pour se trouver encore, et tout naturellement, à la tête des nations pour qui elle demeure comme une énigme, et un perpétuel sujet de surprise et d'étonnement.

Mais laissons nos préoccupations, et ne pensons qu'à l'hôte que nous fêtons.

Cet hôte triomphe aujourd'hui, mais combien ce triomphe est récent! On ne peut pas dire qu'on le lui ait escompté d'avance et qu'on l'ait fait jouir avant l'heure de son succès.

Et ceci me rappelle précisément un dîner de la *Scientia* qui avait lieu, il y a environ une année. Ce dîner était offert à M. Berger, un des directeurs généraux de l'Exposition, et M. Eiffel y assistait. La tour s'élevait alors au premier étage, et la critique sévissait dans toute sa force. Si la construction n'atteignait que son premier étage, la critique, elle, avait complété tous les siens, et elle se dressait de toute sa hauteur. Et notez que c'est précisément au moment où les plus grandes difficultés avaient été heureusement et habilement surmontées, que l'esprit de blâme se donnait le plus carrière, mon-