

CHAPITRE VI.

DE LA FERMENTATION VINEUSE.

Le suc des fruits à pulpes sucrées, abandonné à lui-même sous l'influence d'une température convenable, présente un phénomène des plus remarquables, celui de la fermentation. Le sucre qui, comme nous l'avons vu, est le principe dominant des fruits charnus, disparaît complètement; à sa place on trouve de l'alcool, et pendant cette transformation il se dégage du gaz acide carbonique.

Le sucre, le glucose ne suffisent pas seuls pour faire fermenter les sucs végétaux qui les contiennent. Par exemple, une dissolution de ces principes dans l'eau distillée peut rester un temps considérable sans éprouver la moindre altération; exposée à l'air libre, elle s'évapore, elle finit par se dessécher; et après cette lente dessiccation, on retrouve les matières sucrées au même état où elles étaient avant d'avoir été dissoutes. Maintenant, si l'on introduit dans cette dissolution une faible quantité de ces principes azotés que nous avons appelés albumine, glutine, etc., qui se retrouvent constamment dans les plantes, la fermentation ne

tardera pas à se réaliser, à suivre toutes ses phases ordinaires. Ainsi c'est un principe immédiat azoté, l'albumine, le gluten ou leurs analogues, qui la provoque et l'entretient; dans le suc des fruits, elle n'est pas déterminée d'une manière instantanée, il s'écoule toujours quelque temps avant qu'elle se manifeste: c'est que l'albumine ou le gluten, pour agir comme ferment, doivent déjà avoir subi eux-mêmes une certaine modification. La preuve en est dans ce fait, que les liqueurs vineuses renferment toujours une proportion très-petite, mais constante de carbonate d'ammoniaque, ainsi que l'a constaté M. Dœbereiner. D'ailleurs, ces mêmes principes azotés, qui à l'état frais sont sans action sur les liquides sucrés, agissent immédiatement comme des ferments énergiques, lorsqu'on les emploie après les avoir exposés pendant quelques jours au contact de l'air et de l'humidité; quand, en un mot, ils commencent à s'altérer. C'est donc au moment même où l'albumine ou le gluten entrent en putréfaction qu'ils deviennent de véritables ferments, qu'ils sont aptes à décider le mouvement intestin qui produit la décomposition des matières sucrées. Le ferment consommé pour exciter et entretenir la fermentation du sucre est une quantité tellement minime, qu'on est porté à croire qu'il n'agit réellement que par sa présence, que par son contact. Cela paraît d'autant plus vraisemblable, que l'on sait qu'après avoir ajouté une substance azotée, suffisamment modifiée pour provoquer subitement la fermentation dans une liqueur qui, indépendamment

seules matières qui sont produites : il en est ainsi, en effet.

Considérons le glucose : c'est des deux sucres que nous avons étudiés le seul qui fermente; car le sucre de canne, avant de subir la fermentation, passe, ainsi que l'a démontré M. Henri Rose, à l'état de glucose ou sucre de raisin (1).

La composition du glucose peut se représenter par :

Carbone.....	36,4
Hydrogène.....	7,0
Oxygène.....	56,6
	<hr/>
	100,0

La constitution des corps qui se produisent dans la fermentation étant :

	Alcool anhydre.	Acide carbonique.	Eau.
Carbone.....	52,19	27,27	»
Hydrogène....	13,02	»	11,1
Oxygène.....	34,79	72,73	88,9
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00	100,0

On voit que la composition de 100 parties de glucose peut s'exprimer par :

		Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.
Alcool.....	46,46	contenant 24,24	6,05	16,17
Acide carbonique...	44,45	12,12	»	32,33
Eau.....	9,09	»	1,01	8,08
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,00	C. 36,36	H. 7,06	O. 56,58

Ainsi, pendant la transformation du sucre de raisin en alcool et en acide carbonique, l'eau de com-

(1) Henri Rose, *Journal de Pharmacie*, t. XXVII, p. 681.

binaison unie au sucre anhydre est mise en liberté.

Pour que la fermentation saccharine s'effectue, pour que le ferment agisse, il faut le concours de plusieurs circonstances : l'intervention de l'eau d'abord, ensuite une certaine température, dont je crois pouvoir fixer les limites extrêmes à 12° et 40° : du moins j'ai vu fermenter des liqueurs sucrées entre ces deux points de l'échelle thermométrique; enfin, la présence de l'air, indispensable pour décider la fermentation qui, une fois déterminée, continue et s'achève à l'abri de l'atmosphère. M. Gay-Lussac a démontré la nécessité de l'oxygène en faisant arriver une petite quantité de moût de raisin sous une éprouvette pleine de mercure, et placée sur une cuve remplie de même métal; en raison de la différence de densité, le moût occupe la partie supérieure, dans l'intérieur de l'éprouvette; ce liquide, ainsi abrité, restera sans subir aucune modification; mais si l'on introduit dans l'éprouvette une seule bulle de gaz oxygène, la fermentation se manifestera en très-peu de temps, si la température est suffisamment élevée; bientôt, le vase sous lequel se trouve emprisonné le moût se remplira de gaz acide carbonique qui déplacera le mercure. Ce fait intéressant est encore confirmé par une observation de M. Colin, établissant qu'une décoction de levûre de bière faite à chaud, et qui a perdu ses propriétés fermentescibles pour avoir été refroidie dans un vase hermétiquement fermé, les récupère aussitôt après qu'elle a été exposée au contact de l'air. Les principes azotés des plantes ne sont

pas seuls capables de faire naître la fermentation. M. Colin a reconnu que le blanc d'œuf, la colle de poisson, l'urine, la chair musculaire, possèdent la même propriété, quand ils commencent à éprouver une légère altération, lorsque, en un mot, ils sont arrivés à cet état particulier qui constitue les ferments azotés d'origine végétale (1).

Le peu que je viens d'exposer sur ce phénomène, dont la cause est encore si obscure, suffit cependant pour nous faire comprendre comment les suc végétaux, les moûts sucrés, éprouvent la fermentation vineuse, lorsqu'ils sont placés dans une condition convenable de température. En effet, les suc qui imprègnent la pulpe des fruits ou le tissu végétal, contiennent généralement du sucre et de l'albumine, les deux éléments nécessaires de la fermentation alcoolique. Ainsi la sève de palmier produit du vin, parce qu'elle renferme du sucre et de l'albumine. Le vesou de la canne fermente par les mêmes causes. La chaleur du climat contribue d'une manière surprenante au prompt développement de la faculté fermentescible dans les matières azotées. J'ai eu plusieurs fois l'occasion de remarquer que le vesou, dans les pays très-chauds, entre en pleine fermentation quelques heures seulement après sa sortie du moulin.

Le *vin de canne*, ou *Guarapo*, est d'un usage habituel dans toutes les contrées où l'on cultive la canne ;

(1) Colin, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVIII, p. 28 et 30, 2^e série.

quand il est bien préparé, c'est une boisson très-agréable que l'on consomme à différents états. Le *guarapo dulce* est encore assez sucré : c'est un liquide pétillant, saturé de gaz acide carbonique. Le *guarapo fuerte* est le plus apprécié ; il est fortement alcoolique, légèrement acerbe, souvent un peu acide.

La *chicha* est une boisson fermentée que les Indiens préparent avec le maïs. C'est le vin des Cordillères. A Quito, où l'on suit encore exactement le procédé transmis par la race Quichua, on commence par faire tremper le maïs dans l'eau pendant six à huit heures ; ensuite on le broie sur une pierre et on le fait cuire ; la pâte résultant de cette opération est délayée dans environ quatre fois et demie son volume d'eau. La température étant de 16° à 18°, une fermentation des plus tumultueuses se produit dans toute la masse. Quand cette première effervescence est calmée, ce qui a lieu au bout de vingt-quatre heures, la chicha est potable ; c'est une boisson fortement alcoolique et qu'il faut consommer promptement, car elle s'aigrit très-rapidement, circonstance qui sert d'excuse à ceux qui en boivent avec excès. Dans les villes situées sur les hauts plateaux des Andes, la chicha est l'objet d'une industrie très-étendue ; c'est une liqueur d'un goût vineux très-prononcé, très-appréciée par ceux qui y sont accoutumés ; mais son aspect laiteux, le sédiment qu'elle laisse toujours déposer dans les vases, la rendent peu agréable à la vue. Les Indiens la boivent toujours quand elle est trouble ; et pour l'avoir telle, ils agitent le réservoir qui la contient,

avant d'y puiser. La vérité est que la chicha est à la fois un aliment très-nourrissant et une boisson; on voit des hommes occupés aux plus rudes travaux en faire leur nourriture presque exclusive. Les buveurs prétendent qu'elle inspire l'horreur de l'eau. Je puis ajouter que j'ai vu bien rarement un Indien aisé, un cultivateur du plateau de Bogota, se désaltérer avec de l'eau.

Dans la province du Socorro, à Belez, on confectionne une bouillie de maïs qu'il suffit de délayer dans l'eau pour obtenir de la chicha. Cette bouillie, nommée *masato*, est le maïs cuit et broyé que l'on laisse fermenter en pâte, après y avoir ajouté du sucre. Cette fermentation est très-lente; et quand elle est assez avancée, le *masato*, qui a la consistance et l'apparence du riz cuit, est mis dans des outres pour être exporté; on en fait un commerce assez considérable. L'usage principal du *masato* est, comme je l'ai dit, de donner instantanément de la chicha très-forte, par une simple addition d'eau. Cependant on le prend aussi comme aliment, et il n'est pas rare de voir des personnes complètement ivres après en avoir mangé une ou deux assiettées.

Guaruzo. — On fait avec le riz, un aliment alcoolique qui a une certaine analogie avec le *masato*. C'est le *guaruzo*; on se le procure très-aisément en délayant le riz cuit dans l'eau. La liqueur dans laquelle les grains de riz restent en suspension, fermentent lentement et conserve toujours une saveur sensiblement acide.

Pour comprendre comment la fermentation alcoolique peut se produire dans la préparation de la *chicha* et du *guaruzo*, il faut admettre d'abord qu'un commencement de germination, en se développant dans les grains mis à tremper, transforme pendant leur cuisson une partie de l'amidon en glucose; ensuite on conçoit que l'albumine fasse l'office de ferment.

Cidre et poiré. — Dans les contrées où la vigne n'est pas cultivée, on supplée au vin par le suc fermenté de divers fruits à pulpe sucrée, comme les poires et les pommes.

Des nombreuses variétés de pommes employées à la préparation du cidre, on préfère la pomme amère; c'est du moins celle que nous cultivons. La récolte du fruit se fait à la gaulle. Les pommes sont amoncées dans de grandes cuves placées dans les celliers. On les écrase sous une meule verticale, deux mois après qu'elles ont été cueillies; on laisse macérer la pulpe pendant 10 à 12 heures, afin de lui laisser prendre une couleur jaune qui se communique ensuite au cidre. Cette pulpe est ordinairement exprimée sous le pressoir à vin, et le suc se rend dans un réservoir: le marc est repassé sous la meule; et, pour faciliter la sortie, pour déplacer le suc, on ajoute une certaine quantité d'eau avant de presser. Le suc est ensuite mis dans des tonneaux à larges bondes. Au bout de cinq à six jours, la température du cellier étant de 13° à 14°, la fermentation apparaît et se prolonge pendant environ un mois. C'est alors qu'il convient

du sucre, contient encore de l'albumine, on retrouve, après la réalisation du phénomène, six à huit fois plus de ferment qu'on n'en a mis; c'est-à-dire la presque totalité du ferment primitif, plus celui qui a été produit par les principes azotés, préexistants dans la matière soumise à la fermentation: c'est ce qu'on observe journellement dans la fabrication de la bière.

Pour préparer cette boisson, on commence par faire germer l'orge: nous savons que par la germination, la substance azotée, en se modifiant, réagit sur l'amidon, et le transforme en glucose et en dextrine. On dessèche l'orge germée quand la radicule est très-apparente, au moment où la gemmule est prête à sortir du grain. Le malt, c'est ainsi qu'on nomme l'orge germée après sa dessiccation, est moulu, puis infusé d'abord dans de l'eau chauffée à 60°; et ensuite délayé, brassé avec de l'eau à 90°. On couvre la cuve dans laquelle on a fait le brassage; on laisse reposer pendant quelques heures et l'on soutire. L'infusion est portée dans une chaudière, où elle est clarifiée par la coagulation de l'albumine végétale; c'est dans la même chaudière qu'elle reçoit la décoction de houblon jugée nécessaire pour communiquer à la bière l'odeur et la saveur qui la caractérisent, et aussi pour s'opposer à l'acidification qu'elle pourrait contracter postérieurement à sa fabrication. Au sortir de la chaudière, la liqueur, après avoir parcouru un système de réfrigérant qui ramène sa température à 15° environ, passe dans la cuve à fermenter. Une semblable infusion ou moût est tout à fait analogue au suc des

fruits; elle renferme les éléments nécessaires à la fermentation, du glucose et un principe azoté. En effet, le moût fermente, et il se forme à la surface une écume blanche qui devient de plus en plus abondante, en même temps qu'il se dégage du gaz acide carbonique. On accélère la fermentation, on fait qu'elle se développe au bout de cinq à six heures, en introduisant dans la cuve des écumes provenant d'une opération antérieure. Toutefois, on ne la laisse pas se terminer dans la cuve; on fait arriver la liqueur dans des vases plus petits, dans des barils à larges bondes. Il importe de diviser la masse afin de se rendre maître de l'opération et d'en mieux régler les progrès; l'écume qui déborde par les bondes des tonneaux se rassemble dans un réservoir; une partie surnage la bière qu'elle a entraînée, une autre plus considérable se précipite: ces écumes constituent la levûre. Les brasseurs, après en avoir réservé une certaine quantité pour leurs opérations, la livrent au commerce: on l'emploie surtout pour faire lever les pâtes, c'est-à-dire pour faire fermenter les principes sucrés qui entrent dans la constitution des farines, ou qui s'y développent pendant la panification. En général, le brassage du malt fournit six à huit fois plus de levain qu'on n'en ajoute pour déterminer la fermentation du moût.

La bière renferme toujours de l'acide carbonique, alors même qu'elle ne mousse pas; elle en contient deux à trois pour cent de son volume, et jusqu'à 25 pour 100 quand elle est très-mousseuse.

La bière de Munich jouit d'une grande réputation en Allemagne; elle est composée d'après l'analyse de M. Leo :

Alcool.....	5,00
Extrait.....	13,00
Acide carbonique.....	0,08
Eau.....	81,92
	100,00

La proportion d'alcool est très-variable, comme on peut s'en convaincre par la table suivante.

	Alcool absolu en volume.
Ale d'Angleterre.....	8,3 pour 100.
Ale d'Écosse.....	5,8
Ale commun.....	5,0
Porter.....	4,0
Bière d'Éna.....	3,1

A strasbourg, en brassant :

100 kilog. de malt provenant de 125 kilog. d'orge,
2 — de houblon,

on prépare 2 hectolitres de bière forte.

Cultivé en orge, 1 hectare fournit la matière première de 38 hectolitres de bière forte, en admettant un rendement de 2400 kilogrammes de grain.

L'exemple le plus net qu'on puisse choisir pour donner une idée complète du phénomène de la fermentation vineuse, est celui de la transformation du sucre en alcool et en acide carbonique sous l'influence de la levûre de bière. Pour opérer cette transformation, on dissout cinq parties de sucre dans vingt parties d'eau, puis l'on délaye dans la dissolu-

tion une partie de levûre. Si la température de l'atmosphère ambiant se maintient entre 15° et 30°, on voit apparaître autour des particules de ferment, de nombreuses bulles qui tendent à les entraîner dans leur mouvement ascensionnel; bientôt toute la masse prend par le dégagement gazeux, de plus en plus abondant, un mouvement tumultueux qui continue pendant les dix à douze premières heures; vers cette époque la fermentation devient moins active, le dégagement gazeux diminue graduellement; il cesse entièrement au bout de quelques jours. La liqueur, de louche qu'elle était, devient claire, transparente, aussitôt après que le ferment qu'elle tenait en suspension est déposé.

Si l'on fait fermenter le sucre dans un appareil propre à recueillir le gaz qui se dégage si abondamment, on reconnaît que ce gaz est de l'acide carbonique pur; et en distillant avec les précautions convenables la liqueur fermentée, on en retire de l'alcool. Pour métamorphoser la totalité du sucre en alcool et en acide carbonique, il ne faut qu'une très-petite quantité de levûre, moins d'un centième du poids du sucre si on la suppose sèche.

Si la fermentation vineuse est un phénomène aussi simple dans ses résultats que nous le supposons, s'il est vrai qu'on peut négliger la très-faible quantité de la matière du ferment qui intervient, il faut de toute nécessité que la composition du sucre soit telle, qu'elle puisse se représenter uniquement par de l'alcool et de l'acide carbonique, puisque ce sont là les