

*Sucre d'orge, sucre de pomme.* — On vend dans le commerce, sous les noms de *sucre d'orge*, *sucre de pomme*, du sucre dans lequel depuis longtemps on ne fait plus entrer ni orge ni pomme; ce sucre, nouvellement préparé, est légèrement brun et transparent; après quelques jours de préparation, il *tourne* et devient opaque.

On prépare le sucre d'orge en amenant le sirop au *cassé*, qui est un degré de cuisson supérieur à la plume. On détermine le degré de cette cuisson en plongeant le doigt dans l'eau, le portant ensuite dans le sirop et le remettant tout aussitôt dans l'eau froide; si le sucre a atteint son poids de cuisson, il doit facilement se détacher du doigt, se casser et se briser sous la dent. On le verse alors sur une pierre légèrement huilée, et, lorsqu'il peut être manié avec la main, on le pétrit légèrement pour éviter la cristallisation; on le coupe par morceaux qu'on roule à la main entre des châssis placés sur une pierre, qui conservent aux bâtons des dimensions uniformes.

Le sucre qu'on vend sous le nom de sucre de pomme est préparé avec du sucre plus blanc que celui qui sert à la préparation du sucre d'orge.

*Perfectionnements introduits dans la fabrication du sucre.* — On a proposé d'augmenter considérablement la proportion de chaux employée pour la défécation, afin de former un véritable sucrate de chaux, et de décomposer ensuite le sucrate par l'acide carbonique. Cette méthode préserve le sucre de l'altération et donne un meilleur rendement (MM. Kuhlmann et Rousseau).

On peut retirer le sucre cristallisable des mélasses en se fondant sur l'insolubilité du sucrate de baryte.

On traite les mélasses par le sulfure de baryum ou par la baryte qui produisent un sucrate peu soluble à chaud; ce précipité, lavé, puis décomposé par l'acide sulfurique ou par l'acide carbonique, donne du sucre cristallisable (MM. Dubrunfaut et le Play).

On rend la cristallisation du sucre plus facile en précipitant les substances étrangères qui se trouvent dans les jus ou dans les sirops au moyen du sous-acétate de plomb. L'excès de sel de plomb qui reste dans les liqueurs est isolé par l'acide sulfureux (M. Scoffen). Cette méthode présente l'inconvénient grave d'introduire dans la fabrication du sucre de l'acétate de plomb, qui est vénéneux.

## (\*) GOMMES.

On désigne sous le nom de *gommes*, des substances neutres solubles dans l'eau; qui se gonflent considérablement dans ce liquide, sont insolubles dans l'alcool et l'éther, et toujours incristallisables.

Les gommes produisent toujours de l'acide mucique lorsqu'on les traite par l'acide azotique.

Les gommes peuvent se diviser en trois espèces: l'*arabine*, la *cérasine* et la *bassorine*.

*Arabine.* — Cette espèce de gomme est la plus importante. Séchée à 100 degrés, elle a pour composition  $C^{12}H^{11}O^{11}$ ; lorsqu'on la chauffe à 130 degrés, elle perd 1 équivalent d'eau, devient alors isomérique avec l'amidon, et a pour composition  $C^{12}H^{10}O^{10}$ . Elle se présente en fragments irréguliers, d'une cassure brillante et conchoïde; elle est insipide, inodore, soluble dans l'eau presque en toutes proportions; sa dissolution est visqueuse; elle est insoluble dans l'alcool et l'éther. Sa densité est égale à 1,4. Elle contient ordinairement 2 ou 3 centièmes de principes inorganiques.

La dissolution d'arabine laisse, après son évaporation, un vernis brillant; mise en certaine proportion dans l'encre, elle s'oppose à la précipitation du gallate et du tannate de fer; elle est précipitée de sa dissolution par le sous-acétate de plomb, le sulfate de peroxyde de fer et l'azotate de protoxyde de mercure. Une dissolution concentrée d'arabine se prend en une masse gélatineuse lorsqu'on la broie avec le quart de son poids de borax. Plusieurs sels à réaction alcaline produisent le même phénomène.

Les acides transforment d'abord l'arabine en dextrine et ensuite en glucose.

La gomme arabique est formée d'arabine presque pure.

*Cérasine.* — Cette substance se trouve mêlée à l'arabine, dans la gomme des cerisiers, des amandiers, des pruniers. Elle paraît être en partie insoluble dans l'eau froide, et se transforme en arabine par l'ébullition dans l'eau; elle est isomérique avec l'arabine et ne précipite pas le sulfate de peroxyde de fer.

*Bassorine.* — Ce corps est abondant dans la gomme adragante et s'y trouve toujours mélangé à une certaine quantité d'amidon; il a la propriété de se gonfler considérablement dans l'eau et de former un mucilage. Sa composition peut être représentée par du charbon et de l'eau.

La bassorine se transforme en arabine par l'ébullition dans



l'eau et donne de l'acide mucique quand on la traite par l'acide azotique.

On peut extraire de la graine de lin, des pepins de coing, de la mauve, de la guimauve, de la bourrache, etc., des corps qui, comme la bassorine, forment dans l'eau froide une sorte d'empois : ces *mucilages* ne doivent pas être considérés comme formés de principes immédiats purs ; on peut toujours en retirer de l'amidon et une certaine proportion de l'une des gommés dont nous venons de donner les caractères.

Il a été démontré récemment que la gomme n'est pas comme on l'avait cru un corps neutre : c'est un véritable sel qui résulte de la combinaison de la chaux avec un acide qui a été nommé *acide gummique* (Fremy).

(\*) ACIDE MUCIQUE.  $C^{12}H^{10}O^{14}, 2HO.$

On obtient l'acide mucique en faisant bouillir 1 partie de gomme avec 4 parties d'acide azotique d'une densité de 1,35, étendu du quart de son poids d'eau. La liqueur abandonne, par le refroidissement, des cristaux d'acide mucique. Cet acide a besoin d'être purifié, car il retient toujours du mucate de chaux : on doit le combiner avec la potasse, le précipiter par un acide, et le purifier ensuite par cristallisation.

La gomme n'est pas la seule substance qui puisse produire cet acide, car le sucre de lait et la pectine se transforment aussi en acide mucique sous l'influence de l'acide azotique. La formation de cet acide est presque toujours accompagnée de celle de l'acide oxalique.

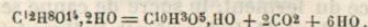
L'acide mucique est blanc, peu soluble dans l'eau froide, soluble dans 6 parties d'eau bouillante et insoluble dans l'alcool. L'acide sulfurique le dissout en se colorant en rouge cramoisi.

Lorsqu'on le fait bouillir dans l'eau, il s'hydrate, éprouve une modification isomérique et se transforme en un acide plus soluble et plus énergique que l'acide mucique ; dans cet état, il forme des sels différents des mucates ; il cristallise en tables à base carrée.

L'acide mucique est un acide bibasique ; quelques mucates cristallisent avec facilité.

(\*) ACIDE PYROMUCIQUE.  $C^{10}H^8O^8, HO.$

Lorsqu'on soumet l'acide mucique à la distillation, il perd de l'eau et de l'acide carbonique, et se change en acide pyromucique :



L'éther pyromucique,  $C^{10}H^8O^8, C^4H^8O$ , peut être obtenu en traitant par le gaz acide chlorhydrique une dissolution alcoolique d'acide pyromucique. Il cristallise en prismes à base rhomboïdale, incolores, transparents, gras au toucher, d'une odeur aromatique. Il fond à 34 degrés, bout à 210 degrés, et distille sans subir la moindre altération. L'équivalent  $C^{10}H^8O^8, C^4H^8O$ , représente 4 volumes de vapeur d'éther pyromucique (M. Malaguti).

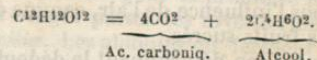
L'éther pyromucique absorbe directement son poids de chlore sans perdre d'hydrogène, et donne l'éther chloro-pyromucique  $C^{10}H^8O^8Cl^4, C^4H^8O$ .

FERMENTATION ALCOOLIQUE.

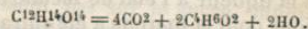
En faisant connaître d'une manière générale les réactifs qui sont employés pour modifier les corps organiques, nous avons traité déjà de l'action des ferments ; nous compléterons ici ces généralités en examinant la fermentation alcoolique.

La fermentation est une modification qui se détermine dans la nature d'un corps sous l'influence d'un principe que l'on nomme ferment, qui agit par sa seule présence, sans rien emprunter ou rien céder au corps qui se décompose. Les conditions indispensables à toute fermentation sont : 1° une température de 10 à 30 degrés ; 2° la présence de l'eau ; 3° le contact de l'air ; 4° la présence du ferment.

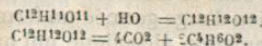
Dans la fermentation alcoolique, la molécule de sucre,  $C^{12}H^{12}O^{12}$ , se dédouble de la manière suivante :



Cette équation s'applique directement à la fermentation des sucres dont la composition est représentée par la formule  $C^{12}H^{12}O^{12}$ . Ces corps éprouvent alors un simple dédoublement. Mais lorsqu'un corps, comme le glucose, a pour formule  $C^{12}H^{14}O^{14}$ , la fermentation détermine la séparation de 2 équivalents d'eau ; la formule suivante représente alors sa fermentation :



Si le sucre a pour formule  $C^{12}H^{11}O^{11}$ , comme le sucre de canne, la levûre de bière détermine d'abord son hydratation, puis sa transformation en alcool :

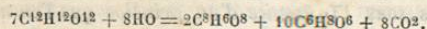




Sous l'influence du ferment, le sucre de canne se transforme d'abord en sucre de fruit (M. Dubrunfaut). Si l'on ajoute, en effet, dans une fermentation qui a commencé déjà depuis quelque temps une quantité d'alcool suffisante pour coaguler le ferment et paralyser son action, on ne trouve plus de sucre de canne dans la liqueur, mais un sucre qui a pour formule  $C^{12}H^{22}O^{12}$  (M. Soubeiran).

Pour constater par une expérience très-simple l'action du ferment sur le sucre, il suffit d'introduire dans un flacon 5 ou 6 parties de sucre, 20 à 25 parties d'eau, d'y ajouter une petite quantité de levûre préalablement délayée dans l'eau, et de maintenir la liqueur à une température de 25 à 30 degrés; bientôt il se manifeste dans le liquide un abondant dégagement d'acide carbonique que l'on peut recueillir dans des éprouvettes. En soumettant ensuite la liqueur à la distillation, on obtient un liquide inflammable qui est de l'alcool.

Dans la fermentation alcoolique, il se produit constamment une petite quantité d'acide succinique et de glycérine, d'après l'équation suivante :



La fermentation de 100 parties de sucre pur donne 3,5 de glycérine et 0,6 à 0,7 d'acide succinique (M. Pasteur).

Le ferment peut agir de trois manières différentes dans le phénomène de la fermentation alcoolique :

1° Le ferment peut ne pas exister dans une liqueur et ne se développer que sous l'influence de l'air, comme dans la fermentation des sucres des fruits sucrés.

2° Le ferment peut, en déterminant le dédoublement du sucre, ne pas se reproduire et même éprouver lui-même une véritable décomposition : c'est le cas d'un mélange de sucre et de levûre de bière. Si l'on examine, en effet, la levûre qui a déterminé la fermentation du sucre, on trouve qu'elle s'est convertie en une substance grisâtre, non azotée, qui a perdu toute action sur le sucre; l'azote de la levûre s'est transformé en ammoniac, qui reste dans la liqueur à l'état de lactate d'ammoniac. Dans les fermentations dont la marche a été entravée, il se forme d'assez grandes quantités d'acide lactique libre.

3° Le ferment peut naître dans une liqueur, exercer son action sur le sucre et en même temps se reproduire. C'est ce phénomène qui se présente dans la fabrication de la bière : lorsqu'on introduit dans l'infusion d'orge germée un ferment artificiel, on détermine une fermentation alcoolique qui produit en même

temps une nouvelle quantité de ferment, à tel point qu'après la fermentation, le ferment, qu'on nomme alors *levûre de bière*, a acquis un poids six ou sept fois plus considérable que celui du ferment introduit directement dans la liqueur.

En ajoutant à une dissolution de sucre une trace de levûre lavée on obtient une fermentation et de plus une abondante production de levûre, pourvu que la liqueur renferme en même temps une matière azotée soluble, un sel ammoniacal, par exemple, et les substances minérales nécessaires au développement de la levûre. Ces substances sont fournies par des cendres de levûre qu'on ajoute au mélange (M. Pasteur).

**Levûre de bière.** — Il existe un grand nombre de substances azotées, telles que la fibrine, l'albumine, la caséine, qui, après avoir été modifiées par l'action de l'air, déterminent la fermentation alcoolique : ainsi la caséine produit facilement la fermentation, et le fromage blanc a pu être employé quelquefois comme ferment (M. Dubrunfaut). Mais, de tous les ferments, le plus actif est la levûre de bière : nous en présenterons ici les principaux caractères, en nous aidant des travaux de MM. Thegard, Colin, Cagniard-Latour, Turpin, Quévenne, sur ce sujet.

La levûre de bière se présente sous la forme d'une bouillie écumeuse, grise, mêlée de grumeaux noirâtres; elle exhale une odeur aigre caractéristique; elle possède une saveur amère et une réaction acide. Elle est composée de globules microscopiques qui ont été décrits pour la première fois par M. Desmazières, qui les a rangés parmi les mycodermes, sous le nom de *Mycoderma cerevisia*. Les globules du ferment sont, en général, ovoïdes; leur diamètre varie de 1/100 à 1/400 de millimètre.

Le ferment, exposé à l'air sous l'influence d'une dissolution sucrée, donne naissance, comme un grand nombre de corps azotés, à un végétal connu sous le nom de *Penicillium glaucum*.

La levûre, purifiée par les lavages, ne contient pas d'amidon et ne se colore pas par l'iode.

Lorsqu'on traite la levûre par l'eau, on obtient des eaux de lavage qui n'agissent pas sur le sucre, tandis que le résidu est encore un ferment énergique. Ainsi le pouvoir fermentescible de la levûre de bière réside exclusivement dans la partie globulaire insoluble, et non dans la partie soluble.

Le ferment, chauffé dans un tube de verre, répand une odeur de pain grillé, dégage des vapeurs ammoniacales, des huiles empyreumatiques et laisse un charbon dur qui contient des substances salines.

Si l'on abandonne le ferment à l'air pendant quelques jours,



il se putréfie, répand une odeur infecte, et dégage de l'ammoniac, de l'hydrogène et de l'hydrogène sulfuré.

Lorsqu'on broie le ferment avec du sucre de canne en poudre, celui-ci devient liquide et se convertit probablement en sucre incristallisable. Le ferment peut se conserver pendant plusieurs années dans du sucre ou dans de la mélasse, sans avoir perdu ses propriétés caractéristiques. On conserve aussi pendant longtemps la levûre de bière en la comprimant fortement; elle devient alors presque sèche et l'on peut l'expédier au loin sans lui faire perdre ses propriétés. Le ferment traité par l'alcool et l'éther cède à ces dissolvants des traces de corps gras, mais il perd alors la propriété de développer la fermentation.

1 partie de levûre fraîche détermine la fermentation complète de 5 parties de sucre. Les proportions d'eau et de sucre qui paraissent les plus convenables pour la fermentation sont : 1 partie de sucre pour 4 ou 5 parties d'eau; 100 parties de sucre qui fermentent ne détruisent que 2 parties de ferment supposé sec (MM. Thenard et Colin). Du reste, il est à remarquer que la proportion de ferment qui détermine une fermentation ne peut jamais être représentée par une équation chimique, ce qui prouve que les ferments ne concourent pas par leurs éléments à la formation des produits de la décomposition.

Plusieurs acides minéraux puissants s'opposent à la fermentation et souvent l'arrêtent complètement. Plusieurs acides organiques, tels que les acides citrique, oxalique, quand ils sont employés en quantité suffisante, arrêtent également la fermentation. L'alcool lui-même, lorsqu'il est dans un certain état de concentration, s'oppose à la fermentation; aussi est-il impossible d'obtenir des liqueurs fermentées contenant au delà de 18 à 25 centièmes de leur volume d'alcool absolu. Lorsque la quantité d'eau n'est pas assez grande, relativement au sucre et au ferment, ces deux derniers corps restent en présence sans agir l'un sur l'autre. De petites quantités d'acide acétique ou tartrique, ajoutées dans une liqueur, paraissent au contraire activer la fermentation. Le tannin est sans action sur la fermentation.

Quelques gouttes d'essence de térébenthine ou de créosote empêchent complètement la fermentation de se développer.

Les alcalis s'opposent à la fermentation; mais, en saturant la liqueur par de l'acide acétique, la fermentation se produit aussitôt (M. Quévenne). La plupart des sels sont sans action sur la fermentation; cependant l'acétate de cuivre, le sulfate de cuivre et le bichlorure de mercure l'arrêtent complètement.

La strychnine, la quinine, l'oxyde de mercure, employés même en faible proportion, peuvent empêcher une fermenta-

tion de se manifester. La plus légère trace d'acide sulfureux ou d'un sulfite suffit pour l'arrêter subitement.

(\*) FERMENTATION VISQUEUSE. — MANNITE.  $C^{12}H^{14}O^{12}$ .

Lorsqu'on met du sucre en contact avec un ferment altéré par l'ébullition, on le transforme en une matière mucilagineuse, insoluble dans l'alcool, précipitable par le sous-acétate de plomb amorphe, et dont la composition peut être représentée par du carbone et de l'eau. Cette substance diffère des gommés en ce qu'elle ne donne pas d'acide mucique quand on la traite par l'acide azotique; le tannin précipite le ferment qui détermine la fermentation visqueuse et s'oppose par conséquent à cette espèce de fermentation. Les vins blancs peuvent éprouver dans quelques cas une sorte de fermentation visqueuse et se *graisent*. Cet accident ne se présente jamais pour les vins rouges, qu'on a laissés un certain temps en contact avec une *rafle* astringente contenant assez de tannin pour précipiter le ferment. Les dissolutions de tannin ont été employées avec succès pour empêcher le graissage des vins blancs (M. François).

Les graines de céréales contiennent une substance soluble dans l'eau, incoagulable par la chaleur, qui doit être considérée comme un ferment visqueux: l'eau de farine et l'eau de riz transforment en deux jours, d'une manière constante, le sucre en un corps visqueux. Cette fermentation s'opère même à l'abri de l'air et ne dégage pas de traces d'hydrogène (M. Favre).

La matière mucilagineuse dont nous venons de parler n'est pas le seul produit de la fermentation visqueuse: elle est ordinairement accompagnée d'une substance blanche et cristallisable, qui a reçu le nom de *mannite*.

On obtient facilement la mannite en traitant par l'alcool de la manne, ou bien des sucs qui ont éprouvé la fermentation visqueuse. Cette substance se dépose de sa dissolution alcoolique en prismes quadrangulaires anhydres, incolores, d'un éclat soyeux, d'une saveur agréable et sucrée; on peut les fondre sans les colorer; l'acide azotique ne les transforme pas en acide mucique et produit des acides oxalique et oxysaccharique.

La mannite est très-soluble dans l'eau et l'alcool; elle donne de la métacétone lorsqu'on la distille avec de la chaux (M. Favre); chauffée avec de la potasse, elle produit du métacétonate de potasse; elle se combine avec la potasse, la chaux et la baryte.

Lorsqu'on traite la mannite par l'acétate de plomb ammoniacal, on peut obtenir un mannitate de plomb, qui a pour for-



mule  $C^{12}H^{10}O^8, 4PbO$ . En faisant agir sur la mannite de l'acide sulfurique, il se forme un acide sulfomannitique, qui a pour composition  $6SO^2, C^{12}H^{14}O^{12}$ .

Comme la glycérine, la mannite peut se combiner avec les acides sous l'influence de la chaleur et de la pression (M. Berthelot). En traitant de la glycérine, nous donnerons les formules qui représentent ces combinaisons.

La mannite, traitée par l'acide azotique fumant, forme un composé cristallisé  $C^{12}H^8(AzO^2)^6O^{12}$ .

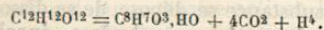
La mannite peut subir la fermentation dans des conditions spéciales. Elle se dédouble en alcool, acide carbonique et hydrogène. Le même fait s'observe pour d'autres corps, analogues à la mannite, qui contiennent un excès d'hydrogène relativement à l'oxygène (glycérine  $C^3H^6O^3$ , sorbine, dulcose, phycite, quercite) (M. Berthelot).

La mannite existe en abondance dans la manne, qui est le suc qu'on extrait du *Fraxinus rotundifolia*, espèce de frêne qui croit dans l'Europe méridionale; la mannite se trouve encore dans plusieurs espèces de champignons. Le jus de betterave, abandonné à lui-même dans une étuve, en fournit de grandes quantités.

(\*) FERMENTATION BUTYRIQUE.

Les substances organiques neutres, telles que l'amidon, la dextrine, les sucres et les gommés, peuvent, sous l'influence des ferments, éprouver une modification particulière et produire l'acide volatil qui existe dans le beurre rance. On a donné à cette fermentation le nom de *fermentation butyrique* (Gélis et Pelouze).

La fermentation butyrique est toujours accompagnée d'un dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène; elle peut être représentée par la formule suivante :



Sucre. Acide butyrique.

Pour opérer la fermentation butyrique, on introduit dans un flacon, qu'on peut laisser ouvert : 1° une dissolution de sucre de fécule marquant 8 à 10 degrés au pèse-sirop de Baumé; 2° une quantité de craie égale à la moitié du sucre employé; on peut opérer à la fois sur 5 ou 6 kilogrammes de sucre; 3° une quantité de caséum ou de gluten représentant à l'état sec 8 à 10 pour 100 du poids du sucre contenu dans la dissolution. Le

caséum peut être employé sous la forme de fromage de Brie, de Marolles, de Géromé, etc. Le sucre se transforme d'abord en une substance visqueuse, puis en acide lactique, et ce n'est qu'en dernier lieu qu'il produit de l'acide butyrique. Une fermentation butyrique exige de six semaines à trois mois pour s'accomplir entièrement. Il reste alors dans la liqueur du butyrate de chaux mêlé à des traces de lactate et d'acétate. On délaye 1 kilogramme de ce mélange dans 3 ou 4 kilogrammes d'eau; on y ajoute 300 ou 400 grammes d'acide chlorhydrique: la liqueur est soumise à la distillation, et l'on recueille environ 1 kilogramme d'un liquide qui est un mélange d'eau, d'acide butyrique et d'une petite quantité d'acides chlorhydrique et acétique.

Ce liquide est mis en contact avec du chlorure de calcium, qui détermine la séparation de l'acide butyrique sous la forme d'un liquide fluide qui vient nager à la surface; on enlève ce liquide avec une pipette, on le distille de nouveau. Les premières parties distillées sont très-aqueuses; mais lorsque la température est arrivée à 164 degrés, le liquide qui passe est de l'acide butyrique presque pur, qu'on achève de rectifier par une dernière distillation (Gélis et Pelouze).

Nous venons de donner les caractères de la fermentation butyrique, mais nous n'examinerons les propriétés de l'acide butyrique qu'en parlant des corps gras et des produits de la saponification du beurre.

M. Pasteur a reconnu que la fermentation butyrique était due à des infusoires qui constituent un ferment butyrique propre.

ALCOOLS.

GÉNÉRALITÉS SUR LES ALCOOLS MONOATOMIQUES.

La substance liquide, inflammable et volatile, qui prend naissance, en même temps que l'acide carbonique, pendant la fermentation du sucre, est connue depuis longtemps sous le nom d'*alcool*. Ce nom a d'abord été appliqué exclusivement à cette substance; mais les progrès récents de la chimie organique ayant fait connaître un certain nombre de composés qui, par leur composition et leurs propriétés générales, présentent la plus grande analogie avec l'alcool, ce mot est devenu générique, et on l'emploie pour désigner un certain nombre de corps qui ont entre eux et avec l'alcool proprement dit de nombreux rapports.