

acides, on pourra, par un calcul simple, déduire des deux lectures faites ainsi la quantité de sucre cristallisable contenue dans le sucre brut.

Le dosage du sucre incristallisable repose sur ce fait que l'oxyde de cuivre CuO , dissous dans une liqueur alcaline, est transformé à la température de l'ébullition en Cu^2O par le sucre incristallisable et n'est pas modifié par le sucre cristallisable. Fehling a donné pour la préparation de la liqueur d'épreuve devant servir à ces essais la méthode suivante : On dissout d'une part 40 grammes de sulfate de cuivre pur dans 160 centimètres cubes d'eau distillée, puis d'autre part 160 grammes de tartrate neutre de potasse et 150 grammes de soude caustique dans 500 grammes d'eau; on mélange les deux solutions et on complète avec de l'eau le volume de $1154^{\text{cc}},4$ de liqueur à 15° de température. Pour faire un essai, on prend 20^{cc} de la liqueur cupropotassique précédente que l'on introduit dans un ballon; d'un autre côté, on remplit une burette graduée jusqu'au zéro avec le sirop dont on veut déterminer le sucre incristallisable, et on le verse goutte à goutte dans la liqueur d'épreuve en faisant bouillir celle-ci jusqu'à ce que la coloration bleue ait disparu. On note alors le nombre de divisions qu'il a fallu employer, et sachant que 20^{cc} de la liqueur de Fehling sont décolorés par $0^{\text{gr}},096$ de glucose, on calcule le poids de ce produit contenu dans le sirop.

L'eau se dose dans les sucres en en maintenant 10 grammes à la température de 100° pendant une heure et demie.

Le dosage des cendres s'effectue en incinérant 4 à 5 grammes de sucre que l'on a humecté avec de l'acide sulfurique pur. Sans l'addition de cet acide, la combustion du sucre serait très-lente; de plus les chlorures alcalins, étant volatils, pourraient être en partie entraînés pendant la calcination. On admet que le poids des cendres que l'on obtient après cette addition d'acide sulfurique est de $\frac{1}{10}$ plus fort que ne le serait le poids des cendres réelles.

Lorsqu'on a déterminé ainsi les différents éléments d'un sucre, on en déduit la valeur commerciale de la manière suivante. D'après M. Péligot, une partie de sel fait perdre au raffinage de 4 à 6 fois son poids de sucre, en moyenne 5. On multiplie donc par 5 le poids des cendres laissées par 100 du sucre à essayer; on ajoute au produit la quantité pour 100 de sucre incristallisable qu'il contient, et on retranche le nombre obtenu de la teneur en sucre cristallisable. C'est là son *titre* commercial.

On doit aux recherches de M. Berthelot la connaissance de plusieurs isomères du sucre de canne, dextrogyres comme lui, mais plus difficilement fermentescibles. Par l'action des acides, ils donnent des composés incristallisables, fermentant facilement, analogues au glucose.

Mélitose. — La manne d'Australie, exsudation produite par diverses espèces d'eucalyptus, traitée par l'eau, lui abandonne ce principe sucré. La liqueur évaporée laisse déposer le mélitose sous forme de très-petites aiguilles, d'une saveur légèrement sucrée.

Le mélitose dévie à droite le plan de polarisation de la lumière d'un angle de 102° . Les acides minéraux très-étendus le transforment à l'ébullition en un mélange de glucose et d'*eucalyne*, isomère du glucose. Sous l'influence de la levûre de bière, il fermente, donne de l'alcool et de l'acide carbonique, mais laisse pour résidu de l'*eucalyne*, infermentescible. Chauffé avec de l'acide azotique étendu de son volume d'eau, il donne de l'acide oxalique et de l'acide mucique.

Tréhalose. — Le tréhalose s'obtient en traitant par l'alcool bouillant la manne d'Orient, connue sous le nom de *tréhala* et produite par une espèce d'échinops; cette matière sucrée cristallise par refroidissement. Le seigle ergoté contient un sucre que l'on a appelé *mycose*, et qui paraît identique au tréhalose.

Le tréhalose cristallise en octaèdres; il a une saveur franchement sucrée. Il est très-soluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool bouillant, mais presque insoluble dans l'alcool froid. Il dévie à droite le plan de polarisation de la lumière d'un angle de 220° . Les acides minéraux étendus le transforment peu à peu à l'ébullition en un sucre fermentescible qui paraît identique au glucose. L'acide azotique ne donne avec lui que de l'acide oxalique.

Mélézitose. — Le mélézitose existe dans la manne de Briançon, qui est une exsudation du mélèze. On traite cette manne par l'alcool bouillant; par refroidissement, le mélézitose cristallise sous forme de petits prismes rhomboïdaux. Son pouvoir rotatoire est de $+94^{\circ},1$. Les acides minéraux étendus le changent à l'ébullition en glucose. Il fermente difficilement au contact de la levûre de bière.

Lactose ou sucre de lait, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{HO}$.

Le lactose existe dans le lait des mammifères; on l'obtient en évaporant le petit-lait, c'est-à-dire le liquide clair qui se sépare quand on a fait cailler le lait par l'addition d'un acide.

Le lactose cristallise en prismes rhomboïdaux droits; sa saveur est faiblement sucrée. Il se dissout dans 6 parties d'eau froide et dans 2 parties d'eau bouillante. Chauffé vers 150°, il perd son eau de cristallisation. Comme le glucose, il réduit la liqueur de Fehling, mais il s'en distingue en ce qu'il est insoluble dans l'alcool, et que, traité par l'acide azotique, il donne de l'acide mucique et de l'acide oxalique.

L'acide sulfurique étendu et bouillant le transforme en deux glucoses isomériques, mais doués de propriétés différentes, auxquels on a donné le nom de *galactoses*. Ces deux composés ne cristallisent pas de la même manière; de plus, l'un donne par oxydation de l'acide mucique et se transforme en dulcité sous l'influence de l'amalgame de sodium, tandis que l'autre, chauffé avec de l'acide azotique, fournit de l'acide oxalique et se change en mannite lorsqu'on fait agir sur lui l'amalgame de sodium (M. G. Boucharlat).

Une solution de lactose abandonnée à elle-même en présence de la caséine ou de certaines autres matières animales et de carbonate de chaux donne de l'acide lactique, puis au bout d'un certain temps de l'acide butyrique. La production d'acide lactique est toujours accompagnée de celle d'une petite quantité d'alcool et d'un dégagement d'acide carbonique. C'est la fermentation lactique qui se produit surtout lorsque le lait s'aigrit spontanément; mais c'est à la fermentation alcoolique du lactose qu'est due la formation des liqueurs alcooliques que les Tartares préparent avec le lait de jument.

Glucose, C¹²H¹²O¹².

Le glucose est abondamment répandu dans l'organisation végétale. C'est lui qui forme cette poussière blanche qui recouvre les pruneaux et les figes sèches; il existe dans le miel en assez forte proportion. On le rencontre dans tous les fruits acides, et notamment dans le raisin, associé au lévulose. Le glucose se trouve aussi dans l'organisation animale; il existe dans l'urine des diabétiques.

Le glucose résulte, ainsi que nous l'avons vu, du dédoublement du sucre de canne et de toute une classe de composés appelés *glucosides*, dont nous parlerons bientôt.

On peut lui donner naissance artificiellement en soumettant à l'action des acides faibles un grand nombre de principes neutres qui se rencontrent dans tous les végétaux, comme la cellulose, l'amidon, la gomme, les saccharoses, etc.

Préparation. — Dans l'industrie, le glucose s'obtient en faisant réagir l'acide sulfurique étendu sur la fécule. On introduit dans

un grand cuvier en bois 6000 litres d'eau et 40 kilogrammes d'acide sulfurique; à la partie inférieure de cette cuve se trouve un serpentín en plomb percé de trous, par lequel on fait arriver un courant de vapeur d'eau provenant d'une chaudière, de façon à porter la température du liquide à 100°. Lorsque ce résultat est atteint, on ajoute peu à peu 2000 kilogrammes de fécule délayés dans leur poids d'eau tiède. Lorsque toute la fécule a été versée dans la cuve, on maintient encore l'ébullition pendant vingt-cinq minutes.

La fécule se transforme d'abord en dextrine, puis en glucose. On reconnaît que la conversion de la fécule en glucose est accomplie, lorsqu'une petite quantité du liquide, après avoir été refroidie, ne se colore plus par l'iode. La saccharification est en général terminée en moins de trois quarts d'heure.

On soutire alors le liquide et l'on y projette par petites portions de la craie, afin de saturer l'acide sulfurique; on laisse reposer jusqu'à ce que le sulfate de chaux soit précipité, puis on filtre sur du noir en grains; enfin on concentre rapidement jusqu'à 32° Baumé. La liqueur abandonne pendant cette évaporation du sulfate de chaux, dont on débarrasse le sirop en le laissant déposer dans des réservoirs.

Le plus souvent, le sirop est concentré jusqu'à 45° Baumé; par le refroidissement, il se prend en une masse blanche amorphe, qui constitue le *sucre d'amidon* du commerce ou *glucose en masse*. Dans cet état, il est comme savonneux et se dissout assez difficilement dans l'eau.

On obtient du glucose plus pur (*glucose granulé*) si, au lieu d'évaporer le sirop à 45°, on arrête l'évaporation lorsque la liqueur marque 20° seulement, puis qu'on la coule dans des tonneaux défoncés d'un côté, et dont l'autre fond est percé de plusieurs trous bouchés avec des faussets. On voit, au bout de quelques jours, des cristaux de glucose prendre naissance dans la liqueur; ces cristaux augmentent, et bientôt on peut enlever successivement les faussets et faire écouler la mélasse. Lorsque l'égouttage est terminé, on enlève les cristaux, on les porte dans un séchoir garni de tablettes de plâtre épaisses, qui absorbent le sirop; un courant d'air à 25° achève la dessiccation.

Le glucose obtenu par cette méthode possède toujours une saveur un peu amère, due à un peu de sulfate de chaux qu'il contient encore. Pour éviter cet inconvénient, on prépare aujourd'hui du glucose en employant seulement une trace d'acide sulfurique et opérant la saccharification sous pression. L'acidité de la liqueur est alors tellement faible, qu'il n'est plus nécessaire de la saturer par la craie; une filtration sur le noir animal suffit pour la faire disparaître.

On peut encore préparer le glucose en faisant agir sur la fécule

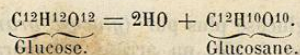
une infusion d'orge germée; la diastase que renferme la graine transforme l'amidon d'abord en dextrine, puis en glucose.

Pour purifier le glucose, on peut le faire cristalliser dans l'alcool.

Propriétés. — Le glucose pur se présente sous forme de petits prismes assemblés en mamelons et mal définis. Il renferme deux équivalents d'eau de cristallisation. Sa saveur est faiblement sucrée. Il faut 2 fois 1/2 plus de glucose que de sucre de canne pour sucrer également la même quantité d'eau.

Le glucose se dissout dans 1 fois 1/3 son poids d'eau à la température ordinaire; mais ses solutions saturées à chaud ne le laissent déposer qu'avec difficulté, et c'est à la longue seulement que les cristaux se forment. Il est très-soluble dans l'alcool, surtout à chaud. Une solution aqueuse de glucose dévie à droite le plan de polarisation de la lumière d'un angle de 57° 6'. Au moment où l'on vient de préparer la solution, le pouvoir rotatoire du glucose est plus considérable; mais après un certain temps ou encore après une ébullition de quelques minutes, on trouve pour la déviation le nombre précédent.

Le glucose fond vers 70°; si on le maintient pendant quelque temps vers 100°, il perd ses deux équivalents d'eau de cristallisation. Si on élève la température jusqu'à 170°, il se transforme en une substance amorphe, non fermentescible, mais régénérant le glucose sous l'influence des acides étendus, à laquelle on a donné le nom de *glucosane* :



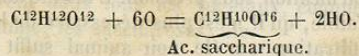
A une température plus élevée, il perd encore les éléments de l'eau et donne des produits bruns, solubles dans l'eau, puis des composés noirs insolubles de nature ulmique.

L'acide sulfurique concentré se combine à la température ordinaire avec le glucose en formant un acide conjugué appelé *acide sulfosaccharique*.

Chauffé avec de l'acide sulfurique étendu et du bioxyde de manganèse, le glucose donne de l'acide formique et de l'acide carbonique.

L'acide chlorhydrique, surtout à chaud, le change en un produit brun analogue à l'acide ulmique.

L'acide azotique étendu le transforme en acide saccharique :



puis en acide oxalique.

Lorsqu'on chauffe vers 120° pendant soixante heures le glucose avec certains acides organiques, comme les acides acétique, butyrique, stéarique, etc., on obtient des produits neutres, formés avec élimination d'eau et qui peuvent être considérés comme des éthers.

Le glucose se combine avec certains oxydes, notamment avec les bases alcalino-terreuses. On peut obtenir ces composés en précipitant par l'alcool les liqueurs que l'on obtient en dissolvant de la chaux ou de la baryte, dans une solution de glucose. Ces produits présentent la composition suivante : $2(C^{12}H^{12}O^{12}), 3MO + 4HO$; ils sont très-altérables et brunissent dès qu'on élève un peu leur température. C'est une propriété caractéristique du glucose de prendre ainsi une coloration brune intense lorsqu'on le chauffe en présence des alcalis. Le sucre de canne n'est pas altéré dans ces conditions. Par suite, cette réaction permet de constater la présence du glucose dans un sucre brut.

Le glucose peut s'unir à certains sels. Avec le sel marin, il forme un composé $2(C^{12}H^{12}O^{12}), NaCl + 2HO$ qui cristallise facilement.

Le glucose, surtout en présence des alcalis, réduit à l'ébullition les sels d'or, d'argent, de mercure et de cuivre. L'emploi de la liqueur de Fehling pour caractériser le glucose et même pour le doser, que nous avons indiqué en parlant de l'essai commercial des sucres (page 462), repose sur cette propriété.

Le glucose est employé dans la fabrication de la bière et surtout pour l'amélioration des vins peu alcooliques.

Lévulose, $C^{12}H^{12}O^{12}$.

Le lévulose se rencontre, associé au glucose, dans la plupart des fruits acides, tels que les raisins, les groseilles, etc. Le *sucre interverti* est un mélange à poids égaux de glucose et de lévulose, et peut servir à préparer ce dernier.

Pour l'obtenir, on dissout à froid 6 grammes de chaux éteinte dans une solution de 10 grammes de sucre interverti dans 100 grammes d'eau. En agitant, la liqueur se trouble par suite de la précipitation du composé que forme le lévulose avec la chaux et qui est insoluble, tandis que la combinaison du glucose avec la chaux est soluble. On sépare ce dernier produit en comprimant le mélange dans une toile, puis on décompose par l'acide oxalique le composé de lévulose et de chaux. La liqueur, évaporée au bain-marie, donne le lévulose sous forme d'un sirop incristallisable, déliquescent, très-soluble dans l'eau et dans l'alcool étendu. Contrairement au glucose, il dévie à gauche le plan de polarisation de la lumière, d'un angle de 106°, à la température de 15°, mais son

pouvoir rotatoire diminue rapidement à mesure que la température augmente.

Les propriétés chimiques du lévulose sont entièrement analogues à celles du glucose.

Glucosides.

À la suite du glucose nous placerons un certain nombre de substances connues sous le nom *glucosides*, présentant ce caractère commun de pouvoir, sous certaines influences, notamment en présence des acides étendus, fixer de l'eau et se dédoubler en glucose et en de nouveaux produits plus simples. M. Berthelot les considère comme des éthers du glucose.

Les principaux glucosides sont :

L'*arbutine*, $C^{24}H^{16}O^{14}$, qu'on retire des feuilles de busserole (*arctostaphylos uva ursi*).

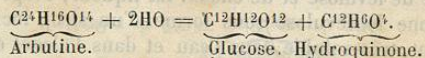
La *salicine*, $C^{26}H^{18}O^{14}$, — de l'écorce du saule.
La *populine*, $C^{40}H^{22}O^{16}$, — des feuilles du tremble.
La *phlorizine*, $C^{42}H^{24}O^{20}$, — de l'écorce des racines du pommier, du poirier, du cerisier.

L'*esculine*, $C^{42}H^{24}O^{26}$, — de l'écorce du marronnier d'Inde.
Le *quercitrin*, $C^{58}H^{30}O^{34}$, — de l'écorce de chêne jaune (*quercus tinctoria*).

On pourrait placer également parmi ces corps les *saccharoses*, l'*amygdaline*, $C^{40}H^{27}AzO^{22}$, que l'on rencontre dans les amandes amères ainsi que dans les amandes d'un grand nombre de fruits à noyaux (voir page 168), le *tannin*, $C^{54}H^{22}O^{34}$, etc. Ces derniers composés ont été étudiés précédemment.

Arbutine, $C^{24}H^{16}O^{14}$. — Ce glucoside s'obtient en épuisant par l'eau bouillante les feuilles de busserole et précipitant par le sous-acétate de plomb les matières étrangères que contient l'infusion. La liqueur filtrée est concentrée, puis abandonnée au refroidissement. L'arbutine se dépose sous forme de petites aiguilles groupées en faisceaux, solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther.

Chauffée avec de l'acide sulfurique très-étendu, ou encore sous l'influence de l'émulsine, l'arbutine donne du glucose et de l'hydroquinone :

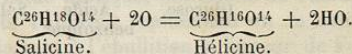


Salicine, $C^{26}H^{18}O^{14}$. — Pour préparer la salicine, on fait une

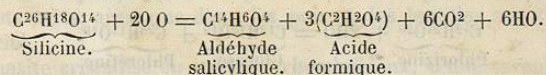
décoction d'écorce de saule (*salix helix*), que l'on débarrasse du tannin et des autres matières étrangères par une addition de litharge; on filtre, on précipite le plomb qui peut être resté dans la solution par quelques gouttes d'acide sulfurique, puis on concentre la liqueur.

La salicine cristallise en fines aiguilles blanches et brillantes, solubles dans l'eau et dans l'alcool, d'une saveur très-amère, fusibles à 120° et décomposables au-dessus de 200°. Elle dévie à droite le plan de polarisation.

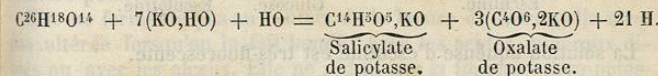
L'acide azotique dilué, maintenu pendant un ou deux jours, à la température ordinaire, avec de la salicine, la transforme en *héli-cine*, principe cristallisable :



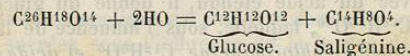
Si l'oxydation est poussée plus loin, si, par exemple, on chauffe la salicine avec un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique étendu, elle donne de l'aldéhyde salicylique, de l'acide formique et de l'acide carbonique :



Sous l'influence de l'hydrate de potasse fondu, la salicine, s'oxyde également, dégage de l'hydrogène, et se change en acide salicylique et acide oxalique :



Sous l'influence de l'émulsine (voir page 168), la salicine, en fixant les éléments de l'eau, donne du glucose et un corps cristallisable, appelé *saligénine* :



Ce même dédoublement se produit lorsqu'on chauffe la salicine avec de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfurique très-dilués; mais, dans ces conditions, une partie de la salicine est déshydratée et se change en un composé résineux, $C^{28}H^{12}O^4$, nommé *salirétine*.