

Des sucres naturels aux édulcorants de synthèse

Charlotte Bruker-Ballu* docteur en pharmacie, **Denis Brançon**** docteur en pharmacie, **Nicole Galand***** ingénieur université, **Claude Viel***** professeur

Summary : *From natural sugars to synthetic sweetenings*

In this presentation, authors give in first an historical evolution of natural sugars from Bible's people to now, of beet sugar particularly, and in a second part they present sweetenings and discuss the advantage of more used of them.

Mots clés : *Sucres, édulcorants, histoire.*

Key-words : *Sugars, sweetenings, history.*

D'aussi loin que l'on remonte, l'homme a toujours consommé des produits sucrés : manne des Hébreux dans la Bible, sève de certains végétaux, fruits et, longtemps avant l'ère chrétienne, le miel était la principale substance sucrante. L'usage en était extrêmement répandu dans l'art culinaire des Grecs et des Romains.

La canne à sucre fut exploitée également dès avant l'ère chrétienne sur les côtes septentrionales du Bengale et, par l'intermédiaire des Perses puis des Grecs, elle fut connue des premières civilisations occidentales. Les Arabes l'introduisirent au VII^e siècle en Égypte, à Chypre, en Afrique du Nord et dans le sud de l'Espagne. A partir du XII^e siècle, le sucre est considéré comme épice et est vendu par les apothicaires devenus aussi épiciers. C'est alors exclusivement un produit médicamenteux et, avec l'huile, la cire et le miel, il constituait l'un des quatre piliers d'une boutique d'apothicaire. C'est un produit fini qu'importe alors l'Europe chrétienne.

Les conquêtes espagnoles et portugaises du XVI^e siècle conduisent à une exploitation intensive de la canne à sucre dans les nouvelles colonies (Canaries, Saint-Domingue, Jamaïque) ; puis, à la fin du XVI^e siècle, les Français et les Hollandais l'introduisent dans leurs possessions de l'océan Indien. Des raffineries se montent dans les grands ports d'Europe (vers 1735, 15 à Bordeaux). Le commerce du sucre échappe peu à peu aux apothicaires.

A la veille de la Révolution, les 80 000 tonnes de sucre que la France importe annuellement proviennent en majeure partie de ses colonies antillaises. Les guerres de la Révolution et de l'Empire, les conflits avec l'Angleterre, provoquèrent l'effondrement de la puissance maritime fran-

çaise et, par voie de conséquence, l'arrêt des apports de canne à sucre. Devant cette pénurie, Napoléon décide alors d'encourager les recherches visant à trouver des sucres de remplacement. Les autorités n'en retiennent que deux : le sucre de raisin, ardemment défendu par Parmentier et Proust, et le sucre de betterave, dont Chaptal reste le plus célèbre propagandiste, qui séduira davantage les entrepreneurs et qui donnera naissance à une des branches les plus prospères de l'industrie agroalimentaire. Signalons que ces travaux sur le sucre de betterave se sont très largement inspirés des expériences de l'Allemand Marggraf sur l'extraction du sucre de végétaux indigènes, dont la betterave, qui furent publiés dans l'indifférence générale en 1747, et d'autre part, que c'est Benjamin Delessert qui, en 1812, a obtenu les premiers pains de sucre à la suite de la mise au point d'un procédé industriel d'extraction du saccharose à partir de la betterave.

La situation redevenue normale, le sucre de canne reprit son premier rang, mais l'émancipation des esclaves, ainsi que l'importance économique de la betterave ont permis à ces deux sucres de coexister sur le marché, le sucre, produit de luxe avant la Révolution, faisant partie intégrante de l'alimentation en 1900.

En ce XX^e siècle finissant, nul besoin d'être nutritionniste pour savoir que les pays industrialisés se caractérisent par un mauvais équilibre alimentaire et par un apport énergétique trop important. Afin de pallier la surconsommation de sucre reconnue nocive pour la santé (diabète, caries dentaires, poids), la recherche s'est orientée vers le développement et la vente d'édulcorants naturels et de synthèse non glucidiques.

Depuis la mise en évidence du pouvoir sucrant de la saccharine en 1879, les chimistes ont découvert, bien souvent par hasard, le goût sucré de substances naturelles ou de synthèse, dont certaines sont devenues des édulcorants commercialisés, comme cela a été le cas pour la saccharine (1894), les cyclamates (1937), l'aspartame (1965), l'isoglucose (1967), l'acésulfame (1971).

Actuellement, le marché des édulcorants est d'une très grande importance économique, les besoins de l'industrie

Communication

* Laboratoires du Dr E. Bouchara, 68, rue Marjolin, BP 67, 92302 Levallois-Perret.

Tél. : 01.45.19.10.70. Fax : 01.47.31.46.08.

** 10, avenue du Général Maunoury, 41000 Blois.

Tél. : 02.54.78.07.72. Fax : 02.54.74.28.88.

*** Faculté de Pharmacie, 31, avenue Monge, 37200 Tours. Tél. : 02.47.36.71.73. Fax : 02.47.36.71.74.

E-mail : viel@univ-tours.fr

alimentaire ne cessant de s'accroître sans pour autant qu'il y ait diminution de la consommation en sucre. Ainsi, les industries sucrières, des laboratoires pharmaceutiques, les producteurs de maïs (pour la fabrication industrielle de l'isoglucose), occupent le marché des substances sucrantes.

Pour être un édulcorant compétitif, un composé doit satisfaire à certains critères, les uns subjectifs comme la nature du goût sucré, l'absence d'arrière-goût, l'influence sur le goût des produits à sucrer, les autres mesurables comme la solubilité, le pouvoir sucrant, la stabilité, le pouvoir calorique. Bien évidemment, pour être commercialisé, un édulcorant doit être dépourvu de toxicité et d'effets indésirables.

Ainsi donc, l'emploi d'un édulcorant répond à trois préoccupations :

- donner une saveur sucrée aux aliments naturels ou de régime : l'édulcorant est un additif alimentaire ou un ingrédient ;
- aider aux traitements de divers troubles nutritionnels : l'édulcorant est une substance pharmaceutique ;
- faciliter ou rendre agréable l'administration d'un médicament : l'édulcorant est un excipient.

Il existe plusieurs classifications des édulcorants basées sur leur emploi, l'intensité de leur pouvoir sucrant, leur origine (naturelle, hémi-synthétique, synthétique).

Classification des édulcorants

Classification selon l'intensité du pouvoir sucrant

Deux catégories d'édulcorants : les édulcorants « volumineux », qui présentent un pouvoir sucrant comparable au saccharose pris comme référence, les autres, qui constituent les édulcorants « intenses ». Les premiers participent au volume des aliments, les autres n'y apportent aucune contribution significative. Parmi les édulcorants « volumineux », il convient de citer le sorbitol, le mannitol, le xylitol, alors que parmi les édulcorants « intenses », on trouve l'aspartame, l'acésulfame, l'acide cyclamique, la glycyrrhizine, la miraculine, la saccharine, le stéviolide, la thaumatine.

Classification selon l'origine et le pouvoir calorigène

Elle comprend trois catégories d'édulcorants :

- édulcorants calorigènes d'origine naturelle [monoses, polyols, dérivés de synthèse (palatinit, lycasins)] ;
- édulcorants non calorigènes d'origine végétale [protéines d'origine végétale (miraculine, monelline, thaumatine), hétérosides (stéviolide, glycyrrhizine, dihydrochalcones)] ;
- édulcorants non calorigènes d'origine synthétique [aminoacides (tryptophane, glycine, aspartame, alitame), divers (saccharine, cyclamates)].

Les *tableaux I et II* rapportent respectivement les caractéristiques et les formules des principaux sucres et édulcorants.

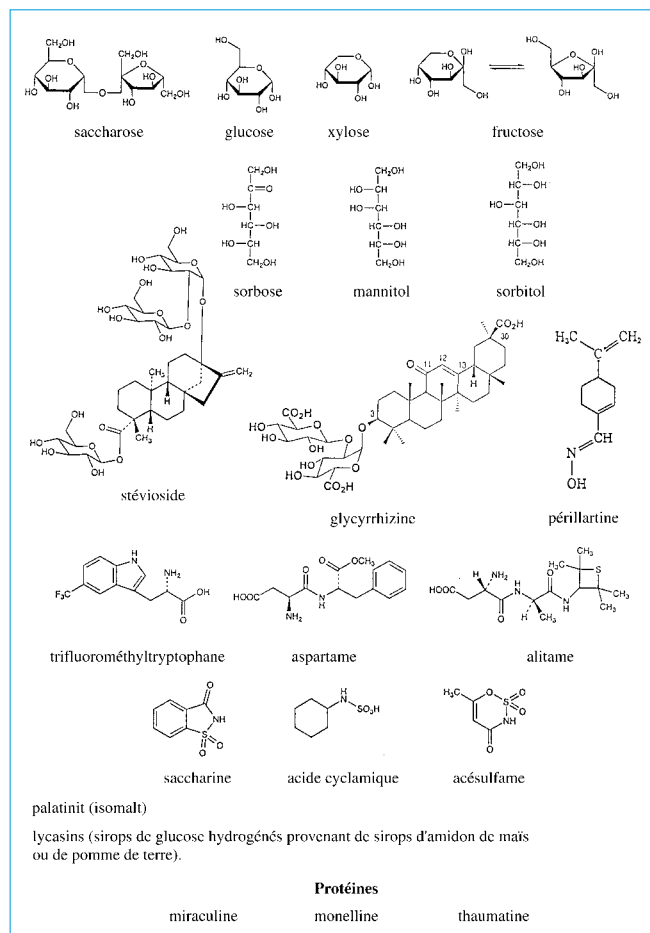
Les substances sucrantes appartenant à de nombreuses familles chimiques, et leurs structures étant très variées, les études de relations structure-activité ont permis de postuler

Tableau I - Principaux édulcorants et leurs caractéristiques.

$$\text{Coût comparé au saccharose} = \frac{\text{Prix du produit au kg/P. S. du produit}}{\text{Prix du saccharose au kg/P. S. du saccharose}}$$

Édulcorants	Pouvoir sucrant (P. S.)	Pouvoir calorique (kcal/g)	Coût comparé au saccharose
Saccharose	1	4	1
Glucose (Dextrose)	0,5	4	5,9
D-Fructose (Lévlucose)	1,25	4	7
Glycyrrhizine	50		8,6
Stéviolide	300		0,6
Néo-hespéridine dihydrochalcone	300 à 2 000		0,7 à 4,8
Thaumatines	2 000 à 3 000		0,47 à 0,7
Monellines	1 500 à 2 000		
Isomalt (Palatinit)	0,5	4	35
Lactitol	0,35 à 0,6	2	23,2
Lycasins	0,75	3,9	12
Mannitol	0,6	4	35
Maltitol et isomaltitol	0,9	2,5	22,2
Sorbitol	0,5 à 0,7	4	12,3 à 17,2
Xylitol	1	4	28,5
Saccharine	300	0	0,08
Aspartame	200	4	2,3
Cyclamate	30	0	0,6
Acésulfame-K	200	0	0,54
Alitame	2 000	4	> 2,3

Tableau II - Formules des principaux édulcorants.



une structure tridimensionnelle commune à ces différentes molécules : triangle comportant à la base un pôle acide et un pôle basique, et au sommet un pôle lipophile à distance déterminée. Ainsi, pour l'aspartame, l'acide aspartique fournit les pôles acide et basique, et le noyau aromatique de la phénylalanine le sommet lipophile.

Quelques données sur les sucres et les principaux édulcorants

Saccharose

- Extrait de la canne à sucre, de la betterave sucrière
- Calorique, calorigène, diabétogène, sucre « rapide »

Fructose

- Fruits, miel, nombreux légumes
- Préparation par hydrolyse de l'amidon de maïs ou du saccharose
- Résorption lente, sucre de l'effort prolongé
- Utilisation chez les diabétiques, ne déclenche pas d'insulino-sécrétion
- Effet secondaire : laxatif
- Pouvoir sucrant 1,5 donc diminution de l'apport glucidique pour un même effet sucrant
- Coût élevé

Isoglucose

- Glucose isomérisé à haute teneur en fructose

Sorbose

- Extrait des baies de sorbier
- Utilisable chez le diabétique
- Pouvoir sucrant 0,8 à 1
- Utilisé dans les chocolats, les chewing-gums (non cariogène), pâtisseries, confitures, glaces, boissons, conserves de fruits

Xylose

- Sucre insulino-indépendant, peut être utilisé chez le diabétique
- Provoque des diarrhées osmotiques
- Faible pouvoir sucrant : 0,4 ; très peu utilisé

Mannitol

- Obtenu par hydrogénation du glucose
- Insulino-indépendant, peut être utilisé chez le diabétique
- Pouvoir sucrant faible : 0,7
- Diurétique, laxatif
- Peu employé

Sorbitol

- Obtenu à partir des baies de sorbier
- Pouvoir sucrant faible : 0,5
- Nombreux emplois en confiserie
- Valeur calorique : 3,9 kcal/g (très proche de celle du saccharose)

Stévioloside

- Isolé à partir des feuilles de *Stevia rebaudiana* (Asteracées). Au Paraguay : *Herba dulce* (Herbe douce)

- 1 kg de feuilles fraîches fournit 12 à 15 g de stévioloside
- Pouvoir sucrant : 300
- Stable à la chaleur. Très utilisé au Japon
- Effet mutagène ?

Glycyrrhizine

- Réglisse (rhizome)
- Pouvoir sucrant : 50
- Effets secondaires importants (hypertension, œdème, hypokaliémie, polyurie...) à dose supérieure à 500 mg /jour.

Périllartine

- Oxime de l'aldéhyde périllique, principal constituant de *Perilla frutescens* (Lamiacées)
- Pouvoir sucrant plus de 2 000 fois celui du saccharose
- Utilisée au Japon. Manque de données toxicologiques

6-Trifluorométhyltryptophane

- Pouvoir sucrant plus de 2 000 fois celui du saccharose
- Ne semble pas employé

Aspartame

- Dipeptide
- Pouvoir sucrant, 180 à 200 fois celui du saccharose, découvert fortuitement (Schlatter, 1964). Apport calorique 4 kcal /g
- Stable, soluble dans l'eau, stable jusqu'à 150 °C (limite 3/4 h de cuisson)
- Très employé. Utilisations nombreuses et très importantes
- Pas d'effet toxique

Alitame

- Dipeptide
- Pouvoir sucrant 2 000 fois celui du saccharose
- Concurrent de l'aspartame
- Très employé

Saccharine

- Le plus ancien édulcorant (Falberg, 1879).
- Commercialisé en Allemagne en 1894
- Pouvoir sucrant 350 fois celui du saccharose
- Pouvoir calorique 0
- Polémique sur son innocuité mais selon le « National Cancer Institute » le risque de cancer de la vessie ne serait pas augmenté avec la prise de cet édulcorant
- Utilisé dans les boissons

Acide cyclamique et sels, dont l'acésulfame de potassium

- Pouvoir sucrant 30 fois celui du saccharose
- Acésulfame de potassium : pouvoir sucrant 2 000 fois celui du saccharose
- Beaucoup plus stable à la chaleur que l'aspartame
- Pas de toxicité relevée

Palatinit = Isomalt

- Mélange équimoléculaire de disaccharides-alcools
- Stable à la chaleur
- Pouvoir sucrant : 0,45
- Pouvoir calorique inférieur à celui du saccharose

Lycasins

- Sirops de glucose hydrogénés provenant de sirops d'amidon de maïs ou de pomme de terre
- Pouvoir sucrant : 0,75

- Donnent une bonne plasticité aux chewing-gums
- Non utilisables pour les boissons par manque de saveur

Miraculine

- Glycoprotéine isolée d'une Sapotacée d'Afrique équatoriale
 - « Fruit miracle » qui transforme le goût acide en goût sucré
- Commercialisée en Suède et aux États-Unis, cette commercialisation fut rapidement abandonnée, par suite d'une confusion possible par les enfants avec des produits ménagers

Monelline

- Extraite des baies d'une Ménispermacée (*Dioscoreophyllum cumminsii*) « baie de la bonne surprise »
- 1 kg de fruit fournit 10 à 15 g de monelline, soit 1 à 2 g de monelline pure
- C'est une protéine de 2 sous-unités de 44 et 50 acides aminés. Chaque chaîne prise séparément n'a aucun pouvoir sucrant
- Configuration spatiale importante
- Pouvoir sucrant 1 500 à 2 000 fois celui du saccharose
- Perd son pouvoir sucrant en partie à 75 °C ; est totalement détruite si elle est maintenue 15 min à 100 °C, ce qui limite beaucoup son développement

Thaumatococine

- Extraite du fruit d'une Marantacée africaine (*Thaumatococcus daniellii*)
- 3 protéines extraites : thaumatococines O, I, II
- Composition en acides aminés peu différente d'une protéine à l'autre (différent surtout par leur charge ionique)
- Mélange commercialisé : Talin®
- Pouvoir sucrant phénoménal : 1 400 fois celui du sucre pour un soluté à 15 % ; 2200 fois pour un soluté à 10 %

- Toxicité faible
- La perception du goût sucré peut dépasser 10 à 12 min, associée à une perception retardée. Pour pallier cette rémanence, association au saccharose, fructose, saccharine
- Utilisable chez le diabétique
- Utilisations (chewing-gums, formulations pharmaceutiques)

En conclusion, on peut dire que si le sucre a encore de beaux jours devant lui, les édulcorants prennent une part de plus en plus importante dans l'alimentation mondiale, ce qui justifie la poursuite des recherches intensives dans ce domaine.

Références

- Brançon D., *Chimistes et pharmaciens français face aux pénuries de sucre sous le premier Empire*, diplôme d'État de docteur en pharmacie, Tours, **1985**.
- Brançon D., Viel C., L'approvisionnement en sucre sous le Blocus continental - II - Jean-Antoine Chaptal et le sucre de betterave, *L'Actualité Chimique*, **1997**, 7, p. 34-38.
- Brançon D., Viel C., Le sucre de betterave et l'essor de son industrie, des premiers travaux jusqu'à la fin de la guerre de 1914-1918 ; *Rev. Hist. Pharm.*, **1999**, 47, p. 235-246.
- Bruker C., *Relations structure-activité des édulcorants non glucidiques*, diplôme d'État de docteur en pharmacie, Paris XI-Châtenay, **1992**.
- Fournier J., L'approvisionnement en sucre sous le Blocus continental - I - Louis-Joseph Proust et le sucre de raisin, *L'Actualité Chimique*, **1997**, 6, p. 31-37.
- Fournier J., Essais de fabrication du sucre de raisin sous le premier Empire ; *Rev. Hist. Pharm.*, **1999**, 47, p. 227-234.
- Plouvier L., L'introduction du sucre en pharmacie, *Rev. Hist. Pharm.*, **1999**, 47, p. 199-216.
- Viel C., A propos de la fabrication du sucre de raisin sous l'Empire, *Rev. Hist. Pharm.*, **1988**, 35, p. 59-62.

