

Philippe Reiser

# Avec ou sans sucre ?

**90**  
clés pour  
comprendre  
le sucre

éditions  
**Quæ**



## **Avec ou sans sucre ?**

90 clés pour comprendre le sucre

## Dans la même collection

### ***Faut-il sentir bon pour séduire ?***

120 clés pour comprendre les odeurs  
Roland Salesse, 2015, 200 p.

### ***L'énergie, moteur du progrès ?***

120 clés pour comprendre les énergies  
Paul Mathis, 2014, 176 p.

### ***Où se cache la biodiversité en ville ?***

90 clés pour comprendre la nature en ville  
Philippe Clergeau, Nathalie Machon, 2014, 168 p.

### ***Les serpents ont-ils peur des crocodiles ?***

120 clés pour comprendre les reptiles  
Luc et Muriel Chazel, 2014, 184 p.

### ***Les eaux souterraines sont-elles éternelles ?***

90 clés pour comprendre les eaux souterraines  
Jean Margat, Thierry Ruf, 2014, 152 p.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex, France

© Éditions Quæ, 2015

ISBN : 978-2-7592-2255-1

ISSN : 2261-3188

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6<sup>e</sup>.

Philippe Reiser

**Avec  
ou sans  
sucre**

**?**

**90**  
clés pour  
comprendre  
le sucre

Éditions Quæ



# Table des matières



Avant-propos	7
<b>Questions d'actualité</b>	9
<b>Alimentation et santé : le rôle du sucre</b>	35
<b>Une histoire de sucre</b>	67
<b>Produire à partir des plantes</b>	95
<b>La saveur sucrée, entre sucres et édulcorants</b>	117
<b>Du sucre dans la nature</b>	151
Glossaire	164
Bibliographie de référence	169
90 clés pour comprendre le sucre	171
Crédits iconographiques	175





## Avant-propos

Avec ou sans sucre ? C'est une question somme toute banale, que l'on pose encore à nos hôtes, au domicile ou près de la machine à café. Aujourd'hui, compte-tenu du déferlement médiatique sur le sucre, l'alimentation et la santé, la question pourrait aussi se voir comme deux visions du monde antagoniques, proposant un choix forcé entre l'encouragement à une frénésie consommatoire et la tyrannie bienveillante de l'ascèse.

La réalité de nos consommations montre heureusement que nos arbitrages alimentaires ne sont pas si binaires ; ils évoluent pour le sucré comme pour les autres saveurs avec l'âge ou nos expériences gustatives, et varient fortement sous l'influence de notre environnement familial, social ou culturel.

Il n'en reste pas moins que le sucre est emblématique de la saveur sucrée et porte, de ce fait, les valeurs symboliques, positives ou non, associées à cette sensation. Tout à la fois essence et substance, le sucre « est » la saveur de l'enfance, celle qui réconforte, mais c'est aussi le carburant du cerveau ou une source potentielle de calories en excès.

Sans viser à l'exhaustivité, cet ouvrage propose d'aborder des questions fréquemment posées sur le sucre, les sucres ou les édulcorants, revisitant au passage quelques idées reçues (ou fausses évidences) en s'appuyant sur l'actualité technique et scientifique. C'est aussi l'occasion de brosser à grands traits l'histoire séculaire de cette matière première d'origine agricole, longtemps issue de la seule canne à sucre puis de la betterave. Enfin, les recherches les plus récentes sur la perception du goût sucré sont analysées, afin d'apprécier la complexité des mécanismes qui sont à l'origine de nos préférences et de nos comportements alimentaires.

Bonne lecture !



# Questions

## d'actualité



### 1 Du sucre ou des sucres ?

Extrait de la canne ou de la betterave, le sucre\* ou saccharose\* nous est familier car il est présent dans un grand nombre d'aliments, non seulement pour la saveur sucrée qu'il apporte mais aussi pour ses propriétés de texture, de conservation, de couleur. Et cela à des teneurs s'échelonnant sur une gamme très étendue : de 1 % dans certaines sauces à plus de 90 % dans les bonbons.

À la différence d'autres glucides\* à saveur sucrée, il est utilisé fréquemment en cuisine comme « sucre de bouche ». Chacun d'entre nous possède donc une image sensorielle précise du sucre, ce qui en fait la référence pour évaluer la qualité et l'intensité des autres produits sucrants.

De quoi parle-t-on quand on évoque une saveur sucrée ? Étymologiquement, le terme « glucides » provient du grec *glukos* qui signifie « doux ». Toutefois, les grosses molécules de glucides comme l'amidon\* ne procurent aucune saveur sucrée.

\* Mots définis dans le glossaire, p. 164 et suiv.

## Glucides ou hydrates de carbone ?

La famille des glucides regroupe des composés organiques de structure et de dimension très variées. Composés d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, les glucides répondent à la formule brute empirique  $C_n(H_2O)_n$  et sont parfois pour cette raison appelés *hydrates de carbone*. Cette dénomination est aussi la traduction littérale du terme anglais « *carbohydrate* ».

Mais elle est trompeuse à plus d'un titre ; elle regroupe en effet des composés qui ne sont pas des glucides (l'acide acétique par exemple) et ne reflète pas la réalité structurale de la molécule glucidique (il n'y a pas d'eau,  $H_2O$ , isolée au sein de la molécule de sucre).

Seules les molécules de petite dimension sont capables de se loger dans les cavités réceptrices des cellules sensorielles de nos papilles gustatives\* (voir question 67). Il s'agit des sucres ou glucides simples.

L'unité de base des glucides est le plus souvent du glucose ou bien du fructose, plus rarement du galactose\* ; ce sont les oses\* des biochimistes. La nature peut associer ces unités deux à deux pour donner de nouvelles molécules, telles que le saccharose de la betterave ou du raisin (constitué de glucose et de fructose) ou le lactose\* du lait (un glucose avec un galactose) ; on les nomme alors diholosides.

Le niveau de complexité peut augmenter et donner naissance à des enchaînements de dizaines d'unités fructose (inuline\*) voire plusieurs milliers d'unités glucose, à l'exemple de l'amidon des féculents. Inuline ou amidon sont des glucides complexes, classés en biochimie sous le terme de polyosides.

En dehors de cette classification selon la taille de la molécule, la réglementation distingue deux sortes de produits sucrants : d'une part les sucres, considérés comme des ingrédients alimentaires, et d'autre part les édulcorants\*, qui ne sont pas nécessairement des glucides. Ils sont apparus plus récemment et classés dans la catégorie des additifs alimentaires (voir question 64). La directive européenne répondant au doux nom de « 2001/11/CE » désigne sous le terme « sucres » les principaux

**Saccharose,  
glucose, fructose  
et lactose sont les  
principaux sucres  
des aliments**



glucides à saveur sucrée utilisés comme ingrédients dans l'alimentation : le glucose\* appelé aussi dextrose\*, le fructose\*, le saccharose ou sucre. Sont inclus également dans la catégorie des sucres alimentaires les sirops de glucose\* obtenus par hydrolyse de l'amidon, les sirops d'inuline issus de l'hydrolyse de l'inuline de chicorée, le sucre inverti\* (hydrolyse du saccharose).

Réglementairement, le terme « sucre » (au singulier) désigne exclusivement le saccharose, obtenu par extraction à partir de la canne ou de la betterave à sucre. Cette définition réglementaire n'inclut donc ni le lactose, ni le miel ou le sirop d'érable, qui sont pourtant bien des sucres ou des mélanges de sucres au sens biochimique.

## 2 Les Français consomment-ils beaucoup de sucre ?

Les ventes de sucre en France sont stables depuis maintenant plus de 40 ans, avec aujourd'hui 33 kg/an/habitant. Il est vrai que l'on est passé de 5 kg/an/habitant au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle à près de 35 kg dans les années 1970. Certains voient dans cette « explosion » des ventes depuis le Second Empire une preuve évidente de la responsabilité du sucre dans nos maladies de civilisation. Par un raisonnement tout aussi simpliste, pourquoi ne pas corrélér positivement la consommation de sucre et l'espérance de vie, laquelle était de 43 ans à peine en 1850 ?

Plus sérieusement, d'où vient cette valeur d'une trentaine de kilos par personne et par an ? Il s'agit de ventes de sucre, c'est-à-dire d'une estimation par le marché, qui reflète une disponibilité du sucre plus qu'une consommation effective. Les ventes de sucre prennent ainsi en compte toutes les utilisations du sucre : au domicile bien sûr, mais aussi par le pâtissier produisant une meringue ou par l'industriel transformant les fruits en confitures. Elles incluent également le sucre transformé en alcool par le vigneron, qui « chaptalise » son vin, ou le sucre employé par le biochimiste pour produire des levures de boulangerie (voir question 8).

Depuis les années 1970, les ventes de sucre par an et par habitant n'ont pas varié. En revanche, on a observé une modification importante dans les usages. L'utilisation directe par les ménages, pour sucrer son café, faire des confitures ou un gâteau, a nettement baissé, passant de 60 % à moins de 20 %

20 à 25 kg  
de sucre : c'est ce  
que consomment les  
Français en moyenne  
chaque année



du sucre mis sur le marché. Et ceci en faveur de l'utilisation « indirecte » du sucre (métiers de bouche, industrie alimentaire, restauration hors-foyer, pharmacie, etc.).

Ces ventes sont donc une estimation par excès de ce que nous consommons réellement en sucre. Pour plus de précision, on utilise les données des enquêtes de consommation réalisées par l'Anses<sup>1</sup> ou par le Crédoc<sup>2</sup>. Évaluées auprès d'un échantillon représentatif de la population française, les quantités d'aliments relevées sont croisées avec des tables de composition nutritionnelle, pour aboutir à des apports individuels en énergie et en nutriments\*, dont les sucres. En France, la consommation des sucres (naturellement présents et ajoutés) est de l'ordre de 105 g/jour en moyenne chez les enfants et adolescents et un peu moins de 100 g/jour chez les adultes, avec de faibles variations sur une période de 10 ans.

En retirant de ce total les sucres naturellement apportés par le lait et les fruits et légumes, on peut estimer que la consommation de sucre (saccharose) des Français est de l'ordre de 20 à 25 kg par an et par habitant, sous forme de sucre de bouche et de sucre incorporé par les industries alimentaires. Pourquoi un tel écart entre les ventes et la consommation de sucre ? Pour le sucre comme pour la plupart des produits

1. Enquête Individuelle nationale des consommations alimentaires (INCA) réalisée par l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses).

2. Enquête Comportements et consommations alimentaires en France (CCAF) menée par le Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie (Crédoc).

alimentaires, l'écart s'explique principalement par des produits non consommés et gaspillés. Soit pendant le circuit de fabrication et de distribution (par exemple un pot de confiture cassé au supermarché, une tarte aux fruits invendue chez le pâtissier), soit à domicile (une crème-dessert périmée ou un reste de limonade dégazée qui finit dans l'évier).

### 3 Quel pays est le champion de la consommation de sucre ?

Nous avons vu qu'il est difficile de connaître avec précision ce que l'on consomme en sucre (voir question 2). Les comparaisons entre pays se font donc à partir des données de production ou d'utilisation, reflétant plus une disponibilité qu'une consommation effective.

Selon l'Organisation internationale du sucre, les cinq pays ou fédérations utilisant les plus gros volumes de sucre en 2011-2012 sont : l'Inde (22 millions de tonnes), l'Union européenne à 27 (19 Mt), la Chine (15 Mt), le Brésil (13 Mt), les États-Unis (10 Mt). Viennent ensuite la Russie, l'Indonésie, le Pakistan, le Mexique, l'Égypte. Ces 10 pays ou fédérations utilisent près des deux-tiers des volumes de sucre mis sur le marché.

Les données officielles de la FAO (Food & Agriculture Organisation) permettent d'établir un autre classement, en

C'est dans son traité de chimie organique que Marcelin Berthelot, grand chimiste et homme politique français, propose en 1860 le terme « saccharose » pour désigner spécifiquement le sucre de canne. Il s'appuie sur le latin *saccharum*, qui désigne aussi le nom de genre de la canne à sucre, *Saccharum officinarum*. Mais comment s'est formée cette racine latine ?

Le terme proviendrait du sanskrit classique *sarkara*, qui signifie « gravier » ou « sable ». C'est probablement le terme utilisé par les érudits de l'Inde ancienne pour désigner les grains de sucre issus de la canne ou du palmier à sucre. Il a donné à travers le prakrit (langue dérivée du sanskrit) le mot *sakkara*, d'où viennent directement le grec *sakkaron* et le latin *saccharum*. Il demeure des zones d'ombre : les lexicologues restent divisés sur le *sakiru* de Mésopotamie et le *sheker* de l'ancienne Égypte, qui pourraient avoir désigné la sève sucrée des roseaux aussi bien que le jus sucré de canne. Il est clair, en revanche, que le mot *sakkara* a formé en persan et en arabe *al-sukkar*, qui a ensuite nommé le sucre dans différentes langues européennes : *zucchero* en italien, *Zucker* en allemand, *sugar* en anglais, *azúcar* en espagnol, etc.

Le sucre dans toutes les langues

divisant les volumes de sucre utilisés par le nombre d'habitants. Le tiercé de tête des pays consommant plus de 50 kg de sucre par an et par personne sont : Trinidad et Tobago, la Confédération helvétique et la Nouvelle-Zélande.

Ces ventes annuelles en milliers ou millions de tonnes ramenées en kg de sucre par habitant et par an masquent en fait des réalités très différentes. Généralement, les pays produisant ou raffinant du sucre (voir question 58) affichent des volumes de ventes importants, qui reflètent une activité commerciale intense souvent tournée vers l'exportation.

Par conséquent, les ventes d'un pays ne sont pas le reflet des consommations par ses habitants. Autre biais, le sucre utilisé pour fabriquer par exemple le fameux chocolat suisse, contribue sans doute aux volumes de ventes élevés dans ce pays. Mais le chiffre ne dit rien sur la consommation effective, qui se fait probablement plus *via* les touristes et l'exportation que par les Helvètes eux-mêmes !

#### 4 Quels sont les sucres les plus consommés dans le monde ?

Avec plus de 75 % de parts de marché à l'échelle mondiale, le sucre extrait de la canne est de loin le plus consommé, devançant largement le sucre de betterave. Bien entendu, la situation varie selon la zone géographique ; en France, nous consommons très majoritairement du sucre extrait de la betterave (près de 95 %), avec un peu de sucre de canne venant de nos départements ultramarins. Bon an, mal an, la consommation mondiale de sucre de canne et de betterave est de 170 millions de tonnes, augmentant à un rythme inférieur à celui de la population.

À noter qu'il s'agit là de sucre extrait dans des sucreries, par cristallisation puis centrifugation. Dans quelques pays d'Asie (Inde, Bangladesh, Pakistan, Myanmar) et de nombreux pays d'Amérique latine, les sucreries de grande capacité coexistent avec des unités encore artisanales. Dans ces dernières, le sucre de canne est obtenu par cuisson des jus à feu nu. Ce sucre non centrifugé possède diverses appellations suivant les pays (voir question 54) ; il est localement une source importante de sucre et d'emplois, et peut représenter dans les pays producteurs près d'un quart du sucre de canne consommé.

Les sirops de glucose sont des sucres issus de l'amidon de blé ou de maïs, moins connus du grand public car disponibles

uniquement pour un usage industriel. Ils sont utilisés en complément du sucre de canne et de betterave dans les produits sucrés, pour apporter par exemple de l'onctuosité aux glaces ou pour empêcher le sucre d'un bonbon de recristalliser. Globalement, ils contribuent à près de 10 à 15 % des sucres ajoutés à l'alimentation, un peu plus aux États-Unis où ils sont aussi



utilisés en remplacement du sucre dans les boissons rafraîchissantes (il s'agit alors des HFCS pour *High fructose corn syrup* ou sirops de glucose riches en fructose). En tout, plus de 25 millions de tonnes de sirops de glucose sont consommés annuellement dans le monde.

Le sucre est remplacé par les sirops de fructose-glucose dans les boissons nord-américaines

Et le miel dans tout ça ? Avec seulement 1,5 million de tonnes par an au niveau mondial, le plus ancien de nos sucres ajoutés à l'alimentation n'est pas le plus consommé. Les Européens en sont néanmoins les premiers consommateurs mondiaux (environ 0,6 kg/an/habitant), principalement à travers des produits incorporant du miel : biscuits, nougats, céréales du petit-déjeuner et autres pains d'épices.

## 5 Le sucre roux est-il meilleur pour la santé ?

« Le sucre de canne est plus naturel que celui de betterave », « le sucre roux est meilleur pour la santé que le blanc » sont des affirmations très fréquentes, mais sont-elles justes ?

Contrairement à une idée largement répandue, il n'existe aucune différence chimique, ni même physique, entre le saccharose issu de la canne ou de la betterave. C'est le même sucre (saccharose) qui se trouve dans les deux plantes et les procédés d'extraction analogues donnent du sucre cristallisé. Dans une sucrerie de canne, le sucre obtenu est cependant assez coloré, allant de jaune à brun. Cela tient à la présence naturelle de précurseurs de coloration dans la canne (des flavonoïdes), qui réagissent aux températures élevées de

## Exemples de teneurs moyennes en minéraux dans le sucre blanc et le sucre roux (d'après les tables Anses-Ciqual 2012).

	Sucre blanc	Sucre roux
Teneur en saccharose (g/100 g)	> 99,7 %	92 à 99 %
Teneur totale en minéraux (mg/100 g)	< 25	< 500
Sodium (mg/100 g)	2	41
Magnésium (mg/100 g)	< 3	18
Phosphore (mg/100 g)	0	3
Potassium (mg/100 g)	13	226
Calcium (mg/100 g)	4	134
Manganèse (mg/100 g)	< 0,01	0,06
Fer (mg/100 g)	0,07	1,9
Sélénium (µg/100 g)	0,3	1,1
Iode (µg/100 g)	0,3	0,3

l'évaporation. Ce sucre roux ou brut est parfois commercialisé en l'état et prend le nom de *cassonade\**, aux notes aromatiques rappelant le rhum ou la vanille. Le plus souvent, il est ache-miné dans une raffinerie, qui après refonte et élimination des matières colorantes, délivre un sucre blanc.

Avec la betterave, le sucre cristallisé est directe-ment blanc. C'est en le cuisant une seconde sinon une troisième fois qu'il est possible d'obtenir un sucre blond ou brun, connu et consommé traditionnellement dans le Nord de la France sous le nom de *vergeoise\**, avec des arômes typiques de caramel. Alors que le sucre blanc est constitué à 100 % de saccharose ou presque, les sucres roux ou bruts renferment entre 85 et 99 % de saccharose, les autres consti-tuants sont essentiellement de l'eau résiduelle, un peu de minéraux,

Le sucre blanc est issu de la betterave, le sucre roux vient de la canne à sucre



des matières colorantes et des arômes formés pendant la cuisson, apportant des goûts spécifiques.

Blanc ou roux, origine canne ou betterave, il n'existe donc pas un sucre plus « naturel » que l'autre. Même constat au plan nutritionnel : la teneur totale en minéraux des sucres bruts est certes 20 fois supérieure à celle des sucres blancs, mais elle demeure tout de même faible (moins de 0,5 g pour 100 g de sucre). Il faudrait consommer plusieurs kilos de sucre brut pour atteindre les apports journaliers recommandés en magnésium ou en sélénium... Une seule certitude : le choix du sucre blanc ou roux est avant tout une affaire de goût.

## 6 Le sucre est-il un bon conservateur ?

Sucre contre moisissures : victoire du sucre par KO. L'affinité remarquable du saccharose pour l'eau est utilisée depuis des siècles pour conserver nos fruits sous forme de confitures, de gelées ou de fruits confits... À partir d'une certaine concentration, le sucre « mobilise » en effet tellement de molécules d'eau qu'il n'en reste plus suffisamment pour la croissance des levures ou des moisissures.

Cette disponibilité de l'eau dans l'aliment est estimée par l'activité de l'eau (*activity of water* ou  $a_w$ ), paramètre fonction du nombre de molécules d'eau et de molécules de soluté en présence (ici le sucre). Le sucre est ainsi connu des technologues comme un bon agent dépressur de l' $a_w$ . En dehors de limiter le développement des microorganismes, l'intérêt de baisser l' $a_w$  d'un produit est de freiner fortement les réactions de brunissement, d'oxydation, de dégradation enzymatique. Ce qui augmente la durée de vie de l'aliment.

Autre effet bénéfique, le sucre — en captant l'eau — va favoriser le rapprochement des molécules de pectines présentes dans les fruits ; des « zones de jonction » font alors tenir la confiture, le gel est formé. Le saccharose demeure donc l'ingrédient de prédilection pour les confitures, mais il en faut beaucoup pour assurer une longue conservation à température ambiante. Selon les fruits et leur maturité, on utilise souvent un rapport fruit/sucre de 60/40 voire 50/50. Ce qui explique que certaines confitures allégées en sucre, plus liquides, résistent moins bien et doivent être conservées au réfrigérateur après ouverture.

À noter que cette action du sucre et aussi du miel est même à l'origine d'essais cliniques concluants pour guérir des plaies surinfectées, peu coûteux et très utiles lorsque les antibiotiques

Le sucre piège l'eau des confitures qui peuvent alors se conserver à température ambiante



ne sont pas supportés par le patient. Une étude menée au Togo en 1995 sur 119 patients (plaies infectées, gangrènes, ulcères de jambe, abcès, ostéites, etc.) a montré que le sucre appliqué sur les plaies donnait au bout de 75 jours environ 95 % de bons résultats, 75 cas de guérison et 39 résultats satisfaisants ! L'Institut de léproserie de Dakar confirme également l'intérêt de pansements de sucre cristallisé pour guérir des infections osseuses.

Anecdotique mais étonnant quand même, le sucre est aussi un conservateur pour... les musées. Il est utilisé pour préserver la structure d'objets en bois ayant longtemps séjourné dans un sol humide ou au fond de l'eau. C'est le cas notamment d'une pirogue de 10 mètres de long datant de l'âge de fer (300 avant J.-C.) et retrouvée au fond du port de Poole, dans le sud de l'Angleterre. Une fois à l'air libre, la structure gorgée d'eau risquait de s'effondrer. La solution trouvée au milieu des années 2000 fut alors une immersion du bateau pendant 5 ans dans une solution de sucre, concentrée et renouvelée. Pas moins de 10 tonnes de sucre utilisées au total ! Une fois le bateau mis à l'air libre, le séchage a entraîné une cristallisation du sucre, qui avait progressivement pénétré les fibres de cellulose endommagées. La structure

globale a ainsi été stabilisée et ce bateau est désormais la star du musée de Poole.

## 7 À quoi ressemble une molécule de sucre ?

Utilisant l'énergie du soleil, les plantes chlorophylliennes fabriquent la molécule de sucre (saccharose) à partir de l'eau et du gaz carbonique de l'air (voir question 84). C'est un médecin et chimiste anglais, William Prout, qui travaille sur la composition chimique des constituants alimentaires et détermine, en 1827, que le sucre est constitué au total de 45 atomes de carbone (C), d'hydrogène (H) et d'oxygène (O).