



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES



Master Nutrition, Sciences des Aliments
Parcours Qualité et Sécurité Alimentaires

Sujet : L'utilisation du sucre en Industries Agroalimentaires

Problématique : Actuellement face à des enjeux de santé conséquents, comment limiter l'usage du sucre industriel ?



Date de la soutenance : 20 septembre 2018

Composition des membres du jury :

Directrice de mémoire : Mme Caroline LANIER

Présidente de jury : Mme Annabelle DERAM

3ème membre de jury : Mme Fabienne MICHEL

Faculté d'Ingénierie et Management de la Santé - ILIS

42, rue Ambroise Paré

59 120 LOOS

Sommaire

Remerciements.....	3
Introduction.....	4
A) Les sucres et leurs utilisations en agroalimentaire.....	6
A.I. Qu'est-ce que le sucre ?.....	6
A.II. Histoire du sucre	6
A.III. Économie du sucre.....	7
A.IV. Types de sucres : classification.....	8
A.V. Les sucres présents dans l'alimentation.....	9
A.VI. Les différents sucres utilisés par les industries agroalimentaires.....	11
A.VII. Fabrication du sucre.....	14
A.VIII. Types de sucres commercialisés.....	19
A.IX. Les différentes propriétés du sucre	21
A.X. Identifier le sucre contenu dans les produits alimentaires grâce à l'étiquetage.....	28
B) Risques sanitaires liés à la consommation de sucres.....	30
B.I. Effets avérés sur la santé.....	30
B.II. Effets probables sur la santé.....	41
C) Comment réduire la consommation de sucre ?.....	48
C.I. Uniformiser les recommandations en termes de consommation de sucre.....	49
C.II. Propositions de moyens à mettre en place pour réduire la consommation excessive de sucre.....	50
Conclusion.....	68
Bibliographie.....	69
Résumé.....	87

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Mme Caroline LANIER, Enseignant Chercheur en Toxicologie, Maître de Conférences, Responsable Pédagogique du Master Nutrition, Sciences des Aliments – Parcours Qualité et Sécurité Alimentaires à l'Université de Lille – Faculté d'Ingénierie et Management de la Santé et Directrice de Mémoire, pour le partage de ses connaissances tout au long de cette année universitaire. Je la remercie également pour son écoute, son suivi et la richesse de ses commentaires au cours de la rédaction de ce mémoire.

Je souhaite ensuite remercier Mme Annabelle DERAM, Enseignant Chercheur en Toxicologie, Membre du Comité Pédagogique du Master Qualité Environnement Santé Toxicologie à l'Université de Lille – Faculté d'Ingénierie et Management de la Santé et Présidente de jury de mémoire pour son partage de connaissances au cours de cette année universitaire.

Je tiens également à remercier Mme Fabienne MICHEL, Responsable Qualité de l'entreprise McCain à Villeneuve d'Ascq, pour avoir accepté de faire partie de mon jury de soutenance de mémoire. Je la remercie également pour son écoute et son soutien tout au long de cette année passée en alternance.

Pour finir, je remercie mes collègues ainsi que mes proches, pour m'avoir donné leurs avis au cours de la rédaction de ce mémoire et pour leurs conseils lors de la relecture.

Introduction

L'essor de l'activité des industries agroalimentaires en France a débuté dans les années 1970. Plus particulièrement entre 1982 et 2012, la consommation d'aliments transformés et sucrés est passée de 11,6% à 22,9%, soit une augmentation de 100% en l'espace de 30 ans [1]. Le sucre se retrouve dans de plus en plus de produits alimentaires et les quantités mises en œuvre sont également à la hausse.

L'étiquetage alimentaire indique la présence des ingrédients sous forme de liste avec un ordonnancement pondéral décroissant. Ainsi, les consommateurs peuvent savoir si les produits alimentaires contiennent ou non du sucre. Mais le sucre peut être "caché" car les appellations utilisées par les industriels sont nombreuses. Il existe pas moins de cinquante-six appellations différentes telles que sucrose, saccharose, glucose, fructose, sucre de canne, sucre de betterave, sirop de maïs, agave, sirop d'érable, miel, sirop de glucose-fructose, sucre inverti, dextrose...

La question de l'influence des aliments industriels sur la santé s'est alors posée assez rapidement. La prévalence de l'obésité, du surpoids, du diabète ou encore des maladies cardiovasculaires étant en augmentation, cela a incité des équipes de scientifiques ou de professionnels de la santé à s'interroger sur la responsabilité de ces aliments industriels. Cependant, les lobbys actuels, comme celui du sucre ou de l'association des industries agroalimentaires, sont puissants, il n'y a donc pas de réelle réglementation sur les teneurs en sucre des produits industriels.

Devant ces problèmes majeurs de santé, l'information au grand public est de plus en plus importante. Des documentaires avec des intitulés ayant pour but d'interpeller les téléspectateurs sont diffusés depuis plusieurs années, comme dans l'émission Enquête de Santé avec "Sucres : gare à l'overdose" diffusée en décembre 2016 [2]. Plus récemment, d'autres émissions ont elles-aussi orienté leurs sujets sur le sucre comme l'émission Complément d'Enquête avec "La dictature du sucre" diffusée sur France 2 le 18 janvier 2018 [3] ou encore l'émission Cdanslair avec "Et si on arrêta le sucre ?" diffusée sur France 5 le 3 février 2018 [4].

L'information du grand public passe également par les conférences. C'est le cas par exemple de la conférence ayant eu lieu à l'Institut Pasteur de Lille en juin 2018 intitulée "Mange-t-on trop de sucre ?" [5]. Un professionnel de santé et un professionnel du domaine alimentaire ont animé cette conférence et ont pu répondre aux questions posées par les participants.

Enfin, le grand public peut également être sensibilisé par le cinéma. Un premier film, Super

Size Me, sorti en 2004 décrivait l'expérience menée par un américain ne consommant que des aliments commercialisés par McDonald's durant un mois [6]. Au cours de cette expérience, la quantité de sucre consommée par le sujet était de 15 kilogrammes, soit 500 grammes par jour, alors que la plupart des produits consommés avaient pour réputation d'être très gras.

Un second film est sorti plus récemment, en janvier 2018, pour dénoncer la présence de sucre dans la plupart des aliments que nous pouvons acheter en grandes surfaces [7]. En effet, 74% des plats cuisinés vendus en supermarchés contiennent des sucres ajoutés et le consommateur ne s'en doute pas toujours. Cette deuxième expérience a été menée par un australien ayant choisi des produits dont on ne soupçonne pas la présence de sucre au premier abord : il n'a pas directement consommé de sodas, de sucre blanc ou de bonbons mais plutôt des jus de fruits, des smoothies, des barres de céréales ou encore des aliments pauvres en matières grasses. Il a consommé 40 cuillères à café de sucre par jour, alors qu'une consommation est dite modérée pour 6 à 12 cuillères à café par jour selon l'OMS [8]. On rappellera que la consommation moyenne européenne est de 17 cuillères à café par jour. Le but de ces films est donc de marquer le public en montrant les conséquences de tels régimes alimentaires.

Dans un tel contexte - où la consommation de sucre est de plus en plus importante, la connaissance des conséquences sanitaires liées cette consommation de plus en plus riche et la prise de conscience des consommateurs de plus en plus forte - comment peut-on parvenir à limiter l'utilisation et la consommation du sucre industriel ? Quels rôles doivent jouer les industries agroalimentaires et les pouvoirs publics ?

Dans un premier temps, ce mémoire explicitera la présence du sucre dans nos aliments : dans quels aliments, en quelles quantités et comment peut-on l'identifier. Dans un second temps, les conséquences sur la santé seront présentées. Enfin, la dernière partie de ce mémoire mettra en lumière les leviers d'actions identifiés comme mobilisables pour limiter la quantité de sucres dans les aliments. Pour chaque proposition, une analyse du rôle des parties prenantes ainsi que des éléments de faisabilité seront explicités.

A) Les sucres et leurs utilisations en agroalimentaire

A.I. Qu'est-ce que le sucre ?

Le sucre est défini comme étant une substance alimentaire ayant une saveur douce et agréable [9]. La particularité de cette substance est qu'on la retrouve dans toutes les plantes contenant de la chlorophylle, réalisant donc la photosynthèse. En effet, grâce à l'énergie solaire, le dioxyde de carbone présent dans l'air capté par les feuilles et l'eau puisée dans le sol par les racines, la plante peut synthétiser du sucre. Plus spécifiquement, le sucre est présent en quantités importantes dans la canne à sucre et la betterave sucrière, plantes à partir desquelles on peut l'extraire facilement.

Il existe plusieurs types de sucres selon les étapes réalisées au cours de sa fabrication. Ainsi, on peut avoir : le sucre blanc, le sucre roux, le sucre blond, le sucre glace, la vergeoise ou encore la cassonade.

Le sucre est retrouvé naturellement dans certains aliments comme les fruits et les légumes, le miel, le lait... On peut également le retrouver dans de nombreux produits transformés tels que les pâtisseries, les biscuits, les sodas...

A.II. Histoire du sucre

L'Histoire du sucre commence grâce au miel, connu depuis toujours. Il a longtemps été le seul produit utilisé pour sucrer les aliments. [10]

L'origine du sucre en tant que poudre blanche remonte à plusieurs millénaires avant Jésus-Christ, par l'existence de la canne à sucre [11]. En – 6 000 avant Jésus Christ, en Asie, les premiers Hommes ont commencé à broyer les cannes à sucre pour en obtenir un jus sucré. Ils l'ont chauffé et ont remarqué qu'il se cristallisait en refroidissant : le sucre est découvert.

En -510 avant J-C., les Perses envahissent l'Inde et découvrent à leur tour le sucre.

Durant l'Antiquité et le Moyen-Âge, le sucre est rare et cher, tout comme d'autres épices.

Au VIIème siècle après J-C, c'est ensuite aux Arabes d'envahir la Perse. La canne à sucre se cultive alors dans le bassin méditerranéen.

Entre le XI et le XIIIème siècle, c'est le temps des Croisades en Europe Occidentale. La culture de la canne à sucre se répartit alors peu à peu sur le continent. À cette époque, le sucre est pris pour un médicament, que l'on pouvait alors acheter chez les apothicaires.

À partir du XVIème siècle, après la découverte de l'Amérique, les plantations de cannes à

sucre se développent aux Antilles, puis en Amérique du Sud, et notamment au Brésil. C'est le début du Commerce Triangulaire. On a donné ce nom spécifique à ce type de commerce par rapport au chemin maritime réalisé : les bateaux partaient d'Europe, allaient chercher des esclaves en Afrique, les déposaient dans les colonies en Amérique (colonies anglaises et françaises) et revenaient en Europe chargés de sucre. Le sucre devient ainsi la première denrée alimentaire coloniale.

En 1806, Napoléon Ier entre en guerre contre l'Angleterre. Un blocus interdit aux bateaux d'accéder aux ports européens, il faut donc trouver une autre solution pour produire du sucre. C'est le chimiste allemand A.S. Marggraf en 1757 qui découvre que la betterave contient aussi du sucre, la culture de betteraves est alors lancée.

Au XIX^{ème} siècle, l'industrie sucrière débute suite à l'exploitation massive de la betterave sucrière et l'extraction du sucre dans les raffineries industrielles. Le sucre se démocratise et sa consommation explose.

A.III. Économie du sucre

La filière "Sucre" en France est une filière qui représente 3,8 milliards d'euros de chiffre d'affaires [12]. En termes de classement, la France est le premier pays producteur de sucre de l'Union Européenne (UE) et le deuxième producteur mondial de betteraves. Elle se classe à la dixième place mondiale des producteurs de sucre : production de betteraves en métropole et de cannes dans les Départements d'Outre Mer (DOM). La France possède en effet vingt-cinq sucreries de betteraves réparties dans le Nord de la France et cinq sucreries de cannes dans les DOM : deux à la Réunion, deux en Guadeloupe et une en Martinique.

En 2016, la France produisait 34 millions de tonnes de betteraves pour ainsi obtenir 4,7 millions de tonnes de sucre (sous forme de sucre cristallisé et sirops de sucre) pour la période 2016/2017. La France produisait également 2,65 millions de tonnes de cannes à sucre pour fabriquer 0,3 millions de tonnes de sucre dans les DOM. La production française de sucre est donc réalisée essentiellement à partir de betteraves : 94,7% à partir de betteraves et 5,3% à partir de cannes à sucre. La France exporte son sucre principalement en Europe (en termes de volumes et de valeur). Les principaux pays pour lesquels la France exporte le sucre sont l'Italie, l'Espagne, le Royaume-Uni, la Belgique et l'Allemagne. Elle a exporté en 2017 pour 1,1 milliards d'euros, soit 30% du chiffre d'affaires de la filière.

Le pays a utilisé pour sa consommation intérieure 2,5 millions de tonnes de sucre en

2016/2017 : 1,9 millions de tonnes de sucres pour un usage alimentaire et 0,6 millions de tonnes pour un usage non alimentaire. Plus des 2/3 de la production sont donc destinés à la consommation humaine. 11% de la production totale est destinée à la fabrication de sucre de bouche et 58% pour une utilisation alimentaire indirecte (transformations par les industries agroalimentaires) : boissons, produits laitiers, produits pour le petit-déjeuner... 31% de la production totale de sucre sont destinés à un usage non-alimentaire : utilisation dans les industries chimiques et pharmaceutiques, industries de l'alcool, industries de la levurerie...

Selon les estimations faites, la consommation moyenne de sucre en France est de 25 kilogrammes par an et par habitant [13]. Les études ont notamment été menées par l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail) grâce aux enquêtes INCA (étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires) de 1998/1999 et 2006/2007 et par le CREDOC (Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de Vie) grâce aux enquêtes CCAF (Comportements et Consommations Alimentaires en France) de 2010.

A.IV.Types de sucres : classification

Lorsque l'on parle du sucre au sens général (terme au singulier), cela fait communément référence au sucre blanc, également appelé sucre de table. Il s'agit du sucre que l'on ajoute dans le café ou le thé, que l'on utilise de façon ménagère pour confectionner des pâtisseries etc..

Lorsque l'on parle de "sucres" intervenant dans l'alimentation (terme au pluriel), on parle de glucides, pouvant également être appelés saccharides [14]. Ils appartiennent à la famille des hydrates de carbone car ils sont constitués de Carbone (C), d'Hydrogène (H) et d'Oxygène (O). Ils ont pour formule brute : $(C-H_2O)_n$.

Il existe plusieurs types de glucides : les oses et les osides. Un ose est un monomère de glucide (une seule molécule). Les osides sont des polymères d'oses, c'est-à-dire qu'ils sont composés de plusieurs monomères d'oses (plusieurs molécules). Selon la polymérisation de leur chaîne, on leur donnera alors différents noms :

- les oligosides, constitués de deux à dix oses ;
- les polyosides, constitués d'au moins dix oses.

On peut alors classer les sucres en deux grandes familles, les sucres simples et les sucres complexes également appelés respectivement dans le langage courant sucres rapides et sucres lents [15] et [16].

Tableau 1 : Classification des sucres

	Sucres simples (sucres rapides)	Sucres complexes (sucres lents)
Structure chimique	Mono- et disaccharides : sucres à respectivement un et deux oses	Polysaccharides : sucres constitués de plusieurs unités de glucose réunies en une longue chaîne
Aliments dans lesquels on les retrouve	Fruits et légumes, miel, lait, produits laitiers, aliments sucrés (pâtisseries, confitures, sirops...)	Féculents : pain, pâtes, riz, céréales, pommes de terre...
Les plus répandus	Glucose, Fructose, Lactose, Saccharose	Amidon
Principales caractéristiques	Ils apportent souvent un fort goût sucré Ils apportent rapidement de l'énergie à l'organisme car leur assimilation a lieu directement après leur ingestion	Ils ne donnent pas un goût sucré aux aliments Ils sont absorbés plus lentement par l'organisme car ils doivent être hydrolysés en unités de glucose (rupture des chaînes) pour pouvoir être assimilés dans l'organisme

A.V. Les sucres présents dans l'alimentation

Pour trouver l'origine du sucre présent dans nos aliments, il faut tout d'abord rappeler que nos aliments sont classés en plusieurs "groupes d'aliments". Ces groupes d'aliments ont été créés "pour des produits alimentaires présentant une parenté biochimique, une composition en nutriments voisine, suffisamment étroite pour pouvoir être substitués les uns aux autres sans que la valeur de l'équilibre alimentaire de la ration soient modifiés sensiblement" [17]. On retrouve ainsi sept groupes d'aliments.

Tableau 2 : Présence des sucres au sein des différents groupes d'aliments

Groupes d'aliments	Glucides présents
Viandes, poissons, œufs	<ul style="list-style-type: none"> - Viandes : apport de glucides sous forme de glycogène (négligeable : entre 0,5 et 1% en moyenne) - Poissons : teneur en glycogène supérieure à celles des viandes (mais également négligeable : 0,3 à 1% en moyenne) - Œufs : un œuf de 60 grammes contient 0,4 grammes de glucides (négligeable) : le blanc d'œuf contient 0,8% de glucides tandis que le jaune contient 0,5% de glucides
Lait et produits laitiers	<ul style="list-style-type: none"> - Lait : source importante de lactose (50g/L), cela représente en moyenne 5% du lait et des yaourts nature (davantage pour les yaourts aux fruits ou aromatisés) - Fromages : quantité de lactose restante transformée en acide lactique lors de l'affinage (entre 2 et 4% selon le type de fromage)
Matières grasses	<ul style="list-style-type: none"> - Matières grasses d'origine végétale : absence - Matière grasse d'origine animale : absence
Fruits et légumes (voir détails en annexes 1 et 2)	<ul style="list-style-type: none"> - Légumes : teneur limitée en glucides (5% en moyenne) sauf pour la pomme de terre avec une teneur en amidon élevée (20%) - Fruits : teneur en glucides supérieure à celle des légumes (15 à 20%)
Céréales et dérivés, légumineuses (voir détails en annexe 3)	<ul style="list-style-type: none"> - Céréales et dérivés : source importante d'amidon (70%) - Légumineuses : 50% d'amidon en moyenne
Sucres et produits sucrés (voir détails en annexe 4)	<ul style="list-style-type: none"> - Sucre : 100% de saccharose - Produits sucrés : présence de saccharose, glucose, fructose en quantités importantes (confitures, chocolats...)
Boissons (voir détails en annexe 5)	<ul style="list-style-type: none"> - Eau : absence - Boissons sucrées : saccharose ajouté (sodas) et glucides des fruits (jus de fruits) - Boissons alcoolisées : très faible teneur dans le vin rouge, légère dans le vin blanc et la bière, en quantité non négligeable dans le cidre ou le champagne, et de façon importante dans les liqueurs

Source : A partir des données issues de : M. Murat. *Nutrition humaine et sécurité alimentaire*. Éditions Tec & Doc Lavoisier – Éditions Médicales Internationales, 2009.

Le sucre est donc retrouvé naturellement dans certains aliments (fruits, légumes, produits laitiers, céréales...) sous la forme de glucose, fructose, saccharose, lactose.

Il peut également être retrouvé dans les produits transformés industriels tels que les sodas, biscuits, pâtisseries, les sauces, les plats préparés...

A.VI. Les différents sucres utilisés par les industries agroalimentaires

Les principaux sucres retrouvés dans les aliments transformés par les industriels selon l'ANSES sont : le glucose, le fructose, le saccharose, le sucre inverti, les sirops de glucose, les sirops de fructose et les polyols (exemples : xylitol, sorbitol, maltitol, lactitol) [18].

A.VI.1. Le glucose / Le sirop de glucose

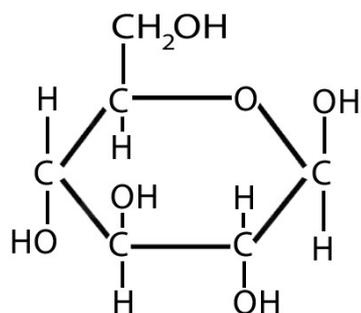


Illustration 1 : Molécule de glucose (en projection de Haworth)

Source : <https://www.quora.com/Does-glucose-classify-as-polar-or-non-polar>

Le glucose est le sucre ayant donné le nom à la famille des glucides. Son autre nom chimique est le dextrose. Comme on peut le voir sur l'illustration 1 ci-dessus, il a pour formule brute $C_6H_{12}O_6$. C'est donc un hexose car il possède 6 carbones. C'est également un pyranose car il forme un cycle à 5 atomes de carbones et 1 atome d'oxygène.

Il ne peut pas être hydrolysé car il s'agit d'un ose simple, unité de base des glucides. Il peut se présenter sous forme solide (poudre ou cristaux blancs) ou liquide (sirop). Il est très répandu dans le milieu naturel car il peut être synthétisé par de nombreux organismes vivants, à partir d'eau et de dioxyde de carbone. Le glucose peut également être stocké au sein des êtres vivants sous forme d'amidon (chaînes polymérisées de glucose).

Le glucose est produit industriellement à partir de céréales contenant de l'amidon (maïs, riz, blé...). Pour cela, il faut réaliser une hydrolyse enzymatique de l'amidon pour obtenir un sirop de glucose, contenant une quantité variable de glucose.

Le pouvoir sucrant est la capacité d'une substance à donner une saveur sucrée aux aliments [19]. Par définition, le pouvoir sucrant du saccharose qui est le sucre de référence est égale à 1. Le glucose apporte moins de saveur sucrée que le saccharose, son pouvoir sucrant est de 0,5.

A.VI.2. Le fructose / Le sirop de fructose

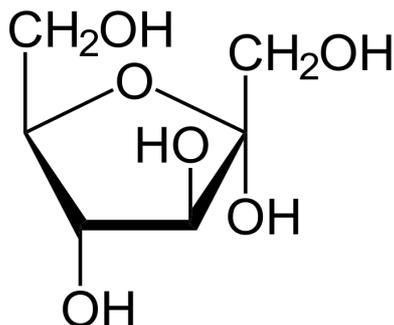


Illustration 2 : Molécule de fructose (en projection de Haworth)

Source : <https://www.acs.org/content/acs/en/molecule-of-the-week/archive/f/fructose.html>

Le fructose est un monosaccharide au même titre que le glucose. Son autre nom chimique est le lévulose. Il a la même formule chimique brute que le glucose : $C_6H_{12}O_6$. C'est donc également un hexose sauf qu'il forme, comme on peut le voir sur l'illustration 2 ci-dessus, un cycle avec 4 atomes de carbone et 1 atome d'oxygène. Il s'agit donc d'un furanose.

Il peut se présenter sous la forme solide (poudre ou cristaux blancs) ou liquide (sirop). Il est également très répandu dans le milieu naturel.

Le fructose est lui-aussi produit industriellement à partir de céréales contenant de l'amidon (maïs, riz, blé...) par hydrolyse enzymatique.

Le fructose apporte une saveur sucrée plus importante aux aliments que le glucose ou que le saccharose, son pouvoir sucrant est égal à 1,7.

A.VI.3. Le saccharose / Sucre inverti

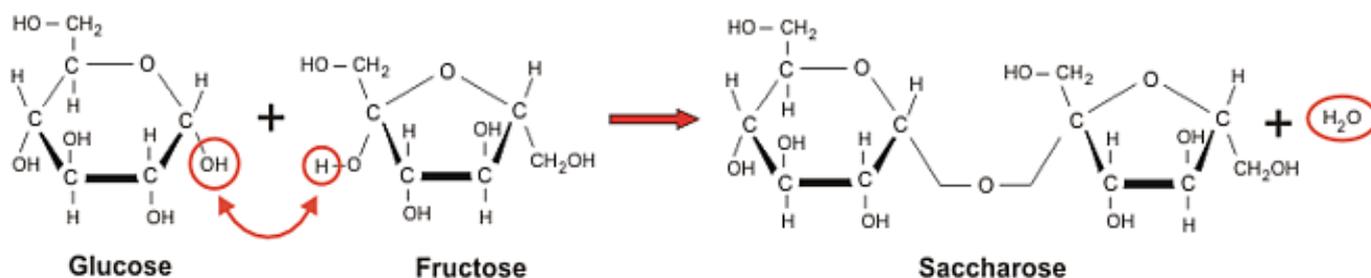


Illustration 3 : Mécanisme de formation du saccharose

Source : <https://babel.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/gbourbonnais/pascal/fya/chimcell/notesmolecules/index.htm>

Le saccharose est le plus répandu des sucres élaborés naturellement. On le retrouve uniquement sous la forme solide (cristaux blancs brillants). La principale méthode d'obtention du saccharose est en faisant son extraction à partir de plantes riches en saccharose naturellement, telles que la canne à sucre ou à la betterave sucrière.

Comme le montre l'illustration 3 ci-dessus, le saccharose est un disaccharide : il est composé d'une molécule de glucose et d'une molécule de fructose. Il a pour formule brute $C_{12}H_{22}O_{11}$. Son nom chimique est le D-glucopyranosyl-(α 1- β 2)-D-fructofuranoside.

Le saccharose est le sucre de référence pour évaluer l'intensité de la saveur sucrée. Par définition, son pouvoir sucrant est donc égal à 1.

Le saccharose est très soluble dans l'eau : à température ambiante, on peut dissoudre 67 grammes de sucre dans une solution de 100 grammes. Si l'on forme une solution de saccharose et que l'on place cette solution sous l'influence d'un acide ou d'une température élevée, la molécule de saccharose va fixer une molécule d'eau. En fixant la molécule d'eau, le saccharose va dissocier les deux oses qui le composent pour donner un mélange en concentrations égales de glucose et de fructose. Cette solution est alors dite équimolaire. Ce mélange est également appelé sucre inverti.

A.VI.4. Les polyols

Les polyols ont pour formule chimique générale $C_nH_{2n+2}O_n$. Ils ne possèdent pas tous un goût sucré, mais certains peuvent être utilisés comme des édulcorants. Ce sont des molécules qui ont pour but de conférer aux aliments un goût sucré en n'apportant pas ou peu de calories. Pour cela, elles possèdent un pouvoir sucrant beaucoup plus fort que les sucres habituellement utilisés. C'est le cas par exemple de l'aspartame qui possède un pouvoir sucrant égal à 180.

Les polyols ne sont pas des glucides (hydrates de carbones) mais des polyalcools. Ils n'appartiennent pas à la même famille et ne seront donc pas traités en détails dans ce rapport.

A.VII. Fabrication du sucre

Le sucre (saccharose) peut s'obtenir facilement à partir de deux matières premières principales d'origine naturelle : la canne à sucre et la betterave sucrière. La fabrication industrielle de sucre fait appel à des procédés simples d'extraction et de purification, elle ne nécessite pas l'emploi d'additifs ou de produits de synthèse. On peut aussi obtenir du sucre (glucose ou fructose) à partir de certaines céréales contenant de l'amidon.

Il existe d'autres méthodes pour obtenir du sucre comme par exemple à partir de l'érable à sucre, de palmiers, d'agaves, de sorgho, etc... Ces plantes sont beaucoup moins utilisées en tant que matières premières pour des questions de rendement mais le processus reste tout de même possible.

En fonction de la plante initialement utilisée pour fabriquer du saccharose, on obtiendra des produits finis avec des caractéristiques très similaires. Ces deux sucres auront le même goût, le même pourcentage de pureté (99,9% de saccharose) et la différence entre l'emploi de l'un ou de l'autre ne sera pas marquée. Il existe une seule différence majeure : le sucre de betterave sera naturellement blanc à la fin du processus de fabrication tandis que le sucre de canne aura naturellement une coloration rousse car il restera les pigments provenant de la canne à sucre. Il faudra alors raffiner le sucre de canne pour qu'il devienne de couleur blanche.

A.VII.1. Fabrication de saccharose à partir de la canne à sucre (voir Annexe 6)

A.VII.1.a) Caractéristiques de la canne à sucre

La canne à sucre appartient à la famille des Graminées. Son nom scientifique latin est *Saccharum officinarum* L. [20]. C'est une plante tropicale : elle a besoin d'un climat chaud et humide en deux saisons distinctes pour se développer. Le sucre se forme par réaction photosynthétique et est stocké dans les tiges qui peuvent atteindre jusqu'à cinq mètres de hauteur. Durant la saison humide, la canne à sucre se développe tandis que durant la saison sèche, elle concentre le sucre. La teneur en sucre d'une canne à sucre est comprise entre 13 et 18%.

On récolte les cannes à sucre 12 à 18 mois après qu'elles aient été plantées (celles-ci se multiplient par bouturage). Pour la France, les cannes à sucre sont récoltées de juillet à novembre à la Réunion et de février à juin pour les Antilles et la Martinique. Une canne à sucre plantée pour la première fois pourra produire pendant environ huit ans. Cependant, les plants diminueront avec le temps, il faudra alors en replanter de nouveaux.

Lors de la transformation de la canne à sucre, on obtient plusieurs sous-produits :

- la bagasse, résidu de fibres végétales, utilisée comme combustible ;
- la mélasse, sirop marron et épais, utilisée par exemple pour la fabrication du rhum traditionnel de sucrerie.

A.VII.1.b) Processus de fabrication du sucre à partir de la canne à sucre

Lors de la saison de la récolte des plants de cannes à sucre, en période sèche, il faut extraire le sucre le plus rapidement possible pour éviter sa détérioration et la fermentation du jus sucré [21]. Au préalable, il faut brûler les cannes avant de pouvoir les couper mécaniquement (récolteuses-tronçonneuses). Une odeur caractéristique de caramel pourra alors être perçue.

La première étape du processus de fabrication est une étape de broyage des plants de cannes à sucre : il faut les couper finement, enlever les fibres et les hacher dans un moulin. La bagasse (la canne écrasée) est ensuite éliminée du processus.

Le jus sucré récupéré est aussi appelé vesou. Ce jus contient 95% du saccharose de la plante. En proportions, il est constitué d'environ 80 à 85% d'eau, 10 à 20% de sucre et de 0,7 à 3% de composés organiques et minéraux. Il faudra ensuite faire décanter ce jus, le filtrer et l'évaporer pour obtenir un sirop plus épais. L'évaporation se fait par ébullition sous vide, c'est-à-dire que l'on porte le jus à température d'ébullition dans plusieurs chaudières, où la température et la pression diminueront petit à petit.

Il faut ensuite faire cristalliser le sucre. Pour réaliser cette étape, on fait cuire le sirop pendant plusieurs heures et on l'ensemence avec du sucre blanc broyé dans de l'alcool. On aura besoin de 200mL de cette préparation pour obtenir 120 tonnes de sucre. L'ensemencement permet de déterminer la taille des cristaux. On passe ensuite à une étape de centrifugation pour obtenir deux parties du sirop : la mélasse, sirop marron et épais, et la cassonade, sucre de couleur rousse.

Par une étape de raffinage, on pourra enlever toutes les impuretés (matières organiques et pigments) présentes dans le sucre. Cette étape se fait grâce à l'introduction de composés tels que le carbonate de calcium, l'hydroxyde de calcium, le dioxyde de carbone et le dioxyde de soufre. Avec cet ajout, les impuretés vont précipiter. En filtrant le produit, on pourra les éliminer. Le sucre sera ensuite conditionné de différentes façons en fonction de l'usage final souhaité.

A.VII.2. Fabrication de sucre à partir de la betterave sucrière (voir Annexe 7)

A.VII.2.a) Caractéristiques de la betterave sucrière

La betterave sucrière est à différencier de la betterave fourragère [22]. La betterave fourragère est destinée à l'alimentation animale (élevage) car elle est source de nombreux nutriments tandis que la betterave sucrière est produite, comme son nom l'indique, pour en extraire du sucre.

Lors de la transformation de la betterave sucrière, on récupère plusieurs sous-produits :

- la pulpe de betterave, destinée à l'alimentation animale ;
- la mélasse, réutilisée ensuite dans diverses industries telles que la levurerie, la distillerie ou l'industrie animale.

La betterave sucrière permet également la production d'alcool, et depuis récemment, de carburant (production d'éthanol).

La betterave sucrière appartient à la famille des Chénopodiacées, son nom scientifique latin est *Beta vulgaris L.* C'est une racine charnue de couleur blanchâtre ayant la particularité d'être une plante bisannuelle :

- la première année, c'est la phase végétative : développement des feuilles, constitution de la racine charnue, accumulation de réserves sous forme de sucre (le sucre s'accumule dans le parenchyme entre les anneaux).
- la deuxième année, c'est la phase reproductive : montaison et floraison, production de graines.

Les betteraves cultivées pour récupérer le sucre qu'elles ont accumulé poussent en 180 jours environ (uniquement la phase végétative), soit de mars/avril à septembre/octobre.

La teneur en sucre d'une betterave est de 15 à 20% du poids des racines. Pour obtenir le sucre qu'elles contiennent, il faut ensuite suivre un processus d'extraction.

A.VII.2.b) Processus de fabrication du sucre à partir de betterave

À la période propice à leur récolte, les betteraves subissent plusieurs opérations : l'arrachage, l'effeuillage et le décolletage. Elles sont ensuite stockées sur le bord des champs quelques jours puis ramenées en sucreries par un transport en camion. Celles-ci ne doivent pas rester trop longtemps en dehors de la terre car elles peuvent perdre de leur richesse en sucre. A leur arrivée en sucrerie, elles

feront d'ailleurs l'objet d'un contrôle pour évaluer leur teneur en sucre.

Arrivées en sucreries, elles sont ensuite lavées grâce à un brassage dans un lavoir. Cela permet d'enlever la terre, les pierres et l'herbe. Les betteraves lavées sont ensuite coupées en lamelles de cinq à six centimètres de longueur appelées "cossettes" pour faciliter l'extraction du sucre.

L'étape suivante est la diffusion : les cossettes de betteraves trempent dans de l'eau chauffée à 70°C pendant environ 90 minutes. Les membranes des cellules se rompent et libèrent le sucre qu'elles contiennent. Avec le principe de l'osmose, le sucre contenu dans les cossettes va se diffuser dans l'eau : on passe alors d'un milieu très concentré (betteraves) vers un milieu peu concentré (eau). On obtient donc un jus sucré. Les cossettes restantes dépourvues de sucre sont alors appelées "pulpes".

Puis, on passe à une étape de filtration. Le jus sucré obtenu contient la totalité du sucre contenu dans les betteraves, mais également des impuretés (sels minéraux, composés organiques...). Pour éliminer ces impuretés, une réaction chimique est nécessaire : on ajoute du lait de chaux (à base de pierres calcaires) et du gaz carbonique pour former des sels insolubles et des précipités qui fixent les impuretés. Ce mélange est ensuite filtré pour retenir les impuretés et ainsi les éliminer du processus.

Le jus sucré clair obtenu possède environ 15% de sucre et 85% d'eau. L'eau peut être éliminée par évaporation : on porte à ébullition de l'eau qui passe donc à l'état de vapeur dans des tuyaux en contact avec le jus. En passant dans différents compartiments (chaudières), le jus se concentre petit à petit. Le jus devient donc un sirop et peut alors contenir 65 à 70% de saccharose.

Après avoir achevé sa concentration dans les chaudières, on introduit alors de très fins cristaux (sucre glace) afin d'ensemencer le sirop. On obtient alors une cristallisation généralisée du produit appelée "masse cuite". De nombreux petits cristaux sont en suspension dans un sirop coloré par des impuretés résiduelles.

On a ensuite à une étape d'essorage où la masse cuite est envoyée dans des turbines. Grâce à la force centrifuge, le sirop est évacué et le sucre blanc cristallisé est récupéré. Il passe ensuite dans un système de séchage à air chaud pour refroidir. Le sucre est enfin acheminé en silo où il se stabilisera.

La dernière étape de ce processus de fabrication est le conditionnement. Après sa stabilisation, le sucre est conditionné sous différentes formes, en poudre ou en morceaux après humidification et moulage.

A.VII.3. Fabrication de sucre à partir d'amidon contenu dans les céréales (voir Annexe 8)

On peut également obtenir du sucre à partir de l'amidon présent dans certaines céréales telles que le blé ou le maïs. Le sucre obtenu sera sous la forme de sirop de glucose, de fructose ou de glucose-fructose.

A.VII.3.a) Caractéristiques des céréales riches en amidon

On peut obtenir du sirop de glucose à partir de céréales contenant de l'amidon. En France, on l'obtiendra essentiellement à partir de céréales comme le maïs ou le blé (plus de 90% de la production française d'amidon). Il pourra aussi être obtenu à partir de pommes de terre ou de pois. On pourrait également en produire à partir de patates douce, de manioc, de riz... [23].

On utilisera en premier lieu le maïs pour produire de l'amidon car c'est la céréale qui en contient le plus. En effet, le maïs est constitué d'environ 72% d'amidon (teneur prise sur la matière sèche). L'autre céréale majoritairement utilisée pour produire de l'amidon est le blé car il contient 65% d'amidon. Le blé et le maïs sont les deux céréales les plus produites en France, donc une source exploitable pour la production de sucre.

L'amidon se présente sous forme de petits grains insolubles dans l'eau froide. L'amidon de blé et l'amidon de maïs ont des compositions très proches (75% d'amylopectine et 25% d'amylose), ils auront donc des propriétés très similaires.

A.VII.3.b) Processus de fabrication du sirop de glucose

Le sirop de glucose s'obtient donc en hydrolysant l'amidon que l'on peut obtenir à partir de blé ou de maïs. On va donc chercher à rompre les liaisons de l'amidon. Pour cela, on va faire appel à des enzymes et récupérer les unités de glucose. Il est également possible de réaliser cette étape par hydrolyse acide [24].

Pour le maïs, une étape de trempage est nécessaire au préalable. On passe ensuite le blé ou le maïs dans un moulin pour obtenir de la farine.

On enlève ensuite les germes et les fibres par une étape de broyage et de séparation, puis le son par tamisage. Il ne reste à cette étape plus que l'amidon et le gluten. Par ajout d'eau, on pourra alors séparer les protéines (gluten) que l'on enlèvera du processus par séchage.

On obtient alors du lait d'amidon. Les laits d'amidon sont envoyés dans des glucoseries pour

être totalement transformés ou séchés en amidons natifs, ou en amidons modifiés. Les glucoseries permettront la transformation du lait d'amidon en sirop de glucose.

Pour obtenir le sirop de glucose, il faut ensuite passer par d'autres étapes et notamment par celle de l'hydrolyse, s'effectuant en deux temps. La première hydrolyse peut être également appelée liquéfaction : par ce procédé, le lait l'amidon devient plus liquide. La seconde hydrolyse de l'amidon peut aussi être appelée saccharification : par ce second procédé, l'amidon libère son glucose. Selon le type d'hydrolyse (découpage plus ou moins fin de l'amidon), on obtiendra différents sirops de glucose allant du sirop peu riche en glucose jusqu'au sirop de glucose pur.

On aura ensuite d'autres étapes pour finaliser l'obtention de sirop de glucose : filtration et déminéralisation puis concentration (par évaporation notamment). On va faire cristalliser le glucose avant de pouvoir le conditionner.

À partir du sirop de glucose obtenu, on peut alors effectuer d'autres étapes pour modifier le produit final. En effet, il est possible de passer du sirop de glucose au sirop de fructose par une étape d'isomérisation. On obtient ainsi un sirop de glucose contenant du fructose. Ce sirop est également appelé HFCS : High Fructose Corn Syrup. Il s'agit d'un sirop de fructose dont la concentration est modulable. Pour obtenir du fructose à partir de ce sirop, il faut ensuite faire une étape d'enrichissement.

Enfin, à partir du sirop de glucose, on peut obtenir d'autres dérivés :

- par séchage, on obtient des maltodextrines ;
- par hydrogénation, on obtient des polyols liquides ;
- par hydrogénation puis cristallisation, on obtient des polyols cristallins.

A.VIII. Types de sucres commercialisés

Suite à ces transformations issues de la betterave sucrière ou de la canne à sucre, on peut alors obtenir douze types de sucres commercialisés différemment.

Tableau 3 : Les différentes présentations commerciales du sucre

Formes commerciales	Traitement	Principales utilisations
Sucre cristallisé blanc	Obtenu par cristallisation des sirops de betterave ou de canne à sucre (99,7% de saccharose)	Enrobage de gâteaux, pâtes de fruits, fruits déguisés
Sucre en poudre (sucre semoule)	Obtenu après broyage ou tamisage du sucre cristallisé blanc	Sucre de "ménage" : pour les laitages, desserts, pâtisseries
Sucre moulu en morceaux	Obtenu par ré-humidification, compression et moulage d'un sucre cristallisé	Boissons chaudes du quotidien : café, thé...
Sucre en cubes	Obtenu par ré-humidification, séchage puis concassage de lingots de sucre de canne cristallisé	Boissons chaudes élaborées (cafés flambés...)
Sucre glace	Obtenu par le broyage très fin du sucre cristallisé blanc	- Glaçage, décors de gâteaux - Desserts sans cuisson : mousses... - Meringues, soufflés glacés, chantilly...
Vergeoise	Obtenue à partir d'un sirop de betterave, ayant subi des cuissons successives	Ingrédient de spécialités de la pâtisserie flamande : tarte au sucre, gaufre...
Cassonade	Sucre cristallisé roux obtenu directement à l'issue de la première cuisson du jus de canne	- Croûtes des crèmes brûlées ou catalane - Recettes exotiques : ananas, punch... - Desserts d'origine anglaise : crumble, pudding, cake, Apple pie...
Sucre candi	Obtenu à partir de la cristallisation très lente (10-12 jours), sur un fil de lin ou de coton d'un sirop très pur concentré et à chaud, puis mis à refroidir à température ambiante	- Préparations traditionnelles de fruits à l'eau-de-vie, apéritifs maison - Irish coffee, vin chaud...
Sucre gélifiant ou sucre pour confiture	Sucre cristallisé auquel sont ajoutés de la pectine naturelle de fruits pour assurer la gélification, et de l'acide citrique pour favoriser l'action de la pectine et assurer la conservation des confitures	- Confitures, gelées, marmelades en particulier pour les fruits pauvres en pectine ou peu acides - Sucre pour sorbets pour éviter les paillettes lors de la congélation

Formes commerciales	Traitement	Principales utilisations
Sucre vanillé	Sucre cristallisé très fin aromatisé à la vanille : au moins 10% de poudre ou d'essence de vanille	Pâtisseries diverses, salades de fruits...
Sucre en grains (ou casson)	Sucre blanc moulu concassé ; un tamisage permet le classement des grains d'après leur grosseur	Décors de chouquettes, grains de fruits, cookies...
Sucre liquide	Solution de canne liquide	Salades de fruits, cocktails...

Source : M. Murat. *Nutrition humaine et sécurité alimentaire*. Éditions Tec & Doc Lavoisier – Éditions Médicales Internationales, 2009. p 287/288.

A.IX. Les différentes propriétés du sucre

Le sucre, sous ses différentes formes, est utilisé en agroalimentaire pour ses nombreuses propriétés. Les sucres seront employés dans les différents secteurs de l'agroalimentaire en fonction de leurs propriétés spécifiques.

A.IX.1. Fonction nutritionnelle

La fonction première du sucre est d'apporter de l'énergie à l'organisme : il a une fonction nutritionnelle [25]. En effet, les glucides ont la capacité d'apporter 4 kilocalories (kcal) par gramme de sucre à l'organisme. Cela représente également 16 kilojoules (kJ) par gramme de sucre.

On pourra d'ailleurs préciser que les sucres lents fourniront de l'énergie sur le long terme alors que les sucres rapides apporteront de l'énergie instantanément.

Les besoins nutritionnels en glucides sont dépendants de l'âge, du sexe, de la taille, du poids et du niveau d'activité physique. Il est ainsi recommandé depuis 2001 d'avoir un apport en glucides totaux de l'ordre de 50-55% de l'Apport Énergétique Total (AET) selon l'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) [26]. Il n'existe actuellement pas de recommandations spécifiques entre une consommation en glucides complexes ou en glucides simples, même si l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) conseille de ne pas dépasser l'apport en sucres ajoutés à 10% de l'AET. Selon les apports nutritionnels journaliers recommandés (dans les repères nutritionnels du PNNS : Plan National Nutrition Santé), pour une femme adulte consommant 2 100 kcal et pour un homme adulte consommant 2 600 kcal par jour, cela correspond donc à 52,5 et 65 grammes de sucres ajoutés par jour respectivement.

Ces recommandations se basent sur les besoins énergétiques de l'organisme [27]. En effet, le cerveau est un grand consommateur de glucides, à lui-seul il nécessite un apport en glucides de l'ordre de 120 grammes de glucose par jour. D'autres éléments de l'organisme ont également des besoins, comme les cellules et en particulier les globules rouges, qui ne consomment exclusivement que du glucose. Au total, ce sont 160 grammes de glucides qui doivent être consommés de façon quotidienne, ce qui représente un apport énergétique de 640 kcal par jour en glucides.

A.IX.2. Fonction organoleptique

Le second rôle essentiel du sucre, et duquel il tient sa définition, c'est que le sucre est employé pour donner une saveur sucrée aux aliments. En effet, il existe quatre saveurs de base : le sucré, le salé, l'amer et l'acide [28]. On pourra éventuellement ajouter un cinquième sens, l'umami, qui signifie délicieux en japonais, mais qui n'est pas encore reconnu comme une saveur à part entière dans le monde occidental. La saveur sucrée est une saveur douce et agréable, elle provoque une sensation de plaisir chez le consommateur. C'est une saveur innée : dès la naissance, nous avons un attrait pour cette substance.

Nous pouvons percevoir cette saveur grâce à notre sens gustatif. Cette saveur est perçue par la langue : dès qu'un aliment sucré entre en contact avec la salive et un récepteur gustatif (bourgeon du goût) situé au niveau des papilles gustatives, un stimulus se crée. Le message gustatif passe alors des cellules sensorielles (bourgeons du goût) aux voies nerveuses périphériques afférentes et enfin aux centres nerveux qui réceptionnent le message.

Tous les sucres possèdent un pouvoir sucrant plus ou moins fort. En fonction de ce pouvoir sucrant et donc de l'intensité de la saveur sucrée, on pourra choisir tel ou tel sucre à incorporer dans une recette spécifique afin d'obtenir le résultat souhaité. Le besoin de retrouver le goût sucré dans les aliments prend parfois même une grande importance dans les pays industrialisés au point que la fonction organoleptique devient essentielle aux dépens de la fonction nutritionnelle.

On pourra enfin souligner que ce ne sont pas toujours des sucres en tant que tels qui sont utilisés pour donner un goût sucré aux aliments. D'autres substances peuvent jouer ce rôle comme les édulcorants, qui ont un fort pouvoir sucrant et un très faible pouvoir calorifique (sans apport de calories à l'organisme).

A.IX.3. Amélioration de la conservation

L'utilisation de sucre dans les aliments permet également d'augmenter leur capacité de

conservation. Cette capacité est étroitement liée à une grandeur chimique en particulier appelée l'activité de l'eau (a_w). Selon la définition qui lui est associée, l'activité de l'eau, est "un paramètre thermodynamique directement lié au potentiel chimique de l'eau dans un milieu chimique, solide ou liquide, paramètre qui donne une bonne évaluation de la disponibilité réactionnelle de l'eau en tant que milieu solvant ou réactant, c'est-à-dire de l'aptitude de l'eau à solubiliser diverses substances et à participer aux réactions dont elle constitue l'un des réactifs" [25]. En d'autres termes, l' a_w de l'eau permet d'évaluer les interactions de l'eau avec un aliment en fonction de sa disponibilité. Et donc, plus l'activité de l'eau augmente, plus la proportion d'eau disponible augmente.

Or, les micro-organismes ont besoin d'eau libre pour pouvoir se développer. L'adjectif "libre" signifie que l'eau est disponible pour entrer dans des réactions biochimiques. Donc si l'activité de l'eau augmente, sa disponibilité aussi et donc la prolifération de micro-organismes en sera d'autant plus importante.

Dans le cas de certains aliments très sucrés, tels que la confiture, les fruits confits, les sirops... la durée de conservation est alors très longue car la disponibilité en eau dans ces aliments est très faible. De même, le sucre ou le miel à l'état naturel (c'est-à-dire qui n'ont pas subi de traitement spécifique après leur fabrication) ne périssent pas puisque qu'ils contiennent une quantité majeure en sucre et que les bactéries ne peuvent s'y développer.

A.IX.4. Amélioration de la texture

Le sucre est également utilisé en agroalimentaire pour ses propriétés de texturation.

Tout d'abord, la taille des cristaux peut influencer la texture d'un aliment [25]. En effet, selon la granulométrie associée du sucre, l'utilisation finale ne sera pas la même :

- le sucre cristallisé, de taille comprise entre 0,4 et 0,7 millimètres sera utilisé en confiserie, chocolaterie ou dans les produits céréaliers ;
- les sucres "semoule", beaucoup plus fins, ayant une taille comprise entre 0,2 et 0,4 millimètres, obtenus par tamisage et éventuellement broyage des sucres cristallisés, seront utilisés comme sucres de structure, de support, de fermage ou d'enrobage. Ces sucres ont des cristaux très durs et très vifs qui procurent aux aliments une grande stabilité à la chaleur et à l'humidité ;
- les sucres "glaces", obtenus par broyage et tamisage très fins auront une taille inférieure à 0,15 millimètres. Ces sucres sont essentiellement utilisés en pâtisserie pour l'obtention de mousses, meringues et dragées par exemple. En effet, la grande surface de ces sucres présente un avantage pour la dragéification : les charges de sucre surfin permettent un

transfert d'eau rapide de l'intérieur vers la pellicule en surface de la dragée, cela permet ainsi le séchage, la recristallisation et le contrôle de la texture. De plus, le fait d'utiliser du sucre glace pour les meringues et les mousses permettra de les stabiliser, grâce à l'interaction avec le blanc d'œuf, et de leur donner de la légèreté.

La texture des aliments est également influencée par l'activité de l'eau puisqu'elle joue un rôle dans l'effet "humectant" d'un aliment. L'aliment en question va pouvoir garder une texture onctueuse car on aura une teneur en eau suffisamment élevée et une activité de l'eau relativement faible.

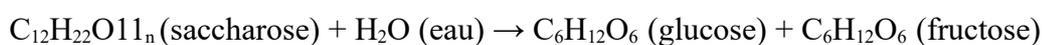
Enfin, la cuisson du sucre est un autre paramètre influençant la texture des aliments. En effet, selon son incorporation à certaines préparations et les températures de cuisson établies, on obtiendra différents résultats. En pâtisserie notamment, on pourra obtenir des biscuits secs ou des biscuits durs. C'est également le cas pour des produits de confiserie (bonbons, friandises...) qui pourront avoir une texture dure, fondante, moelleuse... Pour le chocolat, le sucre apporte une texture croquante.

A.IX.5. Amélioration de la coloration

Le sucre est également beaucoup utilisé en agroalimentaire pour ses propriétés de coloration.

A.IX.5.a) Caramélisation

Cela se remarque de façon évidente avec l'exemple du caramel, où l'on porte le sucre (accompagné d'eau ou non) à forte température. Le point de fusion du saccharose est de 180°C, il faut donc le porter légèrement au-delà de cette température pour observer le phénomène de caramélisation. Au fur et à mesure de la réaction de chauffage, le sucre blanc va prendre une teinte brune. On observe deux phénomènes : l'évaporation de l'eau et la déshydratation du sucre. On obtient alors du caramel. La réaction de caramélisation est la suivante :



Au cours de la réaction, les liaisons du saccharose se cassent : on obtient du fructose et du glucose qui vont se recombinaisonner en d'autres molécules plus complexes (des oligosaccharides ou des polydextroses). Cette réaction est facilement identifiable car on peut observer un brunissement de la préparation ainsi que le dégagement d'une odeur caractéristique de caramel.

Contrairement à la réaction de Maillard, la caramélisation ne fait intervenir qu'un seul réactif : le saccharose.

A.IX.5.b) Réaction de Maillard

La réaction de Maillard s'observe lors de la cuisson d'un aliment. Elle engendre également un brunissement non enzymatique et donne une saveur particulière aux aliments [25]. La réaction de Maillard ne peut avoir lieu que si un aliment possède des glucides et des protéines. De plus, elle ne se réalise qu'avec des glucides qui possèdent une extrémité réductrice, c'est-à-dire que le glucide possède un groupement aldéhyde ($R-CH=O$) ou un groupement cétone ($RCR'=O$) (donc un glucide sous forme linéaire et non cyclique) et que cette fonction va réagir avec un acide aminé présent dans un aliment.

Le saccharose est au départ un sucre non réducteur car ces deux extrémités sont engagées dans une liaison osidique. On rappellera la formule du saccharose : D-glucopyranosyl-($\alpha 1-\beta 2$)-D-fructofuranoside. Mais lorsque l'on va chauffer le saccharose, les molécules de glucose et de fructose vont alors se dissocier. Ces deux molécules sont alors réductrices puisque leur fonctions aldéhyde et cétone ne sont plus engagées dans des liaisons, elles vont ainsi réagir selon le mécanisme énoncé par Maillard (voir en annexe 9).

La réaction de Maillard est sous l'influence de plusieurs paramètres : la température, le pH, l'humidité ou encore la nature du glucide utilisé. Les composés bruns formés sont des molécules appelées mélanoidines, qui résultent de l'interaction entre les fonctions aldéhydes et cétones des glucides et la fonction amine des protides lors d'une opération de chauffage. Les mélanoidines sont donc des molécules conférant aux aliments une odeur (molécule volatile), une couleur (pigment de couleur brune) et une saveur (aromatisation) spécifiques.

La réaction de Maillard possède donc des avantages en termes de couleurs et d'arômes, on les retrouve dans les aliments suivants : la croûte du pain, les biscuits, les pommes de terre frites, les viandes rôties, les sirops, les bières, le café, le chocolat... Mais elle peut présenter également des inconvénients en termes de couleurs et d'odeurs : assombrissement des aliments, odeurs et saveurs non désirées, perte de valeur nutritionnelle.

A.IX.6. Amélioration de l'aspect visuel

Le sucre peut aussi avoir un rôle visuel. Lorsque l'on utilise du sucre dans le domaine de la pâtisserie, il est possible de réaliser différentes créations artistiques. On peut par exemple l'utiliser dans des pâtes à sucre extrêmement modulables pour décorer les gâteaux, en utilisant toutes les

couleurs, toutes les tailles et toutes les formes possibles. On peut également jouer sur sa recristallisation pour obtenir des structures étonnantes. En effet, on peut utiliser du caramel liquide et créer des formes particulières. En refroidissant, le caramel va redevenir dur et garder la forme souhaitée. De plus, on peut également réaliser des glaçages à l'aide de sucre glace pour donner un aspect brillant au produit final. Enfin, en cuisant, le sucre se teinte d'une coloration rousse et donne un côté appétant à l'aliment.

A.IX.7. Amélioration de la congélation

Le sucre joue également un rôle lors du phénomène de congélation par l'intermédiaire des propriétés de l'activité de l'eau. En effet, le sucre présent dans un aliment apportera un effet protecteur sur celui-ci car grâce au grand nombre de liaisons hydrogène existant entre les sucres et l'eau, cela va ralentir la formation des cristaux de glace et éviter de détruire l'aliment.

A.IX.8. Permet la fermentation

Dans les phénomènes de fermentation, le sucre a aussi son importance. On utilise par exemple le sucre pour fabriquer de l'alcool car c'est un excellent support de fermentation. En effet, la fermentation alcoolique est un processus biochimique faisant intervenir le sucre, et notamment le glucose. La fermentation alcoolique est généralement réalisée par des levures dans un milieu liquide sans oxygène. Les levures se nourrissent du sucre présent dans le milieu et le transforment en alcool (éthanol) et en gaz carbonique (CO₂ qui forme le pétillant des bulles). Selon la concentration en sucre du milieu, les boissons obtenues seront différentes. Par exemple pour le champagne, on aura du champagne doux, demi-sec ou brut.

On utilise également le sucre dans le domaine de la boulangerie-pâtisserie car lors de la fabrication du pain, des brioches, des gaufres etc..., on retrouve le même phénomène. On a là-aussi la formation de gaz carbonique au cours du processus, ce qui apportera au pain une mie beaucoup plus aérée. Il y a cependant une différence avec le processus de fabrication des boissons alcoolisées, c'est que les produits de panification vont subir une cuisson et que l'alcool formé au cours de la fermentation va alors s'évaporer.

A.IX.9. Propriétés spécifiques des glucides polymérisés

L'amidon est extrêmement sollicité en agroalimentaire car c'est un additif aux multiples

propriétés. On l'utilisera principalement dans les secteurs des boissons, de la confiserie ou de la boulangerie. L'amidon est un très bon liant, épaississant, texturant, stabilisant, gélifiant...

L'amidon est composé d'amylose et d'amylopectine : l'amylose est une chaîne de glucose linéaire tandis que l'amylopectine est une chaîne de glucose ramifiée. La composition en amylose et en amylopectine confère à l'amidon des propriétés spécifiques. Par exemple, un amidon plutôt riche en amylose aura la capacité de donner des gels opaques, fermes, de texture courte. En refroidissant, ces gels auront tendance à donner des gels très fermes et très durs. Ce type d'amidon sera donc un très bon gélifiant. Pour les amidons riches en amylopectine, les gels formés donneront une texture moyenne ou longue de couleur translucide. Ce type d'amidon sera plutôt un bon épaississant car les chaînes d'amylopectine ne s'associeront pas aussi bien que dans le cas des amidons riches en amylose.

A.IX.10. Exhausteur de goût

Un exhausteur de goût est une substance qui permet d'augmenter l'intensité de la perception du goût et/ou de l'odeur d'un aliment sans avoir une saveur propre prononcée. Le sucre peut être considéré comme un exhausteur de goût car il rehausse le goût d'un aliment lorsqu'il est incorporé dans certaines préparations.

Le sucre permet de révéler et de mettre en valeur les arômes et les saveurs des autres ingrédients. Par exemple, son ajout dans les préparations salées n'a en effet pas pour but de rendre ces préparations plus sucrées ou plus douces, mais plutôt de leur donner plus de goût. Les légumes en conserve ont tendance à être assez fades, le fait de rajouter un peu de sucre, même de l'ordre d'une pincée par conserve, permet de rehausser le goût des légumes.

A.IX.11. Avantage financier

Le dernier avantage d'utiliser du sucre en industries alimentaires, et non des moindres, et que le sucre est aujourd'hui une denrée alimentaire ayant un prix peu élevé. Il est alors utilisé par les industriels pour pouvoir substituer d'autres matières beaucoup plus chères.

C'est également un moyen de fidéliser le consommateur, car si le consommateur a une attirance pour les produits sucrés, il va chercher en consommer davantage.

A.X. Identifier le sucre contenu dans les produits alimentaires grâce à l'étiquetage

Pour connaître les quantités et les types de sucres contenus dans les aliments, l'étiquetage des denrées alimentaires a été instauré. Toutes les mesures obligatoires sont mentionnées dans le règlement dit INCO (Informations des Consommateurs), le Règlement (UE) n° 1169/2011 du Parlement Européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires. [29]

A.X.1. La déclaration nutritionnelle

L'une des composantes obligatoires de l'étiquetage alimentaire des denrées pré-emballées est la déclaration nutritionnelle. Elle est applicable dès le 13 décembre 2014 et a été rendue obligatoire depuis le 13 décembre 2016 (voir L 304/41 du Règlement). [29]

Tableau 4: Contenu, présentation et expression de la déclaration nutritionnelle obligatoire

Déclaration nutritionnelle obligatoire	Pour 100g ou 100mL de denrée alimentaire - Exemple d'un produit non sucré : Champignons de Paris, pieds et morceaux, en conserve	Pour 100g ou 100mL de denrée alimentaire - Exemple d'un produit sucré : Biscuits aux céréales, aux pépites de chocolat et au miel
Énergie	74 kJ / 18 kcal	1 914 kJ / 456 kcal
Matières grasses	< 0,5g	17 g
Dont acides gras saturés	< 0,1g	8 g
Glucides	1,0 g	65 g
Dont sucres	< 0,5g	26 g
Protéines	2,2 g	8,0 g
Sel	0,56 g	0,6 g

Source : DGCCRF,

https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/dgccrf/documentation/fiches_pratiques/fiches/declaration-nutritionnelle-denrees-alimentaires.pdf

Pour l'étiquetage de la déclaration nutritionnelle des denrées alimentaires, on peut alors retrouver deux informations concernant les quantités et types de sucres présents dans le produit fini (voir mentions colorées dans le tableau ci-dessus). Dans un premier temps, ce tableau nous

renseigne sur les quantités mises en œuvre pour 100 grammes de produit. Dans un second temps, on a le détail des types de sucres :

- la catégorie "Glucides" indique la quantité totale des glucides complexes (dont l'amidon) et des glucides simples (glucose, saccharose, fructose, lactose...);
- la catégorie "Dont sucres" indique la quantité totale de sucres simples qu'ils soient ajoutés ou naturellement présents.

A.X.2. La liste d'ingrédients

La liste d'ingrédients est une autre composante obligatoire de l'étiquetage des denrées préemballées. Toujours selon le règlement INCO [29], l'étiquetage doit mentionner sous forme de liste tous les ingrédients constituant le produit alimentaire selon un ordre pondéral décroissant.

Les sucres mis en œuvre dans la recette sont donc indiqués sur l'étiquetage. Cependant, la diversité des sucres pouvant être utilisés en agroalimentaire est grande. Les sucres peuvent être étiquetés sous cinquante-six appellations différentes : sucrose, saccharose, glucose, fructose, sucre de canne, sucre de betterave, sirop de maïs, agave, sirop d'érable, miel, sirop de glucose-fructose, sucre inverti, dextrose...

On pourra le confirmer au travers d'un exemple de biscuits ci-dessous.



Ingrédients : Farine de BLÉ (33%), **sucre**, matière grasse de palme, beurre de cacao, pâte de cacao, farine d'ORGE (3.3%), LAIT écrémé en poudre, LACTOSE, petit-LAIT en poudre, beurre concentré (LAIT), **sirop de glucose-fructose**, LAIT entier en poudre, poudre à lever (E500), sel, cacao maigre, émulsifiants (lécithine de SOJA, E442), amidon, **sirop de glucose**, colorants (E100, E120, E133, E171), dextrine, arômes, agent d'enrobage (cire de carnauba), huile de noix de coco. (Peut contenir: CACAHUÈTE).

Illustration 4 : Liste d'ingrédients de biscuits au chocolat

Source : [https://www.auchandrive.fr/drive/recherche/biscuit\\$0020mms](https://www.auchandrive.fr/drive/recherche/biscuit$0020mms)

Dans cet exemple, en couleur, on retrouve bien trois types de sucres ajoutés différents. Ce n'est pas la seule source de glucides : on a aussi des sucres simples comme ceux présents dans les différentes formes de lait de la recette qui contient du lactose ; on a enfin des sucres complexes comme l'amidon contenu dans la farine. Ce produit a donc un apport important en glucides, tous n'étant pas détectable au premier abord.

Les produits de ce type, très riches en glucides (complexes et simples), peuvent alors présenter un risque pour la santé humaine.

B) Risques sanitaires liés à la consommation de sucres

L'ANSES a rédigé un rapport d'expertise collective en décembre 2016 intitulé "Actualisation des repères du PNNS : établissement de recommandations d'apport en sucres" [26]. L'Agence indique dans ses conclusions que "ce travail confirme que la consommation excessive de sucres au-delà de certaines quantités présente des risques pour la santé par des effets directs sur la prise de poids, l'augmentation de la triglycéridémie et de l'urémie, ainsi que par des effets indirects sur le diabète de type 2 et certains cancers".

Dans ce rapport, l'Agence ne mentionne pas les effets du sucre sur les caries dentaires puisque ceux-ci ont déjà été démontré d'autre part par l'OMS.

L'ANSES indique également que la consommation excessive de sucres peut entraîner surpoids, obésité et maladies qui y sont associées, comme le diabète de type 2, maladies cardiovasculaires et certains cancers. [30]

D'autres pathologies liées à celles mentionnées ci-dessous peuvent également s'ajouter : les troubles du sommeil, des problèmes de mémorisation / concentration, d'addiction...

B.I. Effets avérés sur la santé

B.I.1. Caries

L'OMS a donc établi en 2015 dans sa directive intitulée "Sugars intake for adults and children" un lien entre le sucre et la carie dentaire. [31]

L'objectif de cette directive était de fixer des recommandations sur les quantités de sucres libres absorbées par l'organisme. Les recommandations établies sont les suivantes : réduire l'apport de sucres libres à 10% de l'Apport Énergétique Total (AET) et ce, tout au long de la vie, chez l'enfant comme chez l'adulte. L'OMS entend par sucres libres les monosaccharides et disaccharides ajoutés aux aliments par les fabricants de produits alimentaires, les préparateurs de denrées alimentaires ou encore par les consommateurs eux-mêmes ; ainsi que les sucres naturellement présents dans le miel, les sirops, ou dans les jus de fruits.

Pour établir ce lien entre la carie dentaire et le sucre, l'OMS s'est basée sur plusieurs études. La première partie de la recherche s'est effectuée sur des données scientifiques. Au total, cette recherche documentaire regroupe 47 études réalisées sur des adultes (environ 1 200 participants) et sur des enfants (260 000 participants). Une revue a ainsi été rédigée en 2014 : on a comparé les caries obtenues chez des individus ayant consommé beaucoup ou peu de sucres libres [32]. La conclusion de cette étude est que les individus consommant plus de sucres avaient plus de risques d'avoir des caries. En effet, cette étude indique qu'il y a une forte association entre la forte consommation de sucres et les caries : un taux plus faible de caries est observé chez des individus consommant moins de 10% d'énergie sous forme de sucres libres que les individus ayant un haut niveau de consommation de sucres.

De plus, trois études ont été menées sur des populations nationales au Japon. Ces études ont été menées durant une période où la consommation de sucres a été réduite : suite à la seconde guerre mondiale, la disponibilité du sucre a considérablement diminué. Durant cette période, la consommation de ces trois populations était de moins de 10 kilogrammes de sucre par an et par habitant (soit environ 5% de l'Apport Énergétique Total). Ces populations ont été comparées avec des personnes consommant entre 10 et 18,25 kilogrammes de sucres par an et par habitant (entre 5 et 10% de l'AET). Dans ces trois études, un niveau plus bas de développement des caries a été observé quand la consommation de sucre était inférieure à 10 kilogrammes de sucre par an et par habitant.

Le sucre que l'on retrouve au sein de notre alimentation peut donc être à l'origine de la formation de caries. Une carie est une maladie infectieuse des dents qui endommage leur structure et peut entraîner leur destruction si elle n'est pas soignée.

Pour cela, les caries ont un mécanisme de formation spécifique [33]. Dans la cavité buccale se trouvent des bactéries dites cariogènes, responsables de la formation des caries dentaires. Ces bactéries appartiennent à plusieurs genres tels que *Streptococcus*, *Lactobacillus* ou *Actinomyces*. Ces bactéries peuvent se retrouver au contact d'hydrates de carbone fermentescibles (sucres présents dans les aliments).

Les sucres fermentescibles sont par exemple le saccharose, qui est considéré comme étant le plus cariogène des sucres fermentescibles, le glucose et le fructose, ou encore le lactose et le maltose mais dans une moindre mesure. Au contraire, le xylitol, le sorbitol (et autres polyols) ou encore l'aspartame sont des sucres de substitution et sont très peu fermentescibles.

Au contact de ces sucres, les bactéries vont se développer et produire des acides organiques. On a alors la formation de la plaque dentaire, pellicule acide, qui va se retrouver au contact des dents au niveau de l'émail (voir schéma ci-dessous).

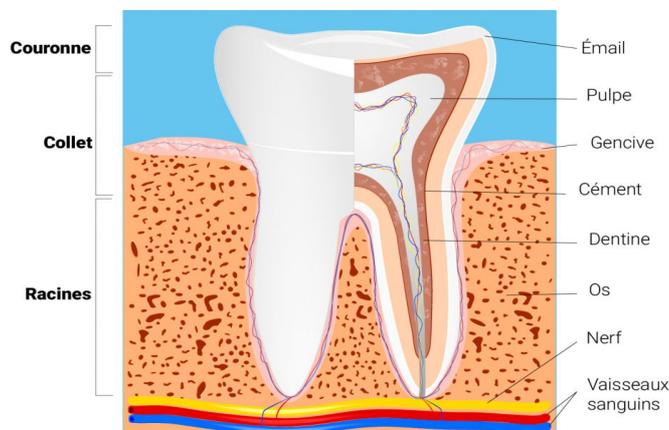


Illustration 5 : Schéma de la dent humaine

Source : <https://www.cliniquedentairefrechettenadeau.ca/lanatomie-de-dent/>

L'acidité induite par les bactéries va donc attaquer l'émail, qui est la partie supérieure de la dent et qui enveloppe la couronne. C'est la partie la plus résistante du corps humain car elle doit résister à la mastication tout au long de notre vie. Mais celle-ci n'est pas très résistante aux attaques chimiques : l'émail peut être dissout par l'acidité produite par les bactéries.

Après un repas, les bactéries vont donc se nourrir des restes d'aliments présents dans la bouche et notamment des sucres, qu'elles vont transformer en acides. Dans un premier temps, la salive permet de diluer cette acidité grâce à son pouvoir tampon (la salive permet de faire remonter le taux du pH). Mais si les temps de contact entre les bactéries, les sucres et l'émail, sont prolongés et/ou répétés alors on aura la formation d'une carie.

Une carie possède plusieurs phases de développement.

Au départ, la carie touche l'émail de la dent. Elle est difficilement détectable puis peut devenir visible (tâche foncée apparaissant sur la dent). Si elle est détectée à temps, on pourra l'éliminer facilement sans moyens chirurgicaux (élimination par le dentiste par nettoyage avec les instruments médicaux adaptés).

Ensuite, l'acidité peut détruire tout l'émail de la dent. La carie atteint alors la dentine, partie se trouvant plus au centre de la dent, qui contient des filaments nerveux et qui est responsable de la sensibilité à la température (chaud / froid). A ce stade, on peut détecter la carie par des douleurs. La cavité qui s'est alors créée dans la dentine est irréversible et nécessitera des soins particuliers (soins restaurateurs).

Enfin, si la carie n'est pas traitée, elle peut atteindre la pulpe, partie la plus au centre de la dent. La pulpe est la partie vivante de la dent, elle est irriguée par des vaisseaux sanguins et est riche en terminaisons nerveuses donc très sensible. La carie est identifiable car un abcès s'est formé, causant des douleurs importantes. Les complications liées à la propagation de la carie sont plus importantes également : le risque est de perdre la dent mais également de propager l'infection liée à l'abcès dans l'organisme, puisque cette partie de la dent est irriguée et communique avec tout le système sanguin.

La présence de sucres dans la cavité buccale et plus particulièrement en contact avec la plaque dentaire, provoque des caries dentaires pouvant causer des dommages à l'organisme.

B.1.2. Prise de poids / obésité

L'OMS affirme que le sucre et l'obésité ont un lien direct, notamment lorsque celui-ci est consommé en quantités excessives. Cela se produit par exemple lorsqu'on a une rupture de la balance énergétique, quand on consomme plus de calories qu'on en dépense. Elle affirme également qu'il est nécessaire de limiter notre consommation de sucre libre pour éviter les risques de surpoids et d'obésité. L'OMS s'appuie sur un argument principal : le sucre augmente le nombre de calories d'un aliment sans l'enrichir en nutriments sains.

Le surpoids et l'obésité sont deux maladies reconnues par l'OMS : elles sont toutes deux caractérisées par une accumulation anormale ou excessive de graisse corporelle pouvant nuire à la santé [34]. Le diagnostic de ces maladies peut se faire grâce au calcul de l'Indice de Masse Corporelle (IMC). Cet indice s'obtient en calculant le rapport du poids d'un individu (exprimé en kilogrammes) par la taille de l'individu (exprimé en m²). C'est l'OMS qui a défini cet Indice de Masse Corporelle, il est utilisé comme standard pour évaluer les risques liés au surpoids.

Tableau 5 : Caractérisation de la corpulence d'un adulte en fonction de l'Indice de Masse Corporelle (IMC)

Classification de la Corpulence	Valeur de l'IMC
Insuffisance pondérale	< 18,5
Éventail normal	18,5 – 24,9
Surpoids	≥ 25,0
Pré-obésité	25,0 – 29,9
Obésité	≥ 30,0
Obésité, classe I	30,0 – 34,9
Obésité, classe II	35,0 – 39,9
Obésité, classe III	≥ 40,0

Source : OMS, <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/facts/fr/>

Le calcul de l'IMC permet donc de déterminer la corpulence d'une personne adulte quelque soit son sexe. Pour un enfant, le couple taille/poids n'est pas exploitable, il faut utiliser les courbes de croissance.

Pour résumer, si l'IMC est inférieur à 18,5, l'individu est considéré comme étant en sous-poids. L'insuffisance pondérale peut signifier des troubles de l'alimentation et présenter des risques pour la santé, comme l'ostéoporose, l'infertilité ou encore une faiblesse du système immunitaire. Si cet IMC est compris entre 18,5 et 24,9, l'individu est considéré comme étant en bon état de santé, ses risques de développer des problèmes de santé liés au poids sont diminués. Enfin, si l'IMC est égal ou supérieur à 25, l'individu a le plus de risques de développer certaines maladies telles que le diabète, des maladies cardiovasculaires ou certains types de cancers.

L'obésité est un état caractérisé par un excès de masse adipeuse répartie de façon généralisée dans les différentes zones grasses de l'organisme [35]. Cette maladie a plusieurs causes :

- les facteurs génétiques : certains gènes peuvent avoir une influence sur la corpulence et le pourcentage et la distribution de la masse grasse ;
- les facteurs endocriniens : cela fait référence à des dérèglements hormonaux, glandulaires...
- les autres facteurs médicaux : certaines maladies et leurs traitements peuvent causer l'obésité
- les facteurs environnementaux et les modifications comportementales : une alimentation déséquilibrée (trop riche en matières grasses), un changement de style de vie (sédentarité), le manque d'activité physique...

Ici, on s'intéressera plus particulièrement à l'influence d'une consommation de sucres

excessive. Lorsque l'on consomme des produits riches en glucides, et principalement des aliments riches en sucres simples tels que les sodas, les nectars et les jus de fruits à base de concentrés, les jus de fruits frais, les smoothies, etc... l'apport énergétique est important. Un gramme de glucides va apporter 4 kcal à l'organisme.

Lorsque l'organisme reçoit de l'énergie sous forme de sucre, il va directement en assimiler une petite partie. En effet, au cours de la digestion, le sucre va passer dans le sang sous forme de glucose pour nourrir l'organisme. La partie restante que l'organisme ne peut pas assimiler instantanément va être stockée sous forme de réserve énergétique (glycogène) dans le foie ou les muscles. Lorsque l'organisme aura besoin de cette énergie, elle sera libérée de nouveau. Mais lorsque cet apport énergétique en sucre est trop important ou répété, l'organisme n'est pas capable de stocker tout ce sucre dans les muscles ou le foie. Celui-ci est alors transformé en graisse et stocké dans le foie ou les cellules du tissu adipeux. La graisse s'accumule alors dans l'organisme et l'individu prend du poids. Lorsque cette prise de poids dépasse les valeurs fixées par l'OMS (quand l'IMC devient supérieur à 30), l'individu est alors caractérisé comme étant obèse.

B.I.3. Augmentation de la triglycéridémie

L'hypertriglycéridémie provoquée par une consommation excessive de boissons sucrées n'a pas été prouvée scientifiquement mais dans son rapport, l'ANSES indique que des apports journaliers en fructose supérieurs à 50g/jour peuvent entraîner une augmentation des triglycérides sanguins [26].

La triglycéridémie est la concentration en triglycérides dans le sang [36]. Les triglycérides sont des molécules constituées d'un noyau glycérol et de trois chaînes d'acides gras, comme le montre le schéma ci-dessous.

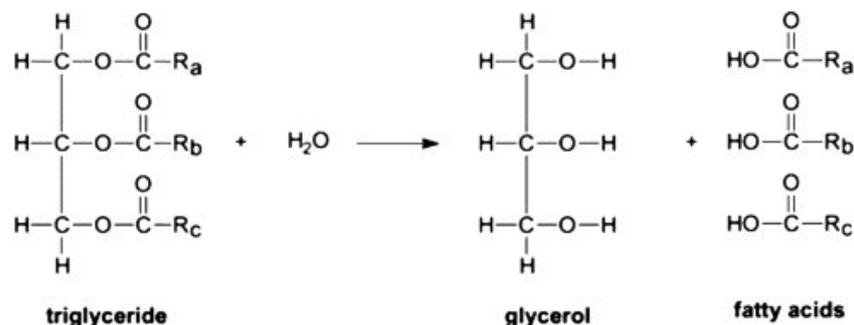


Illustration 6 : Décomposition des triglycérides : détail de leur formule chimique

Source : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148113005843>

Les triglycérides sont une réserve d'énergie pour l'organisme : la partie glycérol est une réserve, les acides gras sont la source d'énergie. Ils sont synthétisés dans l'intestin grêle, dans les cellules adipeuses (adipocytes) et dans le foie (hépatocytes). Leur taux a été évalué dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Classification du taux de triglycérides dans le sang

Interprétation	Taux de triglycérides dans le sang
Normal	Inférieur à 1,7 mmol/L
Légèrement élevé	De 1,7 à 2,25 mmol/L
Élevé	De 2,25 mmol/L à 5,63 mmol/L
Très élevé	Supérieur à 5,63 mmol/L

Source : https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/Dietes/Fiche.aspx?doc=hypertriglyceridemie_diete

En premier lieu, suite à la consommation d'aliments riches en sucres, l'organisme digère les aliments et le glucose passe dans le sang au niveau des intestins [37]. La glycémie, soit le taux de sucre dans le sang, augmente donc. C'est également le cas de l'insuline, qui est une hormone permettant le stockage de ce glucose. Donc, lors d'une forte consommation de glucides, l'insuline transforme le glucose en glycogène et le stocke dans le foie et dans les muscles. En cas de consommation excessive en sucre, le glucose est également amené dans le foie, mais il y sera transformé en triglycérides qui seront stockés dans les adipocytes. C'est principalement la consommation de produits sucrés, et notamment de fructose (donc en particulier dans les jus de fruits et autres boissons sucrées, les gâteaux, les confiseries...), ainsi que l'alcool (sucres fermentés) qui entraîne ces réactions. La synthèse de triglycérides à partir de glucides est appelée lipogenèse.

La lipogenèse est donc réalisée dans le tissu adipeux et dans le foie lorsque la glycémie est élevée. Elle nécessite une concentration élevée en ATP (Adénosine TriPhosphate), énergie nécessaire aux réactions biochimiques dans les cellules, ainsi qu'un taux de glucose dans le sang élevé. L'excès d'énergie sous forme d'ATP va engendrer une accumulation d'acétyl CoA et de glycéraldéhyde phosphate : les molécules d'acétyl CoA vont s'assembler pour former des chaînes d'acides gras alors que le glycéraldéhyde phosphate va se transformer en noyau glycérol. L'assemblage de ces deux types de molécules donnera des triglycérides.

B.I.4. Complications liées au taux élevé de triglycérides

Il a été indiqué dans le rapport de l'ANSES qu'un excès d'apport énergétique, notamment sous la forme de fructose, provoquait l'augmentation de lipides intrahépatiques, ce que l'on peut également appeler stéatose hépatique non alcoolique. Cela correspond en d'autres termes, à l'obtention d'un foie gras. Cependant, il n'y a pas de preuves suffisantes pour incriminer tous les types de sucres.

La stéatose hépatique non alcoolique se caractérise par une accumulation de graisses dans le foie, causée par un taux de triglycérides élevé, pouvant être à l'origine d'une alimentation riche en sucres [38]. Cette maladie peut évoluer en stéatohépatite non alcoolique, forme plus sévère de la maladie. Elle se caractérise elle-aussi par la présence de graisses dans le foie mais également une inflammation et une dégénérescence des cellules hépatiques.

À une étape plus avancée, la stéatose hépatique peut provoquer une fibrose du foie. La fibrose est une maladie caractérisée par la formation d'une quantité anormalement élevée de tissu cicatriciel dans un organe.

La fibrose peut à son tour engendrer une cirrhose de foie, suite à une cicatrisation sévère. Dans ce cas, les cellules hépatiques sont désorganisées et elles ne fonctionnent plus suffisamment. Le dernier stade est alors le cancer du foie.

B.I.5. Maladies cardiovasculaires

Les maladies cardiovasculaires sont définies par l'OMS [39] comme constituant un ensemble de troubles affectant le cœur et les vaisseaux sanguins, qui comprend : les cardiopathies coronariennes, les maladies cérébro-vasculaires, les artériopathies périphériques, les cardiopathies rhumatismales, les malformations cardiaques congénitales, les thromboses veineuses profondes et les embolies pulmonaires. On peut y inclure les infarctus et les accidents vasculaires cérébraux, mais en tant qu'événements ponctuels, liés au blocage d'une artère empêchant le sang de circuler jusqu'au cœur ou au cerveau. Elles ont pour origine la plus courante la formation d'un dépôt gras sur les parois internes des vaisseaux sanguins. Une des causes possibles de ces maladies est une mauvaise alimentation et l'obésité, se traduisant par exemple par un apport excessif en sucre.

Une alimentation trop riche en sucre est également un facteur faisant intervenir le syndrome métabolique [40]. Le syndrome métabolique, étant également appelé syndrome X, se traduit par la

présence de plusieurs troubles physiologiques. Une personne atteinte du syndrome métabolique présente donc une obésité abdominale (tour de taille supérieur à 94 cm chez l'homme et 80 cm chez la femme) et au moins deux critères parmi la liste suivante :

- taux élevé de triglycérides (supérieur à 1,7mmol/L de sang)
- faible taux de cholestérol HDL (High Density Level), appelé également le "bon" cholestérol (inférieur à 1,03 mmol/L chez la femme et 1,29 mmol/L chez l'homme)
- hypertension artérielle (supérieure à 130 mmHg pour la pression artérielle systolique et 85 mmHg pour la pression artérielle diastolique)
- taux élevé de glycémie (supérieur à 5,6 mmol/L).

B.1.6. Augmentation de l'uricémie

Également dans son rapport [26], l'ANSES indique que le taux de fructose absorbé par l'organisme aurait une influence sur l'augmentation de l'uricémie. Dans le cas de l'augmentation de la triglycéridémie, les preuves étaient données pour une consommation de 50g/jour de fructose. Dans le cas de l'uricémie, les données sont significatives pour des apports journaliers de 100g/jour.

L'uricémie est la concentration en acide urique dans le sang [41]. Il ne faut pas la confondre avec l'urémie, qui est la concentration en urée dans le sang. L'acide urique comme l'urée, sont des molécules azotées filtrées par les reins et ensuite éliminées de l'organisme sous forme d'urine.

La présence trop importante d'acide urique dans le sang est liée à deux paramètres. Le premier paramètre est une alimentation trop riche en purine. La purine est contenue dans les acides nucléiques : l'ADN (Acide DésoxyriboNucléique) et l'ARN (Acide RiboNucléique), notamment l'adénine et la guanine sont des bases puriques. Les aliments riches en purine sont par exemple les abats, les œufs, le foie, le ris de veau, les poissons, les volailles... L'autre paramètre influençant la présence d'acide urique dans le sang est une alimentation riche en fructose, soit une consommation importante de fruits, de jus de fruit, de boissons sucrées, de confiseries...

Pour établir un lien entre la consommation de sucre et la concentration d'acide urique dans le sang, il faut d'abord évoquer les conséquences de la mauvaise élimination de l'acide urique. En effet, si celui-ci n'est pas éliminé correctement par les reins au travers des urines, il peut provoquer la goutte. La goutte est une maladie inflammatoire, c'est un type d'arthrite caractérisé par des articulations douloureuses, raides et enflammées. Elle touche principalement les articulations telles

que le gros orteil, la cheville, le poignet, le genou, le coude ou encore la main.

Une étude a été menée en 2010 par le Journal of the American Medical Association aux États-Unis grâce aux données d'une autre étude : la "Nurses' Health Study". Cette étude menée auprès de 79 000 femmes a montré que les femmes consommant plus de deux canettes de sodas par jour avaient deux fois plus de risques de développer la maladie de la goutte. Cette conclusion était également valable pour les femmes consommant au moins 35 cl de jus d'oranges par jour.

Le même type d'étude avait été mené chez des individus de sexe masculin deux ans auparavant et les résultats étaient semblables : les hommes consommant deux boissons sucrées par jour ou plus présentaient un risque de développer la maladie de la goutte plus élevé de 85% par rapport aux hommes consommant moins d'une boisson de ce type par mois. De plus, plus la consommation en boissons très riches en sucres augmente, plus le risque est accru.

B.1.7. Diabète de type 2

B.1.7.a) Le diabète, qu'est ce que c'est ?

Le diabète est une maladie caractérisée par une élévation de la glycémie au-dessus des valeurs normales pouvant conduire à des complications métaboliques et tissulaires spécifiques [42].

Pour rappel, la glycémie est la mesure du taux de glucose dans le sang. Elle s'exprime par exemple en grammes par litre (g/L). Si le taux de sucre dans le sang est trop élevé, on parle d'hyperglycémie. Au contraire, lorsque le taux de sucre dans le sang est trop faible, on parle d'hypoglycémie.

La glycémie est régulée par deux hormones principales : une hormone hypoglycémiante, l'insuline, et une hormone hyperglycémiante, le glucagon. L'insuline permet donc d'abaisser le taux de glucose dans le sang en stockant ce glucose dans les cellules des muscles, les cellules adipeuses et les cellules du foie. Le glucagon permet à l'inverse de libérer le glucose accumulé dans les cellules hépatiques, les adipocytes et les cellules musculaires pour l'amener dans le sang. L'insuline est sécrétée par les cellules β des îlots de Langerhans du pancréas.

L'OMS a donc défini des valeurs seuils de glycémie (pathologiques) par leur association à l'apparition de complications micro-vasculaires en s'appuyant sur des études épidémiologiques de référence. Deux mesures sont possibles pour déterminer qu'un individu est atteint de diabète :

- une mesure à jeun (sang veineux) : si la glycémie constatée est supérieure à 1,26g/L à deux reprises ;

- une mesure "au hasard", c'est-à-dire à n'importe quel moment de la journée et donc quelque soit l'heure du repas précédent : si la glycémie constatée est supérieure ou égale à 2,00g/L.

Deux autres méthodes sont également possibles :

- la mesure de l'hyperglycémie provoquée par voie orale : après ingestion de 75g de glucose, mesure de la glycémie après 2h. Le diabète est avéré si la glycémie est supérieure à 2,00g/L à la deuxième heure. Cette méthode est essentiellement utilisée dans le cadre d'un diabète gestationnel.
- La mesure de l'hémoglobine glyquée HbA1c qui est une protéine dépendante de la glycémie. Si le taux de cette protéine est supérieur est 6,5%, l'individu est atteint de diabète. Ce type d'examen n'a pas encore été validé en France mais est utilisé dans de nombreux autres pays.

Pour réguler le taux de sucre dans le sang, la glycémie, plusieurs facteurs entrent en jeu :

- les apports en sucre, essentiellement par l'alimentation ;
- la fabrication par l'organisme de sucre, essentiellement par le foie (relargué par le glucagon) ;
- l'utilisation du sucre par les cellules grâce à l'insuline.

B.1.7.b) Les différents types de diabètes

Il existe plusieurs formes de diabètes : le diabète de type 1 (DT1), le diabète de type 2 (DT2), le diabète gestationnel ou d'autres formes de diabètes atypiques.

Le diabète de type 1 est défini comme étant une maladie auto-immune spécifique d'organe, où l'organe concerné est le pancréas et le type cellulaire la cellule β des îlots de Langerhans. Dans le cas du DT1, les cellules β sont détruites de façon spécifique et irrémédiable par les mécanismes immunologiques. Elles ne peuvent donc plus sécréter d'insuline et la glycémie n'est plus régulée par l'organisme. Le DT1 est d'origine génétique principalement et sous l'influence de facteurs environnementaux.

Le DT2 est également appelé diabète gras ou diabète de la maturité [43]. C'est une maladie caractérisée par une hyperglycémie chronique, c'est-à-dire un excès de sucre dans le sang de manière fréquente. Ce type de diabète est provoqué par deux anomalies du métabolisme glucidique : une insulino-résistance des tissus périphériques et un défaut sécrétoire qualitatif et

quantitatif de la cellule β des îlots de Langerhans. Dans ce type de diabète, l'insuline sécrétée a une structure normale mais fonctionne de façon anormale. En effet, les tissus cibles (le foie, les muscles et le tissu adipeux) sont beaucoup moins sensibles à son action : on a un phénomène de résistance. Cela entraîne donc une augmentation de la production d'insuline, car comme elle est moins efficace, il en faut une quantité plus importante. Suite à cette surproduction, le pancréas finit par s'épuiser et ne peut plus fabriquer suffisamment d'insuline.

Le diabète de type 2 a également une origine génétique mais l'influence des facteurs environnementaux est beaucoup plus importante, notamment le facteur du mode de vie.

Le diabète gestationnel regroupe toutes les formes d'intolérance au glucose étant apparues ou découvertes pendant la grossesse.

Enfin, les diabètes atypiques peuvent être variés : les diabètes secondaires, les diabètes iatrogéniques et les diabètes monogéniques. Les diabètes secondaires sont provoqués par des pathologies pancréatiques ou endocriniennes. Les diabètes iatrogéniques résultent de la prise de médicaments. Et enfin, les diabètes monogéniques sont exclusivement d'origine génétique.

B.I.7.c) Comment intervient le sucre dans l'apparition du diabète de type 2 ?

Le diabète de type 2 représente environ 90% des types de diabètes dans les pays occidentaux [24]. Ce type de diabète est extrêmement sensible au mode de vie. Il s'est essentiellement développé suite à l'influence de plusieurs facteurs : l'augmentation de l'incidence de l'obésité et du surpoids, l'importance de la ration calorique, la sédentarisation et le vieillissement de la population.

Le diabète de type 2 résulte de nombreux facteurs, les principaux étant la surcharge pondérale et la sédentarité. La surcharge pondérale résulte d'un déséquilibre énergétique. En d'autres termes, la consommation de sucres en excès provoque l'obésité et l'obésité influence le diabète. La consommation excessive de sucre peut aussi, à elle-seule, influencer l'apparition du diabète.

B.II. Effets probables sur la santé

B.II.1. Addiction

L'addiction est caractérisée comme étant une pathologie cérébrale définie par une

dépendance à une substance ou à une activité, avec des conséquences délétères sur la santé [48]. Les principales substances étant reconnues comme addictives sont le tabac (nicotine), l'alcool, le cannabis, l'héroïne, la cocaïne... Lorsque l'on parle d'une addiction à une activité, cela peut faire référence au sexe, au travail, aux jeux vidéo, à la nourriture... Aujourd'hui, l'addiction au sucre n'est pas avérée scientifiquement mais cette hypothèse devient une réelle question de société.

La saveur sucrée est une saveur innée, connue depuis toujours et que l'on trouve douce et agréable de façon naturelle. Lors de la consommation d'aliments sucrés, on a une libération de dopamine, qui est un neurotransmetteur, procurant une sensation d'apaisement et d'euphorie. Les aliments sucrés activent le circuit de la récompense et peuvent donc être apparentés à d'autres formes de drogues (nicotine, alcool, cannabis...).

Il n'y a actuellement pas d'échelle pour mesurer le plaisir. Cependant, les critères de l'addiction sont clairement définis, selon l'American Psychiatric Association :

- besoin impérieux et irrésistible de consommer la substance ou de jouer
- perte de contrôle sur la quantité et le temps dédié à la prise de la substance ou au jeu
- beaucoup de temps consacré à la recherche de substances ou au jeu
- augmentation de la tolérance au produit addictif
- présence d'un syndrome de sevrage, c'est-à-dire de l'ensemble des symptômes provoqués par l'arrêt brutal de la consommation ou du jeu
- incapacité de remplir des obligations importantes
- usage même lorsqu'il y a un risque physique
- problèmes personnels ou sociaux
- désir ou efforts persistants pour diminuer les doses ou l'activité
- activités réduites au profit de la consommation ou du jeu
- poursuite de la consommation malgré les dégâts physiques ou psychologiques

Selon le nombre de critères ressentis, on peut évaluer le niveau de l'addiction : lorsque 2 à 3 critères sont ressentis, l'addiction est dite faible ; lorsque 4 à 5 critères sont ressentis, l'addiction est dite modérée et lorsque 6 critères ou plus sont ressentis, l'addiction est dite sévère.

Une étude a été menée par le directeur de recherche Serge Ahmed, travaillant au CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) et à l'Université de Bordeaux dans le domaine des neurosciences [49]. Son but est de comprendre la neurobiologie de l'addiction à la cocaïne.

La conclusion de son étude est que le sucre a un potentiel addictif plus important que celui de la cocaïne. Pour cela, le professeur a travaillé avec son équipe sur le modèle animal : des rats. L'expérience est simple : d'un côté, les rats ont accès à de la cocaïne par injection en intraveineuse (modèle prouvé comme hautement addictif) et d'autre part, les rats peuvent boire une boisson sucrée (considérée comme récompense). Les rats ont préalablement été habitués à la cocaïne pendant plusieurs semaines. Cette expérience a été réalisée sur 100 individus. Parmi eux, 94 ont préféré largement la solution sucrée plutôt que la cocaïne, 4 rats ont montré une indifférence face à l'une ou l'autre des deux substances disponibles et enfin, 2 rats ont préféré la drogue plutôt que le sucre.

Pour compléter l'étude, même après une exposition à une dose plus importante ainsi qu'une exposition pendant une période plus longue, les rats préféraient tout de même la solution sucrée. L'addiction chez le rat est donc avérée.

Cependant, même si l'addiction au sucre se révèle chez l'animal, le résultat de cette expérience n'a pas encore été extrapolé à l'Homme. En effet, il existe des différences marquées entre les deux espèces. Par exemple, il a été démontré que le rat ne connaissait ni la honte ni la culpabilité, deux critères étant impliqués dans l'addiction. Or, ces émotions sont présentes chez l'Homme. Donc on peut suggérer qu'ils peuvent être tous les deux addicts au sucre mais les preuves scientifiques ne sont à l'heure actuelle pas suffisantes. L'OMS n'a d'ailleurs pas reconnu à ce jour le lien entre l'addiction ou la dépendance alimentaire pour les produits sucrés. On peut simplement parler de plaisir intense ou de compulsion.

B.II.2. Effets sur le sommeil et la fatigue

La consommation de sucre peut aussi être liée à des troubles du sommeil et causer de la fatigue. Il a été prouvé que la consommation de sucre facilitait le sommeil. En effet, le sucre active les neurones situés dans le noyau ventral pré-optique (zone spécifique du cerveau), responsables de l'endormissement. Après consommation d'un repas contenant beaucoup de sucres, il n'y a donc pas de regain d'énergie et d'hyperactivité comme on pourrait le croire au premier abord. En consommant du sucre, on absorbe des calories et donc de l'énergie, mais l'effet final observé est bien une somnolence [50].

Pour se faire, l'équipe "Réseaux Neuronaux du Sommeil" du laboratoire Plasticité du Cerveau travaillant au CNRS et à l'ESPCI Paris Tech (École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles) ont étudié les propriétés des neurones responsables de l'endormissement. Ils ont

travaillé en collaboration avec l'équipe "Physiopathologie des réseaux neuronaux du cycle veille-sommeil" du centre des neurosciences de Lyon. Dans leur étude menée chez l'animal (la souris), ils ont ainsi pu démontrer que lorsque l'on injecte du glucose dans le noyau ventral pré-optique, l'apparition du sommeil est facilitée car l'activité des neurones (astrocytes) promoteurs du sommeil est augmentée sélectivement. Cette activité est liée à la concentration en glucose. Ainsi, le cerveau peut réguler les états d'éveil et de sommeil.

Lorsque l'on apporte du sucre par l'alimentation, une partie du glucose va être amenée dans le cerveau pour lui fournir l'énergie dont il a besoin. Ce glucose est capté par les neurones du noyau ventral pré-optique responsables de l'endormissement. L'utilisation du glucose par ces neurones engendre la formation d'ATP, provoquant ainsi une excitation des neurones. Une fois que les neurones sont excités, un effet d'endormissement est constaté. On a donc une vraie relation entre le sommeil et le métabolisme énergétique.

L'étude a été menée sur 8 individus mâles âgés de 10 semaines [51]. Plusieurs électrodes ont été placées sur leurs corps (cortex cérébral et muscles) pour étudier leurs activités cérébrale et nerveuse (électromyographie). Plusieurs solutions ont été administrées : une solution neutre sans effet thérapeutique, deux solutions concentrées à 5 et 10 mmol/L de glucose. Chez 7 des 8 animaux testés, l'injection de glucose a eu un effet significatif. Les effets observés sont au niveau du sommeil : la première phase du sommeil, appelée sommeil lent, dure en moyenne 60 à 75 minutes. Durant cette phase, le corps et les muscles se relâchent, le corps utilise moins d'énergie et la température du corps s'abaisse doucement tout comme le rythme cardiaque et respiratoire. Suite à l'augmentation de la concentration en glucose, il a été observé une augmentation significative du temps passé en sommeil lent (voir tableau ci-dessous).

Tableau 7 : Répartition du temps de sommeil en fonction de la solution injectée dans le noyau ventral pré-optique

	Solution sans effet thérapeutique	Glucose 5 mmol/L	Glucose 10 mmol/L
Sommeil lent	34,70%	53,20%	56,60%
Sommeil paradoxal	4,00%	7,10%	7,50%
Réveil	61,30%	39,60%	35,90%

Cela influence donc les autres phases du sommeil : le sommeil paradoxal, phase du sommeil pendant laquelle on rêve et la période de réveil.

Les troubles du sommeil tels que les insomnies ou les hypersomnies, les privations de sommeil, etc... joueraient un rôle sur l'apparition du diabète, de l'hypertension artérielle ou encore l'obésité.

B.II.3. Concentration / Mémorisation

Le sucre est le carburant du cerveau. En effet, celui-ci en nécessite 120 grammes par jour pour fonctionner de façon normale. Or, en trop grandes quantités consommées, le sucre pourrait avoir des effets néfastes sur le fonctionnement du cerveau ainsi que sur nos capacités cognitives.

Une étude a été menée par une équipe de chercheurs en Nouvelle-Zélande à l'université d'Otago sur 49 individus [52]. Ils ont ingéré des quantités importantes de différents types de sucres (glucose, saccharose, sucralose). Ils ont ensuite été évalués sur des tests par rapport à leur délai de réponse et leur capacité de calcul pour évaluer leurs performances cognitives. Les résultats ont été significatifs : une consommation de sucre de type glucose ou saccharose entraîne des performances beaucoup plus faibles qu'une consommation de sucre de type sucralose. La conclusion générale de cette étude est que la concentration des individus diminue suite à la consommation de glucose. L'attention serait également en diminution face à une consommation excessive.

Une autre étude a été menée en 2012 par l'Institut National des Troubles Neurologiques et des Accidents Vasculaires Cérébraux [53]. Cette étude a été menée sur des rats ayant une alimentation riche en boissons sucrées (fructose) pour prouver que cette alimentation ralentit l'activité du cerveau, entravant ainsi la mémoire et l'apprentissage. La conclusion de cette étude est que sur le long terme, la consommation élevée en fructose modifie la capacité du cerveau à apprendre et à retenir les informations.

L'expérience réalisée consistait à donner à deux groupes de rats des solutions riches en fructose pendant une durée de six semaines. Le premier groupe a également reçu des acides gras oméga 3 (sous forme d'Acide DocosaHexanoïque : DHA), ayant un rôle de protection des dommages des synapses. Les synapses permettent les connexions entre les cellules et le cerveau, elles jouent donc un rôle dans la mémoire et l'apprentissage.

Pour voir les effets d'une consommation en excès de sucre, les rats ont été exercés à trouver leur chemin dans un labyrinthe pendant cinq jours avant l'expérience, avec un régime alimentaire

standard. Après six semaines de traitement avec des boissons sucrées, le groupe ayant eu le sucre et le DHA retrouvait sa route très facilement tandis que le groupe n'ayant reçu que du sucre mettait plus de temps pour refaire le chemin emprunté.

L'activité synaptique a été analysée : les rats n'ayant pas reçu de DHA montrent une activité synaptique plus faible, ce qui explique qu'ils n'arrivent pas à se souvenir du chemin de sortie qu'ils ont appris six semaines auparavant. Une résistance à l'insuline a également été observée : au niveau du cerveau, l'insuline semble perturber la mémoire et l'apprentissage.

B.II.4. Certains cancers

Aujourd'hui, les preuves scientifiques sont insuffisantes pour démontrer une relation directe entre la consommation de sucre et l'apparition de cancers. Cependant, le sucre joue un rôle dans le processus de cancérogenèse.

Un cancer est une maladie caractérisée par une prolifération anormale de cellules au sein de l'organisme. Or, les cellules ont besoin d'un carburant pour se développer, se multiplier, etc... et ce carburant est le sucre. Les cellules cancéreuses se multipliant donc de façon anarchique utilisent davantage de sucre. Consommer en quantités importantes des aliments sucrés pourrait donc contribuer à la progression des cancers. Pour confirmer cette hypothèse, une étude a été menée en 2009 par le Huntsman Cancer Institute à l'université de l'Utah [44]. Cette étude a prouvé que les cellules cancéreuses utilisent davantage de sucre que les cellules normales : une cellule cancéreuse consomme vingt fois plus de glucose qu'une cellule normale.

De plus, l'apport d'une alimentation trop riche en sucres provoque certaines pathologies comme le surpoids, l'obésité, le diabète... Ces pathologies, définies comme étant de réels facteurs de risques, deviennent alors une cause indirecte de cancers. Le risque lié à une consommation excessive en sucre est alors augmenté.

Et à l'inverse, réduire les apports en sucres pourrait, en théorie, ralentir la croissance des cancers. Une seconde étude a été menée dans ce sens en faisant une recherche complète sur la littérature scientifique en reprenant tous les effets, directs et indirects, du sucre sur les cellules cancéreuses [45]. La conclusion de cette étude est que les cancers sont très sensibles à l'apport en sucres et que le supprimer de l'alimentation pourrait faire disparaître les cancers.

Cependant, même si les preuves ne sont pas suffisantes aujourd'hui, cela n'empêche pas la

suspicion de certains cancers à l'origine de la consommation de sucre. De nombreuses études ont été menées chez l'animal et ne sont pas toujours transposables à l'Homme. Dans son rapport, l'ANSES indique donc que les excès d'apports en sucre contribuent à la prise de poids et à l'obésité, ce sont donc des facteurs de risques établis. Ceux-ci joueraient un rôle dans l'apparition du cancer de l'endomètre et du cancer du sein. Le cancer du sein serait lié à la consommation de sucre car les cellules du sein et les cellules tumorales portent des récepteurs à l'insuline. Lorsque cette hormone se fixe aux récepteurs présents sur les cellules, cela provoque la division cellulaire. Donc, plus il y a d'insuline, plus les cellules se divisent. Si l'on augmente la consommation de sucre, la production en insuline sera également augmentée et donc influencera la division cellulaire et l'apparition d'un cancer.

B.II.5. Défenses immunitaires

Il a été observé que les diabétiques pour lesquels le traitement de la maladie n'était pas encore suffisamment stable présentaient plus de risques d'infections (générales, cutanées, urinaires). L'idée que le sucre intervient pour réduire l'efficacité des mécanismes immunitaires est alors apparue. Aujourd'hui, il n'y a pas de preuve que le sucre est la source de cette fragilité, mais sa consommation en excès influence l'immunité.

Lorsque l'on consomme du sucre, et notamment du sucre raffiné, celui-ci est dépourvu de micronutriments. En effet, les impuretés sont éliminées lors du processus de fabrication pour lui donner une parfaite couleur blanche. Sauf que, lorsque le sucre est assimilé dans l'organisme, il pompe lui-même ces micronutriments lors de sa métabolisation. Cela peut donc engendrer des carences nutritionnelles, notamment en magnésium, en vitamine B, en chrome, en cuivre en zinc ou en vitamine C. Le système immunitaire est alors fragilisé.

De plus, l'absorption de sucre au sein de l'organisme engendre une fermentation de ces sucres dans les intestins au cours de la digestion. Cela peut provoquer des ballonnements ou un développement de bactéries ou de levures pathogènes. L'intestin joue un rôle important dans le fonctionnement du système immunitaire car 70 à 80% des cellules de défense se situent dans l'intestin. Là encore, le système immunitaire est fragilisé.

Enfin, des études ont montré que suite à l'absorption de sucre dans l'organisme, la capacité de phagocytose est diminuée. La phagocytose est un mécanisme biologique qui permet d'éliminer des particules étrangères à l'organisme. Ce sont donc des cellules (des phagocytes) capables d'ingérer et de détruire des molécules susceptibles d'être pathogènes à l'organisme, comme par

exemple des bactéries. Il a été prouvé qu'après une forte consommation de sucre (8 morceaux, soit l'équivalent d'une cannette de soda), l'activité des phagocytes pouvait être diminuée de 35% pendant plusieurs heures. Le système immunitaire est alors en partie paralysé et vulnérable aux pathogènes, qui eux, se nourrissent de sucre pour se développer.

Une consommation excessive de sucre pourrait également conduire à un état dépressif. Selon le docteur Datis Kharraizan, expert en médecine fonctionnelle, un état d'hyperglycémie chronique pourrait augmenter les risques d'inflammation cérébrale et donc entraîner une dépression. Les enfants et adolescents seraient plus sensibles à ces comportements. Une étude a été menée par un étudiant diplômé et son professeur en physiologie, psychiatrie et sciences du comportement à l'université Emory School of Medicine aux États-Unis [47].

Pour cela, des rats adolescents ou adultes ont reçu un régime standard ou un régime riche en fructose pendant dix semaines. Après cette période, les rats adolescents ayant reçu le régime riche en fructose avaient une réponse différente de l'hormone du stress à un facteur de stress aigu. De plus, une voie génétique dans le cerveau jouant un rôle dans la régulation de la réponse du cerveau au stress a été modifiée. Cela confirme donc le comportement de type dépressif de ces rats et la façon dont le corps et le cerveau réagissent au stress. Cette réponse au stress n'a cependant pas été observée chez les rats adultes, qu'ils aient ou non reçu un régime riche en fructose.

Le fructose stimule les voies nerveuses qui affectent la façon dont le cerveau réagit au stress. Cette interaction peut donner lieu à des effets comportementaux importants comme l'aggravation des symptômes liés à la dépression et l'anxiété. Cela est remarquablement marqué chez les adolescents puisque que c'est une période critique durant laquelle se fait le développement de la réponse au stress du cerveau.

C) Comment réduire la consommation de sucre ?

Toutes les pathologies citées ci-dessus constituent des enjeux de santé publique majeurs, il est donc primordial de mettre en place des moyens efficaces pour réduire la consommation excessive de sucre.

C.I. Uniformiser les recommandations en termes de consommation de sucre

Dans un premier temps, de nombreuses recommandations existent à l'heure actuelle, mises en place par différents organismes nationaux et internationaux.

En premier lieu, l'ANSES recommande "de ne pas consommer plus de 100 grammes de sucres totaux par jour (hors lactose et galactose) et pas plus d'une boisson sucrée (en privilégiant les jus de fruits)" [16]. On rappellera que les sucres totaux regroupent tous les types de sucres, sucres simples présents naturellement ou de manière ajoutée dans les aliments ainsi que les sucres complexes. L'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) recommande de ne pas dépasser un apport en glucides supérieur à 50-55% de l'AET, cela correspond donc en moyenne à 275 grammes de glucides pour une femme et 340 grammes pour un homme si l'on prend en compte un apport calorique quotidien de 2 100 kcal pour une femme et 2 600 kcal pour un homme [26].

D'autre part, l'OMS a également fait ses recommandations en matière de sucres libres, soit uniquement les sucres présents naturellement dans les aliments et les sucres ajoutés. L'OMS recommande une consommation de sucres libres inférieure à 10% de l'AET, cela correspond en réalité pour des individus moyens à 52,5 grammes pour une femme et 65 pour un homme de sucres ajoutés si l'on reprend les apports caloriques quotidiens mentionnés ci-dessus. L'OMS aimerait même diminuer cette quantité à 5% de l'AET [8].

Pour pouvoir réduire le sucre, la première étape serait donc de bien comprendre les recommandations émises par les différents organismes à différentes échelles. Pour cela, il serait plus simple d'uniformiser ces recommandations. Cela permettrait aux consommateurs de mieux assimiler les limites fixées. Il serait également favorable de proposer des valeurs seuils complètes, c'est-à-dire pour les différentes "catégories" de sucres. En effet, aujourd'hui, on différencie les sucres simples (présents naturellement et ajoutés) et les sucres totaux (sucres simples et sucres complexes). Les différents organismes en question pourraient, d'une part, adopter la même nomenclature et la même appellation des différents sucres et d'autre part, fixer des valeurs seuils en l'exprimant dans les mêmes unités.

Concernant la nomenclature à adopter, aujourd'hui, l'étiquetage fait référence aux "glucides complexes" et "dont sucres". Les recommandations devraient donc se calquer à ces appellations. Pour les valeurs à attribuer, on pourrait **garder les valeurs actuellement fixées par l'OMS, à**

savoir 52,5 grammes de sucres ajoutés pour un homme et 65 grammes pour une femme. Avec cette limite, un individu pourrait au cours de la journée consommer un verre de jus de fruits, une compote et une barre de céréales en dehors des féculents et fruits et légumes consommés au cours de ses repas principaux (voir teneur en sucres simples en annexe 10). Cependant, on ne pourrait pas abaisser ce taux à 5% de l'AET car actuellement les produits industriels contiennent une quantité trop importante en sucre.

Pour ajuster les valeurs seuils données au sein de leurs recommandations et donc donner une meilleure estimation des limites, les différents organismes ont mis en place des plans futurs :

- En 2020 est prévue la révision de la directive de l'OMS (Guidelines : Sugars Intake for adults and children) [31]. Plusieurs objectifs sont au programme de cette révision : étudier l'action de l'apport en sucres sur le métabolisme, mettre en place des études à long terme montrant les changements de l'apport en sucres libres sur la santé, définir les seuils de consommation de sucres pour lesquels une prise de poids est observée...
- D'ici 2020 également, l'EFSA (European Food Safety Authority) devrait émettre un avis scientifique sur l'apport quotidien en sucres ajoutés dans les aliments. Le but serait de déterminer un seuil maximal d'exposition quotidienne pour les sucres ajoutés. Ce rapport complètera celui émit en 2010 portant sur les valeurs nutritionnelles de référence pour les glucides et les fibres alimentaires. Ce précédent rapport ne possédait pas de données suffisantes à l'époque pour établir une limite à l'apport en sucre global ou en sucres ajoutés.

Des moyens pour réduire la consommation excessive de sucre doivent donc être mis en place. Ceux-ci doivent cibler les consommateurs finaux. Pour cela, il est nécessaire de proposer un plan d'actions auprès du gouvernement pour que les industriels agroalimentaires l'applique.

C.II. Propositions de moyens à mettre en place pour réduire la consommation excessive de sucre

C.II.1. Améliorer l'étiquetage nutritionnel : notion de sucres totaux, sucres naturels, sucres ajoutés

Pour une grande partie des consommateurs, à l'heure actuelle, l'étiquetage des informations nutritionnelles n'est pas clair. En effet, une étude menée en 2014 par une entreprise de sondages

auprès de plus de 1 000 participants a démontré que le système actuel était inadapté [55]. Selon cette étude, les étiquettes sont jugées trop difficiles à lire pour 59% des participants, 56% trouvent que les étiquettes sont trop difficiles à comprendre et enfin, 48% des participants ont jugé trop nombreuses les informations présentes sur les emballages.

On pourrait alors **proposer une autre méthode d'étiquetage**.

Dans un premier temps, le terme "glucides" est un terme à connotation plutôt scientifique. Ce terme pourrait alors ne pas être évident de compréhension pour l'ensemble de la population. Il faudrait trouver un terme plus général, appartenant au langage courant. On pourrait choisir de remplacer ce terme par celui de "sucres" et pour être plus précis, le terme "sucres totaux" pour que l'on comprenne qu'il s'agisse de tous les sucres contenus dans l'aliment en question (sucres naturellement présents, sucres ajoutés et sucres complexes).

Dans un second temps, l'appellation "dont sucres", peut également poser des problèmes de compréhension. Car si on suit la logique scientifique, "glucides" et "sucres" sont censés désigner la même chose. Il faut donc clarifier les termes. On pourrait alors proposer à la place, respectivement, les termes suivants : "sucres totaux" et "sucres naturels". Avec cette définition, les sucres naturels correspondraient uniquement aux sucres naturellement présents dans l'aliment.

Enfin, l'étiquetage actuel ne permet pas la connaissance réelle du taux de sucres ajoutés dans les produits alimentaires. On peut connaître la quantité de sucres totaux (sucres simples et complexes) et la quantité de sucres simples, que ces sucres soit naturellement présents ou non dans l'aliment. Pour que l'étiquetage ait un réel impact sur les consommateurs finaux, il serait peut être judicieux d'afficher le taux de "sucres ajoutés". Ainsi, le consommateur aurait face à lui une meilleure visualisation de ce que contient réellement son produit alimentaire. En ayant les chiffres indiqués de façon claire sous ses yeux, le consommateur pourrait alors d'une part, se rendre compte de la quantité de sucres que son aliment contient, et d'autre part, influencer son choix d'achat dû la mention de la quantité. Il pourrait ainsi faire la comparaison entre plusieurs produits. Le consommateur serait alors plus responsable de sa santé.

Cependant, ce système pourrait avoir des limites. La première difficulté avec cette proposition d'étiquetage, c'est l'obtention du résultat exact. En effet, comme le sucre est ajouté, on le retrouve en plus des sucres déjà présents dans l'aliment initialement. Par une analyse faite habituellement par un laboratoire accrédité, on peut obtenir les valeurs nutritionnelles d'un aliment. Ces valeurs nutritionnelles indiquent la quantité de glucides totaux et de chaque glucide

spécifiquement retrouvé dans les produits alimentaires : glucose, fructose, saccharose principalement, voir exemple ci-dessous.

Echantillon n°		370-2018-00148259		Date	07/06/2018	Page	2/5
Rapport d'analyse n°		AR-18-AA-136577-01 / 370-2018-00148259					
Analyses compositionnelles	Résultats (incertitude)	Valeurs guides	Spécifications client	Etiquetage			
AAC00	AA	Teneur en glucides	Méthode : Calcul, Calcul				
		Glucides assimilables (par différence)	70,6 g/100 g	78,5	77 g/100 g		
AA480	AA	Profil des sucres	Méthode : Interne, Chromatographie Ionique - Ampérométrie pulsée				
(a)		Glucose	<0,2 g/100 g				
(a)		Fructose	<0,2 g/100 g				
(a)		Saccharose	0,4 (± 0,4) g/100 g				
(a)		Lactose	1,5 (± 0,6) g/100 g				
(a)		Maltose	<0,2 g/100 g				
		Galactose	<0,2 g/100 g				
(a)		Somme des sucres réducteurs (g/100g)	1,5 (± 0,9) g/100 g				
(a)		Somme des sucres (mono et disaccharides) (g/100g)	1,9 (± 1,0) g/100 g		3,7 g/100 g		

Illustration 7 : Exemple de rapport d'analyse des valeurs nutritionnelles

Dans cet exemple précis, on retrouve les valeurs nutritionnelles étiquetées de façon obligatoire, à savoir la quantité glucides totaux (70,5 grammes) ainsi que la quantité de sucres simples (1,9 grammes) en ayant la somme des mono- et des disaccharides. Dans ce cas, l'analyse de routine effectuée ne permet pas l'obtention du taux de sucres ajoutés.

Pour obtenir la quantité de sucres ajoutés, il faut donc faire appel à l'industriel directement, grâce à la connaissance de sa recette et des quantités des ingrédients mis en œuvre. Lui-seul est alors capable de donner la quantité de sucres qu'il a introduit dans la recette (et de donner les différents types de sucres entrant dans la composition du produit fini, mais cette seconde étape est déjà obligatoire par l'établissement du règlement INCO).

A ce stade, une deuxième difficulté apparaît : celle de l'obtention d'un résultat fiable. La responsabilité d'informer les consommateurs sur la valeur exacte de sucres ajoutés serait donnée à l'industriel, il pourrait étiqueter ce qu'il souhaite. L'industriel peut alors choisir la transparence et indiquer les quantités réelles ajoutées. Ou alors, il pourrait choisir de frauder pour garantir une meilleure "qualité" de son produit. Car l'une des raisons pour lesquelles le sucre est aujourd'hui utilisé en industries agroalimentaires, c'est parce qu'il est bon marché.

On pourra citer l'exemple de son utilisation dans une sauce tomates. En utilisant des tomates

peu mûres, l'industriel pourra négocier des prix plus faibles auprès de ses fournisseurs. Pour pallier à l'acidité des tomates qui ne sont pas arrivées à maturité, l'industriel utilisera du sucre pour corriger cette acidité non désirée. De plus, la tomate coûtant plus cher au prix au kilogramme que le sucre, l'industriel aura comme intérêt de la remplacer par du sucre. Mais comme du sucre est déjà naturellement présent dans la tomate, il pourrait choisir de ne déclarer qu'une partie du sucre qu'il aurait ajouté dans son produit fini. Cela représenterait un avantage financier pour celui-ci. De plus, en ajoutant du sucre dans la recette, le consommateur va apprécier le produit car l'Homme est naturellement attiré par la saveur sucrée. En mettant ainsi des produits à disposition des consommateurs, l'industriel fidélisera ses clients qui pourront réitérer leur acte d'achat.

Pour pallier à ce type de fraude de la part de l'industriel quant à l'étiquetage de la quantité de sucres ajoutés dans son produit alimentaire, on pourrait alors proposer un nouvel item dans les audits (par exemple, dans la partie concernant la traçabilité).

De plus, cette option d'étiqueter les sucres ajoutés engendrerait donc des besoins supplémentaires en terme de contrôle des fraudes auprès des service de la DGCCRF (Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la répression des Fraudes). Il faudrait alors renforcer le nombre de contrôles, former le personnel à ce nouveau type de fraude, cibler les produits les plus critiques...

Dans un second temps, cette technique pourrait également présenter des difficultés pour l'industriel. Dans de nombreuses branches de l'agroalimentaire, une solution de dextrose peut être utilisée au cours du processus de fabrication de produits industriels. Cette solution a pour but de donner une teinte colorée au produit avant d'être cuit, emballé, etc... Par exemple, lors de la production de tranchettes de poulet (pour faire des sandwichs) ou de frites, on peut faire couler un rideau d'eau sucrée sur la viande ou faire tremper les pommes de terre dans un bain d'eau sucrée selon un certain barème pour influencer la couleur du produit fini. Les quantités de sucres mises en œuvre sont moindres mais il s'agit là d'un ajout extrinsèque au produit. Pour pouvoir étiqueter le taux de sucres ajoutés dans le produit fini, cette quantité doit apparaître mais l'obtention du résultat peut s'avérer compliquée.

C.II.2. Rendre le Nutri-Score obligatoire pour tous les produits issus des industries agroalimentaires

Le Nutri-Score est un "système d'étiquetage nutritionnel pour faciliter le choix d'achat du

consommateur, au regard de la composition nutritionnelle des produits" selon la définition donnée par le gouvernement (Santé Publique France) [56]. Dans la pratique, il s'agit d'un logo coloré pouvant être apposé sur des produits alimentaires, voir ci-dessous. Ce logo rappelle quelque peu celui mis en place pour les appareils électroménagers quant à leur consommation en énergie.

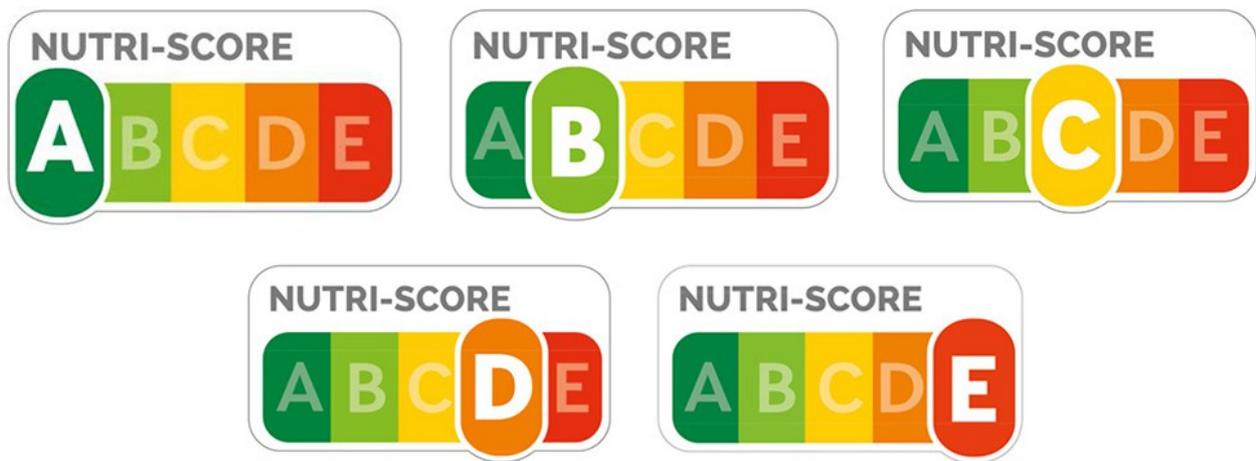


Illustration 8: Les cinq notes possibles du Nutri-Score

Source : <https://www.da-mag.com/nutri-score-enjeu-europeen/>

Ce modèle d'étiquetage a été voté le 15 mars 2017 par la ministre de la Santé, Mme Marisol Touraine. Il a été choisi parmi plusieurs propositions comme étant le plus pertinent des logos pour aider à manger sainement. Son application sur les packagings alimentaires est effective depuis avril 2017. Cet étiquetage est pour l'instant facultatif et repose sur le volontariat des entreprises agroalimentaires et des distributeurs.

Les personnes à l'origine de ce système d'étiquetage sont des représentants d'industriels, des distributeurs, des consommateurs, des autorités sanitaires et des scientifiques. Leur but premier est de mieux informer les consommateurs quant à l'aspect nutritionnel des denrées alimentaires s'offrant à eux et ainsi orienter leur choix d'achat vers des produits de meilleur équilibre alimentaire.

Pour cela, ce logo possède cinq couleurs allant du vert foncé au rouge, les cinq couleurs étant associées à des lettres allant de A à E. Les denrées alimentaires ayant un A vert sont donc des aliments de très bonne qualité nutritionnelle tandis que ceux ayant la lettre E rouge sont des aliments de moins bonne qualité nutritionnelle. Le score attribué par ce système d'étiquetage a été calculé par des équipes de scientifiques internationales. Pour cela, le nutri-score prend en compte les nutriments et les aliments à favoriser (fibres, protéines, fruits et légumes) mais également les

nutriments et l'énergie à limiter (calories, acides gras saturés, sucre et sel) [57]. Pour certaines catégories, ce nutri-score a évidemment été adapté (par exemple pour les matières grasses).

Le nutri-score concerne la majeure partie des produits transformés et des boissons, les exceptions de cet étiquetage sont les fruits et légumes, les plantes aromatiques, le thé et le café ou encore les boissons alcoolisées. Ce logo apparaît sur la face avant des produits pré-emballés. Il complète donc le tableau des valeurs nutritionnelles obligatoires, qui est parfois trop compliqué à comprendre par les consommateurs.

Le Nutri-Score a donc pour but d'aider les consommateurs à mieux choisir leurs produits alimentaires du quotidien. Il va leur permettre de choisir entre plusieurs produits d'un même rayon (par exemple un type de desserts au rayon produits laitiers) ou choisir entre plusieurs produits de différentes marques (par exemple, entre une pizza de grande marque et une pizza de marque distributeur).

Le problème aujourd'hui avec ce système, c'est qu'il reste limité du fait de son aspect facultatif. En effet, seuls 33 industriels sont engagés dans cette démarche parmi lesquels Danone, Auchan, Bonduelle, Fleury Michon, Intermarché, McCain... [58]

Le but de cet étiquetage est d'aider le consommateur à choisir ses produits alimentaires, mais comment le consommateur peut-il réellement le faire si tous les produits de son supermarché ou seuls certains produits du rayon possèdent cet étiquetage ? Pour plus d'efficacité, ce système devrait être obligatoire pour tous les produits alimentaires. Pour cela, le gouvernement espère une forte motivation des consommateurs qui entraînerait un nouveau vote à l'Assemblée Nationale et qui soumettrait les industriels à ce type d'étiquetage.

Le gouvernement a pourtant simplifié la démarche pour apposer un tel logo sur les produits alimentaires. Il suffit pour cela de s'enregistrer : l'entreprise volontaire doit s'identifier et décrire son activité, elle doit ensuite donner le détail de sa marque, de son segment de produit concerné et enfin s'engager à respecter le règlement d'usage. Cette démarche est donc accessible à tous et peu contraignante. De plus, si les produits alimentaires obtiennent de bons scores, cela pourrait représenter un avantage marketing pour l'industriel. Dans le cas contraire, cela pourrait influencer l'industriel dans son envie de produire des denrées alimentaires de meilleure qualité nutritionnelle.

C'est le système Nutri-score qui a été choisi par le gouvernement parmi trois autres (Nutri-

score, SENS, Nutri-repère, Nutri-couleur) lors du lancement du projet [59]. Le Nutri-score a été jugé le plus efficace auprès des consommateurs grâce à une étude menée en amont dans plusieurs supermarchés. Aujourd'hui, le gouvernement désire s'appuyer sur l'opinion des consommateurs pour rendre obligatoire ce type d'étiquetage. Une autre méthode serait également possible : pour apposer sur tous les packagings alimentaires ce logo, il faudrait confirmer cette efficacité en menant une seconde étude auprès des consommateurs. Si cette étude s'avérait positive, il faudrait ainsi **rendre obligatoire l'étiquetage du nutri-score sur tous les produits alimentaires, pour toutes les entreprises du secteur agroalimentaire.**

D'autres systèmes d'informations des consommateurs par rapport à leurs produits alimentaires existent comme Open Food Facts ou Scan Eat. Ce sont des bases de données sur les produits alimentaires : elles rassemblent par exemple la liste des ingrédients, la déclaration nutritionnelle, le nutri-score, etc... En temps réel, on peut donc avoir accès à toutes ces informations. Ces outils sont pratiques, mais si les consommateurs ne comprennent pas un étiquetage classique, leur mise à disposition de façon électronique revient au même.

En revanche, les applications comme Yuka vont un peu plus loin dans leur démarche. En effet, l'application Yuka fixe une note aux denrées alimentaires (sur 100) et lui attribue un code couleur en fonction de la qualité de la denrée alimentaire. Selon la composition du produit (liste d'ingrédients, taux de matières grasses, présence d'additifs, etc...), l'application déchiffre l'étiquette pour le consommateur et lui conseille ou non le produit. Ce genre d'application peut être utile puisqu'elle met à disposition des recommandations personnalisées. Cependant, il faudrait tout de même s'assurer de la véracité des informations consultables.

Il peut y avoir une dernière difficulté avec ces nouveaux systèmes d'informations. D'une part, il s'agit d'un outil technologique donc il y aura une première sélection de la population cible. D'autre part, ce type d'application n'est pas forcément connue par tous. Ce sont principalement les personnes soucieuses de leur alimentation qui connaissent ce type d'application alors que le grand public pourrait être sensibilisé par les informations disponibles.

C.II.3. Revoir le système d'éducation à la nutrition

Le programme PNNS, Plan National Nutrition Santé, est un plan lancé par le gouvernement en 2001. Ce plan a pour objectif principal d'améliorer l'état de santé général de la population. Pour cela, le PNNS agit sur la nutrition, c'est-à-dire qu'il agit à la fois sur l'alimentation et sur l'activité

physique. Ce plan est relié à la problématique du sucre car l'alimentation influence directement les apports en sucre à l'organisme et l'activité physique permet d'éliminer le sucre ingéré.

Les objectifs du PNNS sont multiples : réduire l'obésité et le surpoids dans la population, augmenter l'activité physique, améliorer les pratiques alimentaires et les apports nutritionnels (augmenter la consommation de fruits et légumes, diminuer la consommation de sel ou de sucre)...

Lancé en 2001, le PNNS a ensuite été relancé en 2006 et en 2011 car les objectifs n'ont pas tous été totalement atteints de façon homogène la première fois. Deux autres plans ont été ajoutés pour le consolider, il s'agit du Plan Obésité et du Programme National pour l'Alimentation, tous deux lancés en 2010.

Le PNNS repose essentiellement sur des recherches scientifiques. Il a pour but de communiquer principalement aux professionnels de santé. Il délivre également des messages d'informations au grand public, notamment par l'intermédiaire de la télévision. Le PNNS délivre des messages au grand public comme décrit dans l'arrêté du 27 février 2007 fixant les conditions relatives aux informations à caractères sanitaires devant accompagner les messages publicitaires ou promotionnels en faveur de certains aliments et boissons [61]. Cet arrêté indique qu'après chaque message publicitaire et promotionnel, des informations à caractères sanitaires doivent être diffusées. Il en existe quatre :

- "Pour votre santé, mangez au moins cinq fruits et légumes par jour."
- "Pour votre santé, pratiquez une activité physique régulière."
- "Pour votre santé, évitez de manger trop gras, trop sucré, trop salé."
- "Pour votre santé, évitez de grignoter dans la journée."

Celles-ci possèdent des variantes similaires lorsque leur diffusion est attelée à des programmes destinés à la jeunesse (par exemple, utilisation du tutoiement). De plus, les messages à caractères sanitaires doivent également être complétés d'un renvoi au site www.mangerbouger.fr.

Ces messages ont été diffusés pour la première fois en 2007 et le sont toujours aujourd'hui.

Mais le problème du PNNS, c'est qu'il est insuffisant. Si l'on observe certains indicateurs, tels que l'évolution de l'obésité ou l'évolution du diabète, le résultat n'est pas satisfaisant.

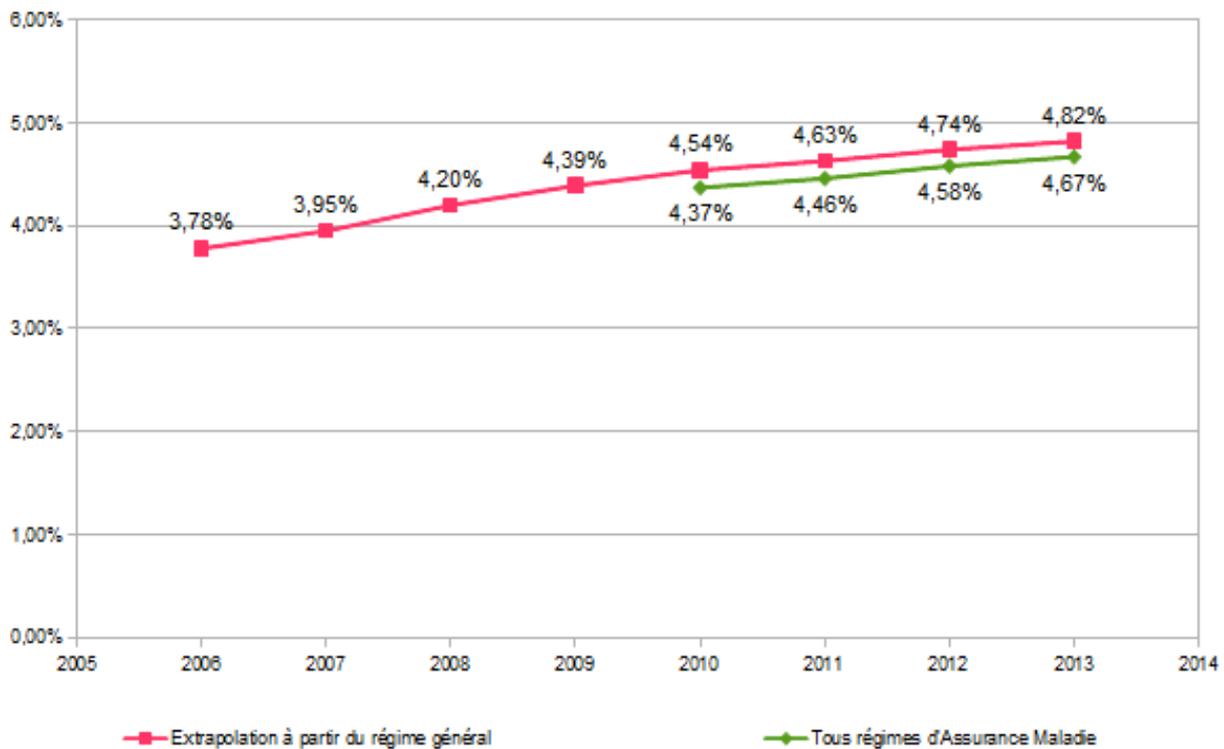


Illustration 9 : Évolution de la prévalence du diabète traité pharmacologiquement de 2006 à 2013 en France

Source : <http://invs.santepubliquefrance.fr/Dossiers-thematiques/Maladies-chroniques-et-traumatismes/Diabete/Donnees-epidemiologiques/Prevalence-et-incidence-du-diabete>

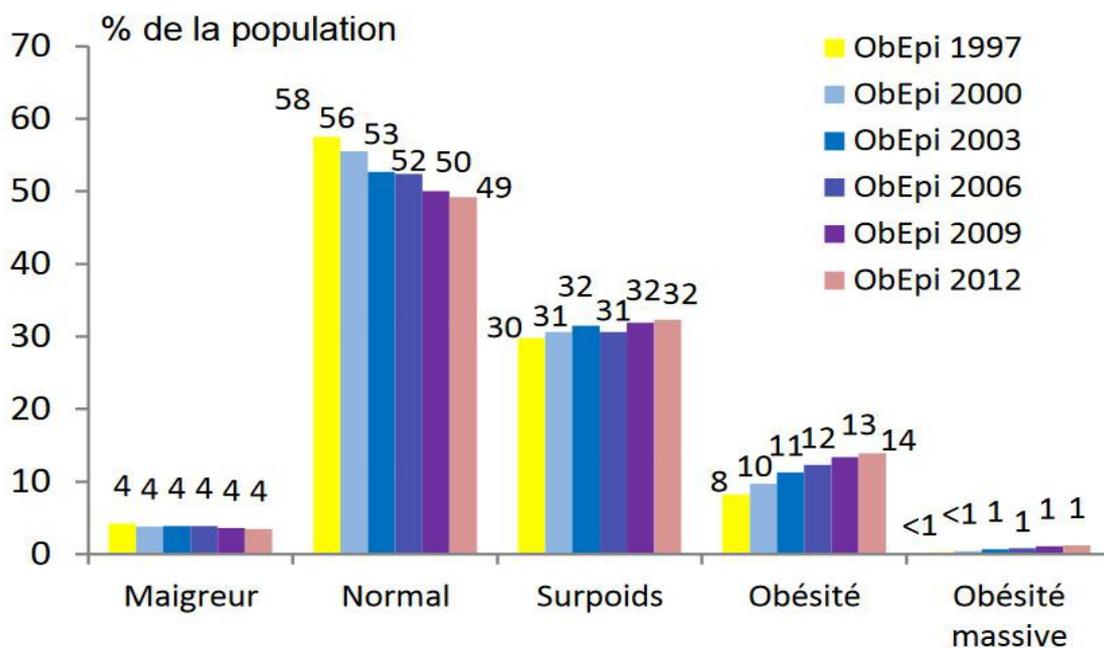


Illustration 10 : Évolution de la prévalence de l'obésité en France entre 1997 et 2012.

Source : http://www.roche.fr/content/dam/roche_france/fr_FR/doc/obepi_2012.pdf

Ces deux graphiques montrent que la diminution du nombre d'obèses et de diabétiques n'a pas été effective, malgré leur importance capitale au sein de ce plan. On peut donc dire que le PNNS n'est pas suffisamment efficace.

D'autres indicateurs ont cependant eu de meilleures conclusions. C'est par exemple le cas de la consommation de fruits et légumes qui connaît une augmentation au cours de ces toutes dernières années. On peut donc dire que les pratiques d'achat ont évolué et que les consommateurs sont réceptifs aux messages de santé délivrés. Mais cela ne suffit pas car la part de la population touchée par des maladies comme le diabète ou l'obésité augmente tout de même. Cette augmentation est dépendante des modes de consommations mais elle peut faire intervenir d'autres facteurs également. Les modes de vie actuels des populations ne favorisent pas toujours un bon état de santé, comme par exemple l'augmentation de la sédentarité ou le manque d'activité physique régulière.

Le premier problème avec le PNNS est la population cible visée. En effet, la plupart des informations que le PNNS délivre est destinée aux professionnels de santé. Ensuite, ces professionnels doivent transmettre les messages aux consommateurs finaux. La transmission de ces informations est peut être gênée par le fait d'avoir un interlocuteur intermédiaire.

Pourtant, de nombreux projets ont été mis en place. La communication peut se faire facilement notamment dans les établissements scolaires (écoles, collèges, lycées, universités...), dans les établissements de santé (hôpitaux, maisons de retraite...). Cette communication se fait aussi via les médecins généralistes, qui peuvent évaluer les habitudes de consommation de leurs patients. Cependant, toute la population ne dispose pas forcément d'informations régulières.

Une autre source de diffusion des informations est les médias, tels que la télévision ou la radio. Le problème avec ce mode de transmission des informations est que les messages délivrés sont certes mémorisés par le grand public mais l'impact des messages de santé n'est plus aussi fort qu'au début de la diffusion des messages. En effet, aujourd'hui, nous avons déjà tous entendus les messages sanitaires délivrés entre les programmes, mais le grand public a tendance à ne plus y prêter attention.

Pour pallier à ce genre de problème, de nouvelles idées devraient être proposées. On pourrait par exemple **changer les slogans utilisés**. Le fait de les modifier pourrait ré-attirer l'attention du public. Nous avons l'habitude d'entendre ces slogans très rapidement en fin de publicité, avec un ton monocorde et "sérieux". On pourrait proposer les mêmes slogans mais jouer sur le jingle utilisé, qui pourrait marquer le consommateur. De grandes enseignes comme Decathlon ont développé une

sonorité particulière avec un slogan qui lui est propre : "Decathlon, à fond la forme !". Ce type d'idée pourrait être repris avec une autre sonorité amusante et un slogan rapide et efficace.

Il faudrait peut être également **innover en terme de publicités**, trouver de nouvelles idées plus attractives ou plus ludiques pour les enfants (inventer de nouveaux personnages, utiliser des scénettes amusantes...). On pourrait proposer tout simplement des personnages en tenues de sport colorées et décontractées, qu'on imagine en train de pratiquer une activité physique. Pour inciter à la consommation de fruits et légumes, on pourrait imaginer un personnage en train de jongler avec cinq fruits et légumes différents. On aurait donc l'aspect nutrition dans sa totalité avec une partie alimentation et une partie activité physique. De plus, le message serait alors diffusé oralement et visuellement.

Enfin, on pourrait également **jouer sur le facteur de la fréquence de diffusion**. En effet, les chaînes de télévision sont obligées de respecter certaines durées de diffusion de publicités à caractères sanitaires. En augmentant cette fréquence ou en adaptant mieux les temps de passage, cela pourrait avoir un effet sur l'information donnée au public. Pour une publicité destinée aux enfants, la fréquence idéale serait après chaque dessin animé ou programme de jeunesse. Plutôt que de diffuser cinq longues minutes de publicités entre chaque dessin animé, on pourrait mettre un spot "commercial" (d'une trentaine de secondes) et deux ou trois spots "éducatifs" (d'une trentaine de secondes également). Le temps de publicité serait moins long et peut être plus efficace. On pourrait également rendre obligatoire ce type de spots avant les films du soir plutôt que des publicités commerciales. Après une certaine heure, on supposera que les enfants seront couchés, on pourrait alors proposer de laisser les publicités commerciales pendant les interruptions des films pour ne pas trop affecter la viabilité des chaînes de télévision.

C.II.4. Allégations sur le sucre

C.II.4.a) Qu'est-ce qu'une allégation ?

Selon la définition donnée par l'ANSES [62], une allégation est "un message, figurant sur certains emballages alimentaires ou accompagnant le produit (publicité, site internet), qui fait état des propriétés sanitaires et/ou nutritionnelles des aliments ou de leurs composants".

Il existe deux types d'allégations : les allégations nutritionnelles et les allégations de santé.

- Les allégations nutritionnelles font référence à la teneur d'un nutriment dans un aliment, par exemple : "riche en calcium".

- Les allégations de santé font référence aux nutriments / aliments ayant des bénéfices sur l'état de santé, par exemple : "améliore le transit intestinal".

L'utilisation d'allégations par les industriels est réglementé. Celles-ci sont toutes basées sur des preuves scientifiques avérées. Dans le cas du sucre, les allégations entrant en jeu sont uniquement les allégations nutritionnelles. Celles-ci figurent au sein de l'annexe du règlement (CE) n°1924/2006 [63].

Plus particulièrement, celles faisant référence aux sucres sont les suivantes :

- *Faible teneur en sucres* : une allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible teneur en sucres*, ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 5 g de sucres par 100 g dans le cas des solides ou 2,5 g de sucres par 100 mL dans le cas des liquides
- *Sans sucres* : une allégation selon laquelle une denrée alimentaire ne contient pas de sucres*, ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 0,5 g de sucres par 100 g ou par 100 mL.
- *Sans sucres ajoutés* : une allégation selon laquelle il n'a pas été ajouté de sucres à une denrée alimentaire*, ne peut être faite que si le produit ne contient pas de monosaccharides ou disaccharides ajoutés ou tout autre denrée alimentaire utilisée pour ses propriétés édulcorantes. Si les sucres sont naturellement présents dans la denrée alimentaire, l'indication suivante devrait également figurer sur l'étiquette : "Contient des sucres naturellement présents".

D'autres allégations peuvent également être utilisées concernant les sucres :

- Réduit en [sucre] : une allégation affirmant que la teneur en un ou plusieurs nutriments a été réduite*, ne peut être faite que si la réduction de cette teneur est d'au moins 30% par rapport à un produit similaire [...].
- Allégé/Light : une allégation selon laquelle un produit est "allégé" ou "light", * doit remplir les mêmes conditions que celles applicables aux termes "réduit en", elle doit aussi être accompagnée d'une indication de la ou les caractéristiques entraînant l'allègement de la denrée alimentaire.

*ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur

Nous allons cibler le problème des allégations liées au sucre au travers de deux exemples.

C.II.4.b) Allégation "Sans sucres ajoutés" dans une pâte à tartiner



Illustration 11 : Exemple d'étiquette d'une pâte à tartiner

Source : <http://www.boutikbio.com/epicerie/65-pate-a-tartiner-sans-sucre-ajoutes-karelea-accueil.html>

Par soucis de lisibilité, la liste des ingrédients a été reprise ci-dessous :

Ingrédients : Édulcorant : maltitols ; huile de tournesol ; **noisettes** (10%) ; cacao maigre en poudre (6,5%) ; lactosérum en poudre (**lait**) ; poudre de **lait** écrémé ; beurre de cacao ; huile de coco ; émulsifiant : lécithines ; arôme naturel de vanille.

Peut contenir des traces d'autres **fruits à coques**.

L'étiquetage nutritionnel de la pâte a tartiner a également été repris dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Déclaration nutritionnelle d'une pâte à tartiner

Informations nutritionnelles	Pour 100g
Énergie	1983 Kj / 479 kcal
Matières grasses	34g
Dont acides gras saturés	6,7g
Glucides assimilables	54g
Dont sucres	8,2g
Dont polyols	44g
Fibres alimentaires	2,5g
Protéines	5,6g
Sel	0,3g

Ce produit affiche clairement en fond rouge l'allégation "Sans sucres ajoutés". Cette allégation pose des problèmes pour la compréhension du consommateur ainsi que face à la

réglementation en vigueur. On se concentrera sur le fait que le produit contient 54 grammes de glucides répartis en 8,2 grammes de sucres simples et 44 grammes de polyols pour 100 grammes de produit.

Dans un premier temps, l'allégation "sans sucres ajoutés" peut influencer le consommateur à croire que le produit qu'il souhaite acheter ne contient pas beaucoup de sucres étant donné qu'il n'y en a pas d'ajoutés. Cependant, l'interprétation de cette allégation est fautive. En effet, du sucre n'a pas directement été ajouté à la denrée alimentaire, c'est pourquoi on ne retrouve effectivement pas le terme "sucre" dans la liste des ingrédients. Mais du sucre, et notamment des sucres dont la présence est naturelle, se retrouvent néanmoins dans le produit. On retrouve ces sucres au sein d'autres ingrédients utilisés dans la recette. D'une part, le lait (en poudre et sous forme de lactosérum) contient du lactose. D'autre part, la poudre de cacao peut également contenir du sucre. Ces deux ingrédients peuvent donc expliquer pourquoi la valeur "dont sucres" étiquetée est égale à 8,2 grammes, quantité non négligeable.

Dans un second temps, un ingrédient étiqueté dans la liste pose un problème majeur. D'après la définition donnée au départ pour l'allégation "sans sucres ajoutés", le produit fini ne doit ni contenir de sucres simples (mono- et disaccharides) ni une autre denrée alimentaire ayant des propriétés édulcorantes. Or, la pâte à tartiner contient un édulcorant (maltitols), ingrédient le plus présent en quantité dans le produit fini. L'allégation "sans sucres ajoutés" est donc interdite en présence d'édulcorant, ce produit enfreint donc le règlement (CE) n°1924/2006.

C.II.4.c) Allégation "Allégé/Light" / "Teneur réduite en sucres"

Pour expliquer le problème que peut poser cette allégation, on prendra l'exemple d'un produit industriel : la compote de pommes (voir ci-dessous). Pour faire le comparatif, on va donc utiliser un produit avec des teneurs en sucres "normales" et un produit avec l'allégation "allégé".



Illustration 12 : Comparaison entre une compote de pommes sans allégation et une allégée en sucre

Il s'agit donc de la même catégorie de produit, de la même marque, à la différence de l'indication de l'allégation "light" sur le produit de droite, avec l'option marketing d'un packaging de couleur bleue. On pourra trouver alors ci-dessous dans le tableau les valeurs nutritionnelles pour l'un et l'autre des deux produits.

Tableau 9 : Valeurs nutritionnelles d'une compote "classique" et d'une compote "light"

Informations nutritionnelles pour 100 grammes de produit	Compote Pomme Nature	Compote Pomme Nature Allégée en Sucres
Énergie	312,2 Kj / 73,7 kcal	266 Kj / 62,8 kcal
Matières grasses	0,1g	0,2g
Dont acides gras saturés	0g	0g
Glucides assimilables	17g	14g
Dont sucres	17g	14g
Fibres alimentaires	1,8g	1,0g
Protéines	0,3g	0,3g
Sel	0g	0g

Source : <https://www.andros.fr/dessert-pomme-nature/>

Si l'on compare ces deux étiquettes, on s'aperçoit donc que le produit "classique" est plus calorique que le produit "allégé", ce qui est logique par l'apposition de l'allégation sur le packaging. Cela s'explique par la teneur moins importante en sucres de ce produit, également mentionné par cette allégation. Cependant, en tant que consommateur, on pourrait croire que le produit allégé soit bien meilleur pour la santé que le produit classique. Or, s'il on regarde de plus près, il n'y a que trois grammes de sucre pour 100 grammes de produit en moins dans le produit allégé. Pour donner une meilleure idée de cette quantité, un pot de compote classique contient trois morceaux de sucre alors qu'un pot de compote light en contient deux et demi. Donc le produit allégé présente effectivement un intérêt nutritionnel mais très peu marqué.

De plus, le produit "light" doit contenir 30% de moins de sucres que le produit classique pour suivre la réglementation en vigueur. S'il on effectue le calcul à partir du produit classique, soit 30% de 17 grammes, cela représente 5,1 grammes de sucres en moins. Or, il n'y a que trois grammes de moins dans le produit allégé. Bien sûr, si l'on suit précisément le règlement, il faut observer 30% de moins "par rapport à un produit similaire". Il s'agit donc d'une moyenne effectuée au sein de plusieurs compotes de différentes marques. Dans ce cas, il faudrait reprendre les produits

choisis pour justifier ce calcul. Mais, du point de vue du consommateur, la différence entre la compote classique et la compote allégée est de nouveau peu marquée.

Pour conclure sur les allégations, elles ont pour objectif principal de vanter les bienfaits d'un produit, elles ont donc un rôle marketing. En tant que consommateur, il faut donc rester méfiant face à toutes ces appellations apparaissant sur les emballages et il vaut toujours mieux se référer au tableau des valeurs nutritionnelles.

Il existe au moins cinq allégations pour le sucre, celles-ci peuvent finalement induire le consommateur en erreur. On pourrait **mettre en place une liste positive avec uniquement une ou deux allégations pour le sucre, de façon à cibler l'information à transmettre aux consommateurs**. Par contre, il serait peut être judicieux de mieux encadrer les allégations. L'allégation pour la pâte à tartiner devrait être interdite, le système de sanctions devrait donc être renforcé. On pourrait par exemple créer un département au sein de la DGCCRF spécialisé dans les fraudes sur les allégations.

C.II.5. Réduire spécifiquement le sucre pour certaines catégories d'aliments

Aujourd'hui en France, il existe la "Taxe Soda", il s'agit d'une taxe concernant les boissons sucrées ou édulcorées non alcoolisées [64]. Elle vise en particulier les sodas et les boissons light, elle s'applique également aux boissons dites énergisantes. Cette taxe doit être versée par les professionnels qui fabriquent, importent ou fournissent ce type de boissons à leurs clients.

Les boissons concernées par cette taxe sont les boissons conditionnées dans des récipients destinés à la vente au détail (bouteille, brique, fût, canette...) vendues directement aux consommateurs ou par l'intermédiaire d'un professionnel. Les boissons sont taxées si elles contiennent des sucres ajoutés et/ou des édulcorants de synthèse, et si elles possèdent un titre alcoométrique inférieur à 1,2% vol ou 0,5% pour les bières dites sans alcool ou panachés.

Certaines boissons sont exemptes de cette taxe comme par exemple les boissons à base de lait, les soupes et potages, les boissons à base de thé ou de café destinées à être consommées sur place.

Le montant de la contribution sur les boissons en 2018 est de 7,55€ par hectolitre de boisson. Un formulaire permet aux fournisseurs de déclarer chaque mois les quantités produites et concernées par cette taxe.

Ce système de taxe pourrait être développé pour d'autres familles de produits contenant des quantités importantes de sucres. Cela représenterait une rentrée d'argent dans les caisses de l'État, argent pouvant finalement être destiné par la suite au renfort de la prévention de la consommation excessive de sucre. Mais plutôt que de mettre en place une taxe pour tous les produits contenant du sucre, pourquoi ne pas instaurer une réglementation interdisant directement une certaine quantité de sucres selon la famille auquel elle appartient ?

Par exemple, de nombreux produits alimentaires industriels sont très riches en sucre. On pourra cibler les produits du petit déjeuner (céréales, biscuits, pâtes à tartiner, pain de mie, confitures, cacao en poudre), les boissons (jus de fruits, sodas, thé glacé, boissons énergisantes), les pâtisseries, les sauces (ketchup, sauce préparée de type bolognaise), les crèmes glacées, les plats préparés, les légumes en barquette (carottes râpées, coleslaw), les fruits ou légumes en conserve, les soupes, les yaourts (nature sucré, aromatisés aux fruits), le chocolat (blanc et au lait), les biscuits apéritifs... En particulier, pour 100 grammes de produit, une compote de pommes contient 8,5 grammes de sucres ajoutés, du ketchup 18 grammes de sucres ajoutés et des cookies au chocolat 30 grammes de sucres ajoutés (voir détail en annexe 10).

Lorsque l'on regarde de près toutes les étiquettes des produits alimentaires, on s'aperçoit d'une part que la plus grande partie des produits industriels contient du sucre, et d'autre part, peu importe que le produit ait une saveur sucrée ou salée finale, ces deux types de produits contiennent du sucre.

Dans un premier temps, il serait logique de réduire la quantité de sucres dans les produits consommés fréquemment par les populations dites sensibles, comme les enfants, les femmes enceintes, les personnes âgées... Par exemple, les céréales du petit déjeuner destinées aux enfants sont un cas à traiter en priorité. Car si l'on prend quelques exemples parmi plusieurs marques dans le tableau ci-dessous, on remarque que les quantités mises en œuvre sont impressionnantes. Dans le cas précis des céréales Smacks, la quantité de sucres simples représente près de la moitié du produit fini.

Tableau 10 : Tableau comparatif des valeurs nutritionnelles de céréales du petit déjeuner pour enfants

Valeurs nutritionnelles pour 100g	Céréales Chocapic	Céréales Smacks	Céréales Coco Pops au chocolat	Céréales Frosties
Énergie	1645 Kj 389 kcal	1618 Kj 382 kcal	1638 Kj 387 kcal	1594 Kj 375 kcal
Matières grasses	4,5g	1,5g	2,5g	0,6g
Dont acides gras saturés	1,8g	0,4g	1,0g	0,1g
Glucides	75,8g	84,0g	84,0g	87,0g
Dont sucres	28,8g	43,0g	30,0g	37,0g
Fibres	6,2g	4,0g	3,0g	2,0g
Protéines	8,1g	6,0g	5,5g	4,5g
Sel	0,4g	0,1g	0,8g	0,8g

Source : <https://courses-en-ligne.carrefour.fr/tous-les-rayons/epicerie-sucree/petit-dejeuner/>

Pour faire face à ce genre de problèmes, un texte de loi pourrait être voté à l'Assemblée Nationale pour définir les taux de sucres maximums en fonction des catégories d'aliments. On pourrait alors interdire par exemple, dans le cas précis des céréales, un taux de sucres simples supérieur à 25% dans le produit fini.

Cependant, cette nouvelle réglementation aurait des limites. En effet, pour tous les produits issus du secteur de la confiserie (bonbons, chewing-gums), produits étant essentiellement composés de sucre, cela ne pourrait pas être transposé.

De plus, si cette réglementation venait à être instaurée, cela demanderait un délai d'application considérable. En effet, il faudrait que les industriels aient le temps de modifier leurs recettes en conséquence : valider les nouvelles formulations (changement des proportions des ingrédients mis en œuvre dans la recette, utilisation d'ingrédients de substitution...), validation des critères organoleptiques (en particulier la saveur), validation du processus (étude de faisabilité, étude de vieillissement du produit...).

Conclusion

Le sucre est donc présent dans la plupart des aliments que nous consommons quotidiennement. Pour la plupart des produits alimentaires, on ne le trouve qu'en quantités moindres (entre 0,5 et 3% dans le produit fini). Il n'est cependant pas toujours facile pour les consommateurs de le reconnaître car le sucre se cache sous de multiples appellations. Seulement, cette accumulation dans de nombreux produits alimentaires ou encore la consommation excessive de produits sucrés provoquent des effets délétères sur la santé des consommateurs.

Les preuves scientifiques actuelles démontrent aisément que l'excès de sucre est bien l'une des causes de certaines pathologies telles que la prise de poids, l'obésité ou encore le diabète. D'autres pathologies, moins soupçonnées, sont également causées par cet excès de sucre comme les troubles du sommeil, le manque de concentration ou de mémorisation, les cancers...

Face à une telle gravité de la situation, les organismes de protection des consommateurs doivent donc revoir les recommandations faites à l'heure actuelle. Dans un premier temps, ces recommandations ne sont pas assez strictes et dans un second temps, il faudrait pouvoir réellement les respecter. Pour cela, il faudrait que les industriels diminuent les quantités de sucre ajoutés dans leurs denrées alimentaires. Dans un second temps, il faudrait revoir le système d'éducation à la nutrition pour ré-apprendre aux consommateurs à manger de façon plus saine. Ces actions sont primordiales car le sucre représente une réelle menace pour la santé des consommateurs, jusqu'alors inconnue ou sous-estimée par le grand public.

De nombreuses méthodes pour réduire la consommation de sucre au quotidien sont envisageables et à différentes échelles. Le but principal est de mieux sensibiliser les consommateurs pour qu'ils deviennent les acteurs du maintien de leur bon état de santé. Avec un meilleur étiquetage et une meilleure compréhension de celui-ci, la consommation de produits trop sucrés pourrait être diminuée. De plus, la mise en place d'une réglementation pour encadrer les quantités de sucre dans les produits industriels pourrait avoir des conséquences cruciales sur la santé des consommateurs.

Bibliographie

- [1] : Enquête Exclusive. *Le sucre – le doux mensonge* [en ligne], le 27/01/2016. [Consulté le 10/06/2018]. Disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=a61axawwkGo>
- [2] : M. Ross. Enquête de Santé. *Sucre : gare à l'overdose* [en ligne], le 22/12/2016. [Consulté le 29/04/2018]. Disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=35jwIoPAPt4>
- [3] : Complément d'enquête. *La dictature du sucre* [en ligne], le 18/01/2018. [Consulté le 22/01/2018]. Disponible sur : https://www.youtube.com/results?search_query=compl%C3%A9ment+d%27enqu%C3%AAte+la+dictature+du+sucre
- [4] : C dans l'air. *Et si on arrêtait le sucre ?* [en ligne], le 03/02/2018. [Consulté le 17/02/2018]. Disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=szPdBV0eelg>
- [5] : J-M. Lecerf, O. Vandromme. *Mange-t-on trop de sucre ?* La Voix du Nord, le 22/06/2018. [Consulté le 26/06/2018]. Disponible sur : <http://www.lavoixdunord.fr/402304/article/2018-06-22/mange-t-trop-de-sucre-la-conference-qui-vous-en-dit-plus>
- [6] : M. Spurlock. *Super Size Me* [en ligne], le 30/06/2014.[Consulté le 09/06/2018]. Disponible sur : http://www.allocine.fr/film/fichefilm_gen_cfilm=56838.html
- [7] : D. Gameau. *Sugarland* [en ligne], le 24/01/2018. [Consulté le 27/06/2018]. Disponible sur : http://www.allocine.fr/film/fichefilm_gen_cfilm=235116.html
- [8] : OMS. *L'OMS appelle les pays à réduire l'apport en sucres l'adulte et chez l'enfant*, le 04/03/2015. [Consulté le 26/05/2018]. Disponible sur : <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/sugar-guideline/fr/>
- [9] : Larousse. *Dictionnaire de français* [en ligne], Éditions Larousse. [Consulté le 28/04/2018]. Disponible sur : <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/sucre/75200>
- [10] : J.-L. Flandrin. *Histoire du sucre et du sucré. Chronologie et géographie de la production* [en ligne]. [Consulté le 27/04/2018]. CEDUS, Février 2002. Disponible sur : https://www.sucre-info.com/content/uploads/2002/02/flan_08.pdf
- [11] : Alimentarium. *L'histoire du sucre* [en ligne]. Consulté le [27/04/2018]. Disponible sur : <https://www.alimentarium.org/fr/savoir/lhistoire-du-sucre>
- [12] : E. Lainé. *Les fiches de FranceAgriMer – Filière Sucre* [en ligne]. Février 2018. [Consulté le 04/05/2018]. Disponible sur : <http://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/55691/538478/file/fiche%20sucre.pdf>
- [13] : CEDUS. *Sucre(s) et consommation* [en ligne]. Collection Sucre et Santé, n°12. Décembre 2013. [Consulté le 21/04/2018]. Disponible sur : <https://www.sucre-info.com/content/uploads/2014/01/sucres-et-consommation.pdf>
- [14] : Université d'Angers. *Biochimie structurale – Les glucides* [en ligne]. [Consulté le 27/04/2018]. Disponible sur : <http://biochimej.univ-angers.fr/Page2/COURS/3CoursdeBiochSTRUCT/2GLUCIDES/1Glucides.htm>

- [15] : Diabète Québec. *Vivre avec le diabète* [en ligne]. Juin 2014. Aliments et nutriments. [Consulté le 28/04/2018]. Disponible sur : <https://www.diabete.qc.ca/fr/vivre-avec-le-diabete/alimentation/alimentation-et-nutriments/les-glucides>
- [16] : ANSES, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. *Sucres dans l'alimentation* [en ligne]. Mis à jour le 21/02/2018 [Consulté le 28/04/2018]. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/sucres-dans-l%E2%80%99alimentation>
- [17] : M. Murat. *Nutrition humaine et sécurité alimentaire*. Éditions Tec & Doc Lavoisier – Éditions Médicales Internationales, 2009. 678 p.
- [18] : CEDUS. *Le rôle du sucre dans les aliments*. [Consulté le 26/05/2018]. Disponible sur : <http://www.lesucre.com/mediatheque/le-role-du-sucre-dans-les-aliments-60a5d2a3-b0e4-4bea-b1c3-58d0ad980981>
- [19] : Grenoble Sciences. *Le pouvoir sucrant* [en ligne]. Consulté le 28/04/2018. Disponible sur : https://www.grenoble-sciences.fr/pap-ebook/abrege-marouf-tremblin/sites/abrege-marouf-tremblin/files/pdf/1_pouvoir_sucrant.pdf
- [20] : CIRAD. *Canne à sucre*. [en ligne]. [Consulté le 02/04/2018]. La Recherche Agronomique pour le Développement. Disponible sur : <https://www.cirad.fr/nos-recherches/filieres-tropicales/canne-a-sucre/plante-et-usages>
- [21] : CEDUS. *Le sucre et vous* [en ligne]. [Consulté le 02/04/2018]. Comment est fabriqué le sucre en 10 étapes. Disponible sur : www.lesucre.com/sucre-a-a-z/les-plantes-sucrieres/process-d-extraction.html
- [22] : INA (Institut National Agronomique). *La betterave sucrière* [en ligne]. INA, 2013. [Consulté le 02/04/2018]. Disponible sur : <https://tice.agroparistech.fr/coursenligne/courses/PHYTOTECHE/PHYTOTECHE/document/phytoteche/pdf/betterave.pdf> (p. 2-7).
- [23] : USIPA – Union des Syndicats des Industries des Produits Amylacés et de leurs dérivés. *Le sirop de glucose* [en ligne]. 2013. [Consulté le 02/04/2018]. Disponible sur : <http://www.usipa.fr/sirop-de-glucose>
- [24] : Tereos. *Nos activités* [en ligne]. Filières – Céréales. [Consulté le 07/04/2018]. Disponible sur : <https://tereos.com/nos-activites/filieres/cereales>
- [25] : J.L. Multon. *Le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides de charge dans les I.A.A.* Éditions Tec & Doc Lavoisier – Collection Sciences et Techniques Agroalimentaires, 1992. 816 p.
- [26] : ANSES, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. *Actualisation des repères du PNNS : établissement de recommandations d'apport en sucres*. [en ligne]. Décembre 2016 [Consulté le 06/05/2018]. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0186Ra.pdf>
- [27] : M. Darmon, N. Darmon. *L'équilibre nutritionnel – Concepts de base et nouveaux indicateurs : le SAIN et le LIM*. Éditions Tec & Doc Lavoisier, 2008. 300 p.
- [28] : C. Besson, I. C. Schoën. *Sucres et saveur sucrée* [en ligne]. 2006. CEDUS – Collection Sucre et Santé. [Consulté le 29/05/2018]. Disponible sur : <https://www.sucre-info.com/content/uploads/2006/05/sucres-saveursucree.pdf>

- [29] : Journal Officiel de l'Union Européenne. *Règlement (UE) n°1169/2011 du Parlement Européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires*. [en ligne]. Publié le 25/10/2011, mis à jour le 22/11/2011. [Consulté le 28/04/2018]. Eur-Lex – Access to European Union Law. Disponible sur : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:304:0018:0063:fr:PDF>
- [30] : ANSES, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. *Sucres dans l'alimentation*. [en ligne]. Mis à jour le 21/02/2018 [Consulté le 06/05/2018]. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/sucres-dans-l%E2%80%99alimentation>
- [31] : OMS, *Guideline : Sugars intake for adults and children* [en ligne]. 2015. [Consulté le 26/05/2018]. Disponible sur : http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/149782/9789241549028_eng.pdf;jsessionid=FB376557A38C1AB699D8A7EDBE20CF10?sequence=1
- [32] : T. Marshall. *Low Intake of Sugars May Reduce Risk of Dental Caries*. Elsevier Inc., 2014.
- [33] : HAS, *Recommandations en Santé Publique – Stratégies de prévention de la carie dentaire*. Haute Autorité de Santé, Mars 2010. [Consulté le 26/05/2018]. Disponible sur : https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2010-10/corriges_rapport_cariedentaire_version_postcollege-10sept2010.pdf
- [34] : OMS, *Obésité et surpoids*. [en ligne]. 18 Octobre 2017. [Consulté le 23/05/2018]. Disponible sur : <http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- [35] : J-L. Pedinielli, A. Ferran, M-A. Grimaldi, C. Salomone. *Les troubles des conduites alimentaires – Anorexie, boulimie, obésité*. Armand Colin, 2013. 126p.
- [36] : L. Zubiria. *Régime Spécial Hypertriglycéridémie* [en ligne]. Passeport Santé, Janvier 2018. [Consulté le 23/06/2018]. Disponible sur https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/Dietes/Fiche.aspx?doc=hypertriglyceridemie_diete
- [37] : Diabète et Nutrition. *Le métabolisme des lipides, qu'est-ce que c'est ?* [en ligne], 2018. [Consulté le 23/06/2018]. Disponible sur <https://diabetnutrition.ch/le-metabolisme/le-metabolisme-des-lipides/>
- [38] : INSERM (Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale). *Cirrhose – Une maladie du foie d'origine inflammatoire*. [en ligne]. Mis à jour le 01/11/2017. [Consulté le 23/06/2018]. Disponible sur : <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/cirrhose>
- [39] : OMS. *Maladies cardiovasculaires* [en ligne], le 17/05/2017. [Consulté le 23/06/2018]. Disponible sur : [http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- [40] : Fédération Française de Cardiologie. *Les maladies cardiovasculaires – Zoom sur le syndrome métabolique* [en ligne]. [Consulté le 23/06/2018]. Disponible sur : <https://www.fedecardio.org/Les-maladies-cardio-vasculaires/Les-pathologies-cardio-vasculaires/zoom-sur-le-syndrome-metabolique>
- [41] : Dr. Mercola. *Un nouvel élément prouvant que les jus de fruits et les sodas augmentent le risque de goutte* [en ligne], 25/08/2016. [Consulté le 23/06/2018]. Disponible sur : <https://french.mercola.com/sites/articles/archive/2016/08/25/sodas-risque-goutte.aspx>
- [42] : J.-L. Wémeau, B. Vialettes, J.-L. Schlienger. *Endocrinologie, Diabète, Métabolisme et*

Nutrition pour le praticien. Elsevier Masson, 2014. 534 p.

[43] : F. Bourdillon et al. *Le diabète – Une épidémie silencieuse*. Le bord de l'eau, 2013. 328p.

[44] : University of Utah Health Sciences. *Does Sugar Feed Cancer ?* [en ligne], 18/08/2009. [Consulté le 23/06/2018]. Disponible sur : <https://www.sciencedaily.com/releases/2009/08/090817184539.htm>

[45] : R. J. Klement, U. Kämmerer. *Is there a role for carbohydrate restriction in the treatment and prevention of cancer ?* US National Library of Medicine National Institute of Health [en ligne], 26/10/2011. [Consulté le 23/06/2018]. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3267662/?tool=pubmed>

[46] : H. Waquier. *Sucre et dépression du système immunitaire* [en ligne], le 31/01/2018. [Consulté le 23/06/2018]. Disponible sur : http://living-nutrition.be/sucre_depression_systeme_immunitaire/

[47] : Emory Health Sciences. *High-fructose diet in adolescence may exacerbate depressive-like behavior*. [en ligne], ScienceDaily, 18/11/2014. [Consulté le 23/06/2018]. Disponible sur : <https://www.sciencedaily.com/releases/2014/11/141118141852.htm>

[48] : Drogues.gouv. *Qu'est-ce qu'une addiction ?* [en ligne], le 10/08/2015. [Consulté le 26/06/2018]. Disponible sur : <http://www.drogues.gouv.fr/comprendre/l-essentiel-sur-les-addictions/qu-est-ce-qu-une-addiction>

[49] : RTS. *Sucre : une poudre blanche qui rend accro !* [en ligne], 08/12/2010. [Consulté le 26/06/2018]. Disponible sur : <https://www.rts.ch/play/tv/36-9/video/sucre--une-poudre-blanche-qui-rend-accro-?id=2777533&station=a9e7621504c6959e35c3ecbe7f6bed0446cdf8da>

[50] : T. Gallopin. *Le sucre facilite le sommeil en activant les neurones responsables de l'endormissement* [en ligne], CNRS (Centre National de la recherche Scientifique), 08/09/2015. [Consulté le 26/06/2018]. Disponible sur : <https://www.cnrs.fr/insb/recherche/parutions/articles2015/t-gallopin.html>

[51] : C. Varin et al. *Glucose induces slow-wave sleep by exciting the sleep-promoting neurons in the ventrolateral preoptic nucleus : a new link between sleep and metabolism*. [en ligne] Journal of neuroscience, 08/09/2015. [Consulté le 26/06/2018]. Disponible sur : <http://www.jneurosci.org/content/jneuro/35/27/9900.full.pdf>

[52] : L. Auxane. *Manger trop de sucre peut affecter votre mémoire et votre concentration*. [en ligne], Février 2018. [Consulté le 26/06/2018]. Disponible sur : <https://mcetv.fr/decouvertes/mon-mag-lifestyle/virgil-abloh-louis-vuitton-sneakers-0607/>

[53] : E.Schmidt. *This is your brain on sugar : UCLA study shows high-fructose diet sabotages learning, memory*. [en ligne], 15/05/2012. [Consulté le 26/06/2018]. Disponible sur : <http://newsroom.ucla.edu/releases/this-is-your-brain-on-sugar-ucla-233992>

[54] : EFSA. *L'EFSA formulera un avis sur l'apport en sucres ajoutés aux aliments* [en ligne], le 23/03/2017. [Consulté le 18/06/2018]. Disponible sur : <https://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/170323-0>

[55] : TNS Sofres. *Comportements et perception des consommateurs à l'égard des étiquettes nutritionnelles et environnementales*. 18/06/2014 [en ligne]. [Consulté le 09/06/2018]. Disponible sur : <https://www.tns-sofres.com/sites/default/files/2014.06.30-etiquettes.pdf>

- [56] Santé Publique France. *Nutri-Score* [en ligne]. [Consulté le 06/06/2018]. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/Sante-publique-France/Nutri-Score>
- [57] Santé Publique France – Manger Bouger, Programme National Nutrition Santé. *Le Nutri-Score : l'information nutritionnelle en un coup d'œil*. [en ligne] [Consulté le 06/06/2018]. Disponible sur : <http://www.mangerbouger.fr/Manger-Mieux/Comment-manger-mieux/Comprendre-les-infos-nutritionnelles2/Le-Nutri-Score-l-information-nutritionnelle-en-un-coup-d-oeil>
- [58] : Santé Publique France – Manger Bouger, Programme National Nutrition Santé. *Entreprises et marques engagées en faveur de Nutri-Score*. [en ligne]. [Consulté le 06/06/2018]. Disponible sur : <http://www.mangerbouger.fr/content/download/35338/637343/version/1/file/Liste+des+industriels+engag%C3%A9s+pour+le+nutriscore.pdf>
- [59] : CREDOC & FFAS (Fonds Français pour l'Alimentation et la Santé). *Les études complémentaires – Étude quantitative – Évaluation Ex Ante de Systèmes d'étiquetage nutritionnel graphique simplifié* [en ligne]. 23/03/2018 [Consulté le 09/06/2018]. Disponible sur : <http://alimentation-sante.org/wp-content/uploads/2017/03/Rapport-credoc-vf.pdf>
- [60] : PNNS. *Le PNNS, qu'est-ce que c'est ?* [en ligne]. [Consulté le 09/06/2018]. Disponible sur : <http://www.mangerbouger.fr/PNNS/Le-PNNS/Qu-est-ce-que-le-PNNS>
- [61] : X. Bertrand, D. Bussereau. *Arrêté du 27 février 2007 fixant les conditions relatives aux informations à caractères sanitaire devant accompagner les messages publicitaires ou promotionnels en faveur de certains aliments et boissons*. [en ligne], Legifrance, Mis à jour le 28/02/2007. [Consulté le 06/06/2018]. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006055557>
- [62] : ANSES. *Les allégations* [en ligne]. Mis à jour le 10/12/2012. [Consulté le 09/06/2018]. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/les-all%C3%A9gations>
- [63] : Journal Officiel de l'Union Européenne. *Règlement (CE) n°1924/2006 du Parlement Européen et du Conseil du 20 décembre 2006 concernant les allégations nutritionnelles et de santé portant sur les denrées alimentaires* [en ligne]. Publié le 20/12/2006, mis à jour le 18/01/2007. [Consulté le 09/06/2018]. Eur-Lex – Access to European Union Law. Disponible sur : <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:012:0003:0018:FR:PDF>
- [64] : Service Public. *Taxation des boissons* [en ligne]. Vérifié le 06/03/2018. [Consulté le 16/06/2018]. Disponible sur : <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F32101>

Table des matières

Remerciements.....	3
Introduction.....	4
A) Les sucres et leurs utilisations en agroalimentaire.....	6
A.I. Qu'est-ce que le sucre ?.....	6
A.II. Histoire du sucre	6
A.III. Économie du sucre.....	7
A.IV. Types de sucres : classification.....	8
A.V. Les sucres présents dans l'alimentation.....	9
A.VI. Les différents sucres utilisés par les industries agroalimentaires.....	11
A.VI.1. Le glucose / Le sirop de glucose	11
A.VI.2. Le fructose / Le sirop de fructose.....	12
A.VI.3. Le saccharose / Sucre inverti.....	12
A.VI.4. Les polyols.....	13
A.VII. Fabrication du sucre.....	14
A.VII.1. Fabrication de saccharose à partir de la canne à sucre (voir Annexe 6).....	14
A.VII.1.a) Caractéristiques de la canne à sucre.....	14
A.VII.1.b) Processus de fabrication du sucre à partir de la canne à sucre.....	15
A.VII.2. Fabrication de sucre à partir de la betterave sucrière (voir Annexe 7).....	16
A.VII.2.a) Caractéristiques de la betterave sucrière.....	16
A.VII.2.b) Processus de fabrication du sucre à partir de betterave.....	16
A.VII.3. Fabrication de sucre à partir d'amidon contenu dans les céréales (voir Annexe 8).....	18
A.VII.3.a) Caractéristiques des céréales riches en amidon.....	18
A.VII.3.b) Processus de fabrication du sirop de glucose.....	18
A.VIII. Types de sucres commercialisés.....	19
A.IX. Les différentes propriétés du sucre	21
A.IX.1. Fonction nutritionnelle.....	21
A.IX.2. Fonction organoleptique.....	22
A.IX.3. Amélioration de la conservation.....	22
A.IX.4. Amélioration de la texture.....	23
A.IX.5. Amélioration de la coloration.....	24
A.IX.5.a) Caramélisation.....	24
A.IX.5.b) Réaction de Maillard.....	25
A.IX.6. Amélioration de l'aspect visuel.....	25
A.IX.7. Amélioration de la congélation.....	26
A.IX.8. Permet la fermentation	26
A.IX.9. Propriétés spécifiques des glucides polymérisés.....	26
A.IX.10. Exhausteur de goût.....	27
A.IX.11. Avantage financier.....	27
A.X. Identifier le sucre contenu dans les produits alimentaires grâce à l'étiquetage.....	28
A.X.1. La déclaration nutritionnelle.....	28
A.X.2. La liste d'ingrédients.....	29
B) Risques sanitaires liés à la consommation de sucres.....	30
B.I. Effets avérés sur la santé.....	30
B.I.1. Caries.....	30
B.I.2. Prise de poids / obésité	33
B.I.3. Augmentation de la triglycéridémie	35
B.I.4. Complications liées au taux élevé de triglycérides.....	37
B.I.5. Maladies cardiovasculaires.....	37
B.I.6. Augmentation de l'uricémie.....	38

B.I.7.Diabète de type 2	39
B.I.7.a)Le diabète, qu'est ce que c'est ?.....	39
B.I.7.b)Les différents types de diabètes.....	40
B.I.7.c)Comment intervient le sucre dans l'apparition du diabète de type 2 ?.....	41
B.II.Effets probables sur la santé.....	41
B.II.1.Addiction.....	41
B.II.2.Effets sur le sommeil et la fatigue.....	43
B.II.3.Concentration / Mémorisation.....	45
B.II.4.Certains cancers.....	46
B.II.5.Défenses immunitaires	47
C)Comment réduire la consommation de sucre ?.....	48
C.I.Uniformiser les recommandations en termes de consommation de sucre.....	49
C.II.Propositions de moyens à mettre en place pour réduire la consommation excessive de sucre.....	50
C.II.1.Améliorer l'étiquetage nutritionnel : notion de sucres totaux, sucres naturels, sucres ajoutés.....	50
C.II.2.Rendre le Nutri-Score obligatoire pour tous les produits issus des industries agroalimentaires.....	53
C.II.3.Revoir le système d'éducation à la nutrition	56
C.II.4.Allégations sur le sucre.....	60
C.II.4.a)Qu'est-ce qu'une allégation ?.....	60
C.II.4.b)Allégation "Sans sucres ajoutés" dans une pâte à tartiner.....	62
C.II.4.c)Allégation "Allégé/Light" / "Teneur réduite en sucres".....	63
C.II.5.Réduire spécifiquement le sucre pour certaines catégories d'aliments.....	65
Conclusion.....	68
Bibliographie.....	69
Liste des abréviations.....	77
Annexe 1 : Caractéristiques nutritionnelles détaillées des fruits et légumes.....	79
Annexe 2 : Contenu en sucres des fruits et légumes.....	79
Annexe 3 : Caractéristiques nutritionnelles détaillées des céréales, leurs dérivés et légumineuses. .	80
Annexe 4 : Composition nutritionnelle des produits sucrés.....	81
Annexe 5 : Composition des boissons sucrées.....	81
Annexe 6 : Obtention de sucre à partir de canne à sucre.....	82
Annexe 7 : Obtention de sucre à partir de betterave sucrière.....	83
Annexe 8 : Obtention de sirop de glucose à partir de céréales.....	84
Annexe 9 : Mécanisme de la réaction de Maillard.....	85
Annexe 10 : Détails des quantités de sucres (glucides, sucres simples et sucres ajoutés) pour quelques aliments.....	86
Résumé.....	87

Index des tables

Tableau 1 : Classification des sucres	9
Tableau 2 : Présence des sucres au sein des différents groupes d'aliments.....	10
Tableau 3 : Les différentes présentations commerciales du sucre	19
Tableau 4: Contenu, présentation et expression de la déclaration nutritionnelle obligatoire.....	28
Tableau 5 : Caractérisation de la corpulence d'un adulte en fonction de l'Indice de Masse Corporelle (IMC).....	34
Tableau 6 : Classification du taux de triglycérides dans le sang.....	36
Tableau 7 : Répartition du temps de sommeil en fonction de la solution injectée dans le noyau ventral pré-optique.....	44
Tableau 8 : Déclaration nutritionnelle d'une pâte à tartiner.....	62
Tableau 9 : Valeurs nutritionnelles d'une compote "classique" et d'une compote "light"	64
Tableau 10 : Tableau comparatif des valeurs nutritionnelles de céréales du petit déjeuner pour enfants.....	67

Index des illustrations

Illustration 1 : Molécule de glucose (en projection de Haworth).....	11
Illustration 2 : Molécule de fructose (en projection de Haworth).....	12
Illustration 3 : Mécanisme de formation du saccharose.....	13
Illustration 4 : Liste d'ingrédients de biscuits au chocolat.....	29
Illustration 5 : Schéma de la dent humaine.....	32
Illustration 6 : Décomposition des triglycérides : détail de leur formule chimique.....	35
Illustration 7 :Exemple de rapport d'analyse des valeurs nutritionnelles.....	52
Illustration 8: Les cinq notes possibles du Nutri-Score.....	54
Illustration 9 : Évolution de la prévalence du diabète traité pharmacologiquement de 2006 à 2013 en France.....	58
Illustration 10 : Évolution de la prévalence de l'obésité en France entre 1997 et 2012.	58
Illustration 11 : Exemple d'étiquette d'une pâte à tartiner.....	62
Illustration 12 : Comparaison entre une compote de pommes sans allégation et une allégée en sucre	63

Liste des abréviations

ADN : Acide DésoxyriboNucléique

AET : Apport Énergétique Total

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail

ARN : Acide RiboNucléique

ATP : Adénosine TriPhosphate

C : Carbone

CCAF : Comportements et Consommations Alimentaires en France

CEDUS : Centre d'Études et de Documentation du Sucre

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

CREDOC : Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de Vie

DGCCRF : Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la répression des Fraudes

DHA : Acide DocosaHexanoïque

DOM : Départements d'Outre Mer

DT1 : Diabète de Type 1

DT2 : Diabète de Type 2

EFSA : European Food Safety Authority

ESCPI : Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles

FFAS : Fonds Français pour l'Alimentation et la Santé

H : Hydrogène

HAS : Haute Autorité de Santé

HDL : High Density Level

IAA : Industries AgroAlimentaires

INA : Institut National Agronomique

INCA : étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires

IMC : Indice de Masse Corporelle

INCO : Informations des Consommateurs

INSERM : Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale

J-C. : Jésus Christ

LSA : Libre Service Actualités

O : Oxygène

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PNNS : Plan National Nutrition Santé

PS : Pouvoir Sucrant

UE : Union Européenne

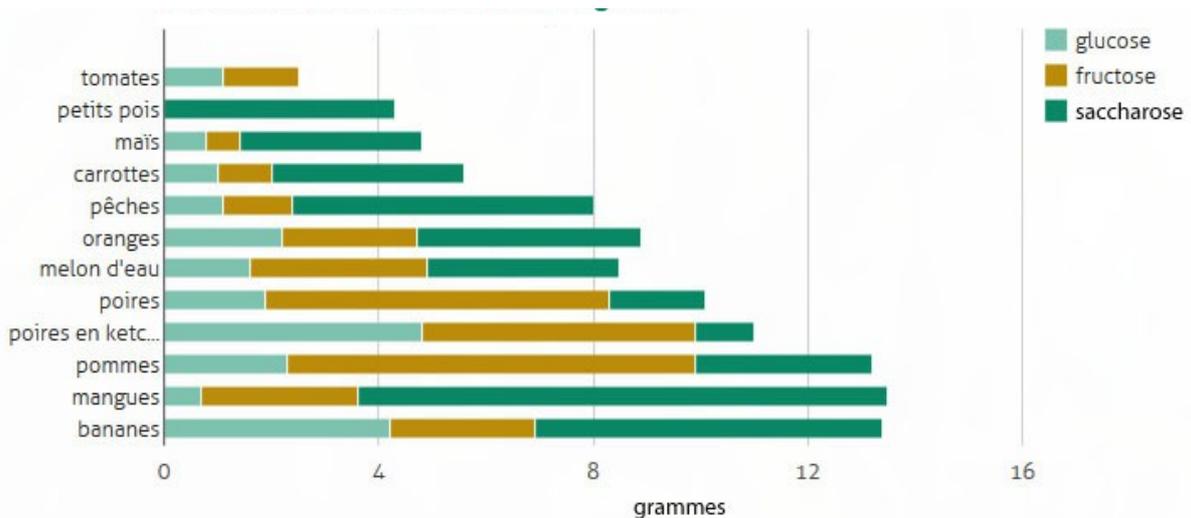
USIPA : Union des Syndicats des Industries des Produits Amylacés et leurs dérivés

Annexe 1 : Caractéristiques nutritionnelles détaillées des fruits et légumes

Classification	Exemples	Type et teneur en glucides
Fruits frais sucrés	Groseille, framboise, fraise, pastèque, orange, pomelo, melon	Glucides simples : 5 à 8%
	Ananas, pomme, poire, pêche, abricot, clémentine, kiwi, myrtille	Glucides simples : 10 à 12%
	Cerise, raisin, banane	Glucides simples : 15 à 20%
Fruits amylicés	Banane plantain	Amidon : inférieur à 4%
	Châtaigne	Amidon : 25%
Fruits oléagineux	Noix, amande, cacahuète, pistache	Glucides simples : 5 à 12%
	Noix de cajou, noisette	Glucides simples : 18 à 20%
Fruits secs sucrés	Pruneau, abricot	Glucides simples : 40%
	Figue, raisin, datte, fruits exotiques (ananas, papaye, noix de coco)	Glucides simples : 55 à 70%
Légumes non amylicés	Salade, épinard, fenouil, concombre, tomate, brocolis	Glucides simples : 1 à 3%
	Carotte, chou, betterave, artichaut, oignon	Glucides simples : 5 à 8%
Légumes amylicés	Maïs doux, pomme de terre, patate douce, igname	Amidon : 15%

Source : M. Murat. *Nutrition humaine et sécurité alimentaire*. Éditions Tec & Doc Lavoisier – Éditions Médicales Internationales, 2009. p 228/229.

Annexe 2 : Contenu en sucres des fruits et légumes



Source : USDA Nutrient Laboratory, teneur en sucre de certains aliments (pour g)

<http://www.lesucres.com/sucres-et-equilibre/alimentation/sucres-sucres-glucides/la-teneur-en-sucres-des-aliments.html>

Annexe 3 : Caractéristiques nutritionnelles détaillées des céréales, leurs dérivés et légumineuses

Céréales et légumineuses		Teneur en glucides totaux	Teneur en amidon (glucides complexes)
Céréales	Blé	65-80%	65-80%
	Maïs	60-65%	60-65%
	Riz	75-90%	75-90%
Semoule	Semoule (de blé dur ou de maïs dur)	70-80%	70-80%
Farines	Farine complète (type 150) / blanche (type 55)	≈60% / ≈70%	≈60% / ≈70%
Pâtes alimentaires	Pâtes crues / Pâtes cuites	71% / 22%	68% / 21%
Biscottes, pains et pains grillés	Pain blanc	56%	54%
	Pain complet	44%	42%
	Biscottes	74%	71%
Produits de viennoiserie	Croissant	55%	48%
	Pain au chocolat / pain au lait / pain au raisin	45-47%	42-44%
Céréales du petit déjeuner	Pétales de maïs	83%	75%
	Pétales de blé	76%	54%
	Céréales au miel	83%	48%
	Céréales chocolatées	80%	44%
	Flocons d'avoine	63%	61%
Légumineuses "domestiques" ou légumes secs	Haricot, pois, lentille, pois chiche	≈60%	45-50% (20-25% une fois réhydratées)

Source : M. Murat. *Nutrition humaine et sécurité alimentaire*. Éditions Tec & Doc Lavoisier – Éditions Médicales Internationales, 2009.

Annexe 4 : Composition nutritionnelle des produits sucrés

Produits sucrés	Teneur en glucides
Sucre blanc	100,00%
Sucre roux	97,50%
Confitures	69,70%
Chocolat noir	60,90%
Chocolat au lait	57,50%
Cacao en poudre non sucré	10,80%

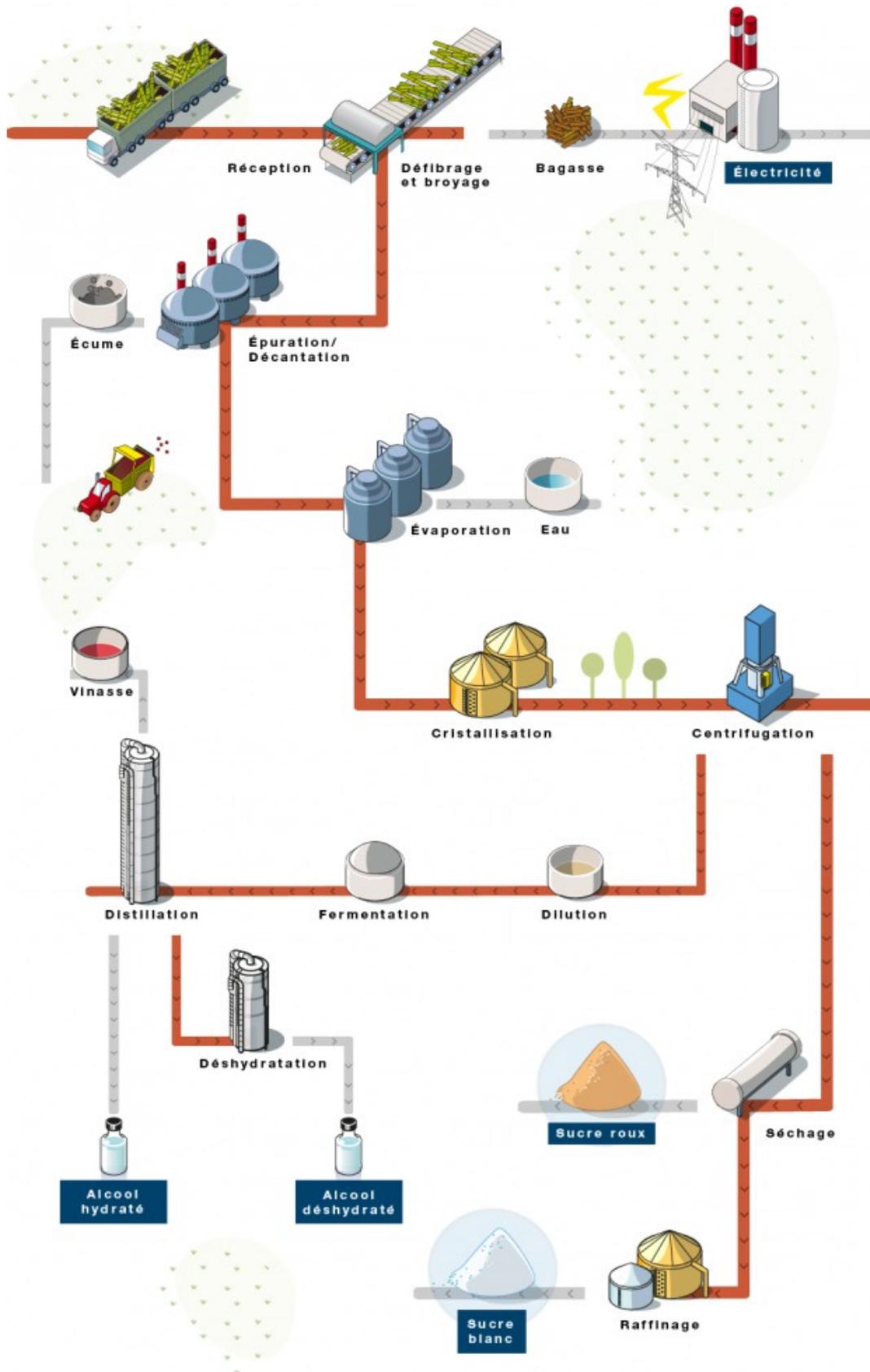
Source : Répertoire général des aliments CIQUAL/INRA, Tec et Doc, 1995

Annexe 5 : Composition des boissons sucrées

Boissons sucrées	Types de boissons	Teneur moyenne en matières sucrantes (saccharose, glucose, fructose...) pour 100mL de boisson
Jus de fruits, légumes et nectars	Jus de fruits	10 à 20g
	Jus de légumes	4 à 7g
	Jus de fruits à base de concentré	8 à 11g
	Nectars	13 à 16g
Sirops		Plus de 50g
Boissons rafraîchissantes sans alcool - boissons gazeuses - boissons plates	Limonades, soda au cola, soda aux fruits, boisson aromatisée à base d'eau minérale, boisson aromatisée aux extraits végétaux	8 à 12g

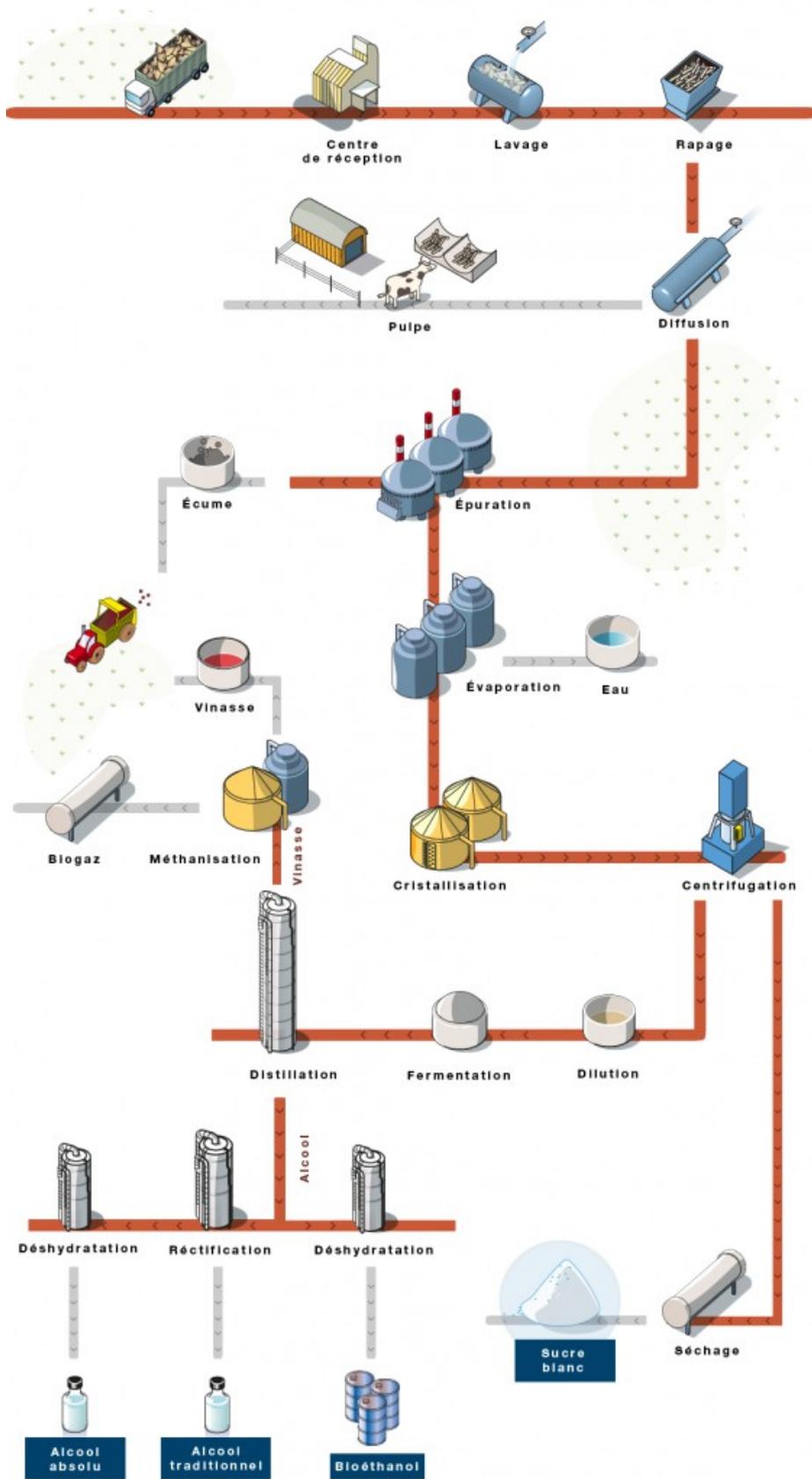
Source : M. Murat. *Nutrition humaine et sécurité alimentaire*. Éditions Tec & Doc Lavoisier – Éditions Médicales Internationales, 2009.

Annexe 6 : Obtention de sucre à partir de canne à sucre



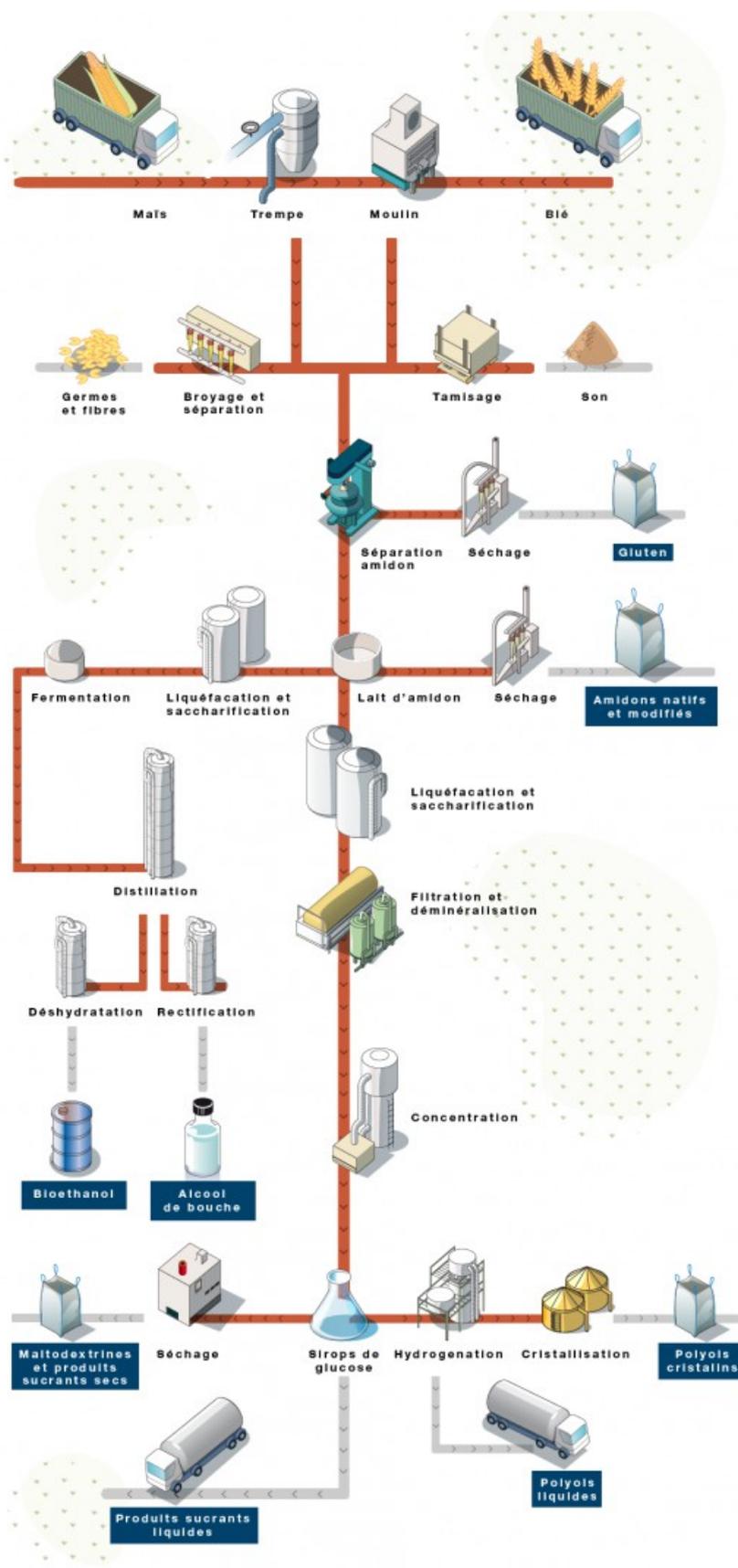
Source : <https://tereos.com/nos-activites/filieres/canne>

Annexe 7 : Obtention de sucre à partir de betterave sucrière



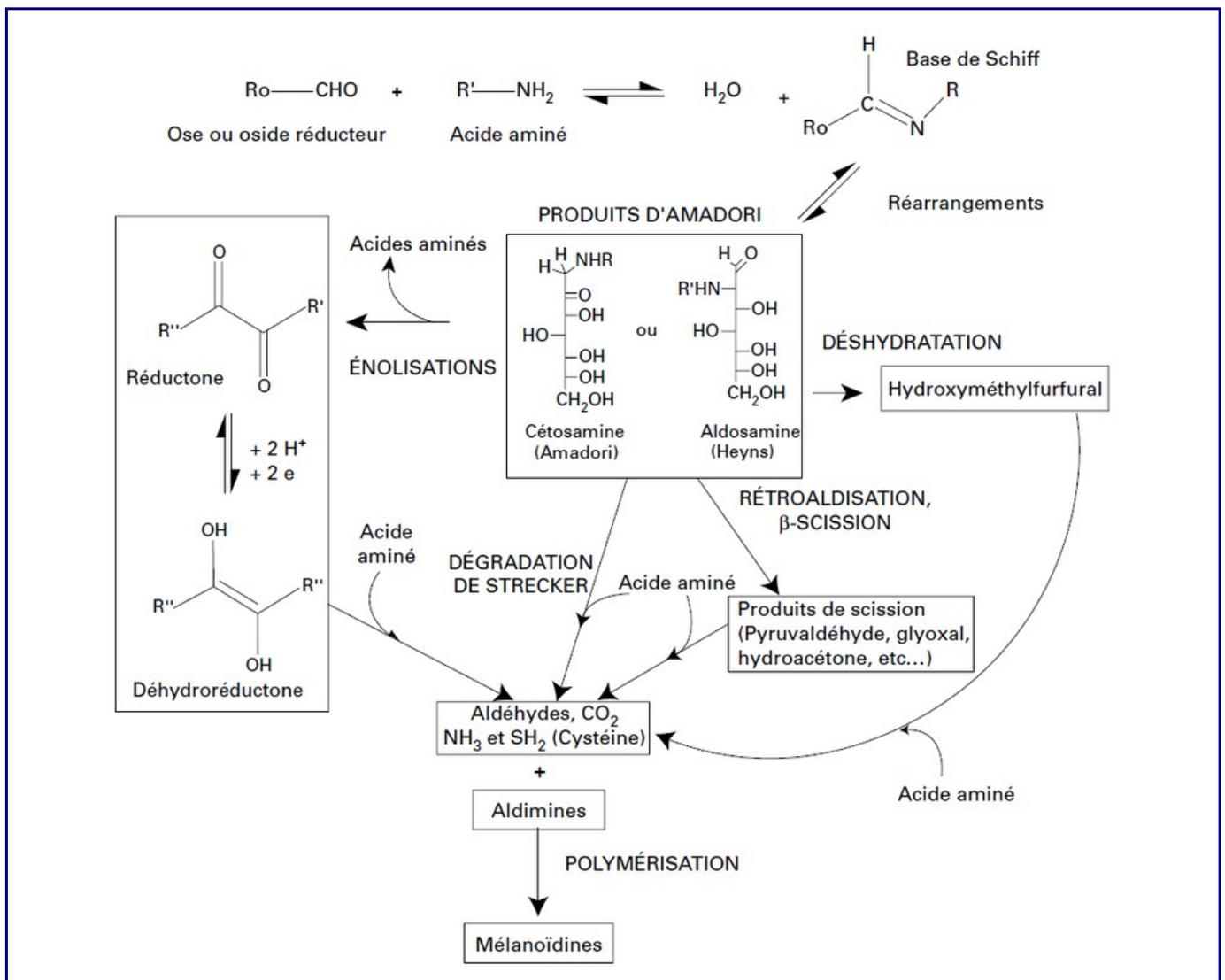
Source : <https://tereos.com/nos-activites/filieres/betterave>

Annexe 8 : Obtention de sirop de glucose à partir de céréales



Source : <https://tereos.com/nos-activites/filieres/cereales>

Annexe 9 : Mécanisme de la réaction de Maillard



Source : <https://introductionchimiealimentaire.weebly.com/les-reacutereactions-de-deacutegradation.html>

Annexe 10 : Détails des quantités de sucres (glucides, sucres simples et sucres ajoutés) pour quelques aliments.

	Glucides [amidon + sucres] (pour 100 g)*	dont sucres (pour 100 g)*	dont sucres ajoutés (pour 100 g)**	Sucres ajoutés à la portion
Poudre cacaotée	76 g	68 g	68 g	9 g (pour 2 c à c 13,5 g)
Bonbon	88 g	65 g	65 g	16 g (pour 25 g)
Cookies au chocolat	59 g	31,5 g	30 g	10 g (pour 1 cookie de 23 g)
Céréales pour petit-déj.	76 g	26 g	24 g	7 g (pour 30 g)
Glaces	26 g	22,5 g	19 / 20 g	12 g (pour 2 boules)
Compote de pomme	24,5 g	20 g	8,5 g	8,5 g (pour 1 pot)
Compote sans sucres ajoutés	13 g	11,5 g	0	0
Ketchup	21,5 g	21 g	18 g	2 g (pour 1 dosette de 11 g)
Pomme	10,5 g	10 g	0	0
Jus d'orange pur jus	10 g	10 g	0	0
Baguette	60 g	2,8 g	0	0
Jambon blanc	0,8 g	0,8 g	0,8 g	0,3 g (par tranche de 42,5 g)

* Référence Anses, Table de composition nutritionnelle Ciqual

** Estimation d'après la liste des ingrédients, les valeurs Anses des produits sans sucres ajoutés, ou les codes d'usage

Source : <http://www.lesucre.com/sucre-et-equilibre/alimentation/sucre-sucres-glucides/la-teneur-en-sucre-s-des-aliments.html>

Résumé

Charlotte MENART

L'UTILISATION DU SUCRE EN INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES

Le **sucré** est présent dans de nombreux produits alimentaires transformés industriellement que nous consommons au quotidien. Le **sucré** le plus commun est le saccharose, sous forme de poudre blanche. Mais il existe d'autres types de **sucré**, comme le glucose ou le fructose, très utilisés en **industries agroalimentaires** pour leurs propriétés spécifiques.

Mais, la **consommation excessive** de **sucré** provoque des effets néfastes sur la **santé**. De nombreuses pathologies sont associées à cet excès : prise de poids, obésité, diabète. D'autres pathologies comme le manque de concentration, les troubles du sommeil, les cancers peuvent également être causés par une **consommation excessive** de **sucré**.

Les conséquences d'une consommation trop importante en **sucré** peuvent s'avérer graves pour la **santé**. Il est donc nécessaire de **réduire** notre consommation de **sucré**. De nombreuses méthodes pourraient être mises en place à différentes échelles, comme la mise en place d'un meilleur étiquetage nutritionnel (quantités et types de **sucrés** utilisés dans les recettes) ou encore une réglementation des quantités de **sucrés** mises en œuvres par les industriels dans leurs produits alimentaires.

Mots clés : sucre, industries agroalimentaires, consommation excessive, santé, réduire

USE OF SUGAR IN FOOD INDUSTRIES

Sugar is present in many manufactured food products that we daily consume. The most common **sugar** is sucrose, in the form of white powder. But there are other types of **sugar**, such as glucose or fructose, widely used in **food industries** for their specific properties.

But, the **excessive consumption** of **sugar** causes negative effects on **health**. Many diseases are associated to this excess : weight gain, obesity, diabete. Other diseases such as lack of concentration, sleep disorders, cancers can be also caused by **excessive consumption** of **sugar**.

The consequences of consuming too much **sugar** can be serious for **health**. It is therefore necessary to **reduce** our consumption of **sugar**. Many methods could be implemented at different scales, such as the introduction of better nutrition labelling (quantities and types of **sugars** used in recipes) or a regulation of the quantities of **sugars** used by the manufacturers in their food products.

Key words : sugar, food industries, excessive consumption, health, reduce