



**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**

**BIBLIOTHÈQUES
UNIVERSITAIRES**

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact bibliothèque : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr
(Cette adresse ne permet pas de contacter les auteurs)

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

ACADÉMIE DE NANCY-METZ
UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ D'ODONTOLOGIE DE LORRAINE

Année [2023]

N° [imprimatur]

THÈSE
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : **30 octobre 2023**

par

Nassima ABOUHNAIK
Née le 21/08/1994 à Montbéliard (25)

**Évolution de la consommation de sucre en France et
impact sur la santé bucco-dentaire**

Composition du jury :

Président :

Pr Eric MORTIER

Membres :

Dr Alexandre BAUDET

Dr Ferdinand WATRIN

Directeur de thèse :

Dr Stéphanie JAGER



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



FACULTÉ
D'ODONTOLOGIE
DE LORRAINE

Évolution de la consommation de sucre en France et impact sur la santé bucco-dentaire

« Par délibération en date du 11 décembre 1972, la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propre à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation »

Présidente : Docteur Héléne BOULANGER

Doyen : Docteur Kazutoyo YASUKAWA

Vice-Doyens : Dr Charlène KICHENBRAND – Dr Rémy BALTHAZARD – Dr Marin VINCENT

Membres Honoraires : Dr L. BABEL – Pr. S. DURIVAUX – Pr A. FONTAINE – Pr G. JACQUART – Pr D. ROZENCWEIG - Pr ARTIS

Doyens Honoraires : Pr J. VADOT, Pr J.P. LOUIS

Département odontologie pédiatrique Sous-section 56-01	Mme JAGER Stéphanie	Maître de conférences *
	M. PREVOST Jacques	Maître de conférences
	Mme HERNANDEZ Magali	Maître de conférences *
	M. HAINOT Raphaël	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	Mme HILT Léa	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	Mme HOMBOURGER Morgane	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	M. MASSON Maximilien	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
Département orthopédie dento-faciale Sous-section 56-01	M. VANDE VANNET Bart	Professeur des universités *
	Mme DAMERDJI-BENHABIB Zaheira	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux ass. *
	M. FAWAZ Paul	Chef de clinique des universités associé *
Département prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale Sous-section 56-02	Mme CLÉMENT Céline	Maître de conférences *
	M. BAUDET Alexandre	Maître de conférences *
	Mme CAIONE Mariette	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	M. VEYNACHTER Thomas	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux*
Département parodontologie Sous-section 57-01	Mme BISSON Catherine	Professeur des universités *
	M. JOSEPH David	Maître de conférences *
	Mme BERBE Ludvine	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux*
Département chirurgie orale Sous-section 57-01	M. BRAVETTI Pierre	Maître de conférences *
	Mme GUILLET-THIBAUT Julie	Maître de conférences
	Mme KICHENBRAND Charlene	Maître de conférences *
	Mme PHULPIN Bérengère	Maître de conférences *
	M. CLERC Sébastien	Praticien hospitalier universitaire *
	Mme BECKER Alice	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	Mme PEREIRA Laure	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
Département biologie orale Sous-section 57-01	Mme EGLOFF-JURAS Claire	Maître de conférences *
	M. MARTRETTE Jean-Marc	Professeur des universités *
	M. YASUKAWA Kazutoyo	Maître de conférences *
Département dentisterie restauratrice, endodontie Sous-section 58-01	M. MORTIER Éric	Professeur des universités *
	M. ENGELS-DEUTSCH Marc	Professeur des universités *
	M. AMORY Christophe	Maître de conférences
	M. BALTHAZARD Rémy	Maître de conférences *
	M. VINCENT Marin	Maître de conférences*
	M. GIESS Renaud	Maître de conférences associé*
	Mme DAL MAGRO Claire	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	Mme DAVRIL Jeanne	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux*
	M. LESIEUR François	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	M. DE MARCH Pascal	Maître de conférences
Département prothèses Sous-section 58-01	Mme CORNE Pascale	Maître de conférences *
	M. SCHOUVER Jacques	Maître de conférences
	Mme VAILLANT Anne-Sophie	Maître de conférences *
	M. HIRTZ Pierre	Enseignant universitaire
	Mme GERBER Caroline	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux*
	M. JONVEAUX Maxime	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	Mme MOUGEL Armande	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	M. PERRIN Tom	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	M. SYDA Paul-Marie	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	Mme WILK Sabine	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
Département fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux Sous-section 58-01	Mme STRAZIELLE Catherine	Professeur des universités *
	Mme MOBY (STUTZMANN) Vanessa	Maître de conférences *
	M. SALOMON Jean-Pierre	Maître de conférences
	M. RITTIE François	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux

Souligné : responsable de département

* temps plein

Mis à jour le 17 mars 2023

À NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE,

Monsieur le Professeur Éric MORTIER

Docteur en chirurgie dentaire

Docteur de l'université Henri Poincaré en physique-chimie de la matière et des matériaux

Habilité à diriger des recherches

Professeur des universités – praticien hospitalier

Responsable du département de dentisterie restauratrice, endodontie

Chef du service d'odontologie du CHRU de Nancy

Nous vous remercions du grand honneur que vous nous faites en acceptant de présider cette thèse, Veuillez trouver dans ce travail, l'expression de notre sincère reconnaissance et de notre profond respect.

À NOTRE DIRECTEUR DE THÈSE,

Madame le Docteur Stéphanie JAGER,

Docteur en chirurgie dentaire

Docteur de l'université de lorraine, en sciences des matériaux

Maître de conférences – praticien hospitalier

Responsable du département d'odontologie pédiatrique

Nous vous sommes très reconnaissants de la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de diriger cette thèse. Nous vous remercions pour vos précieux conseils durant l'élaboration de cet ouvrage, mais également pour votre pédagogie, votre disponibilité et votre gentillesse tout au long de nos études. Veuillez trouver dans ce travail, le témoignage de notre sincère gratitude et de notre profond respect.

À NOTRE JUGE,

Monsieur le Docteur Ferdinand WATRIN

Docteur en chirurgie dentaire
Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux

Vous nous faites l'immense plaisir de siéger au sein de notre jury. Nous vous remercions pour votre pédagogie, votre disponibilité et votre gentillesse tout au long de nos études. Veuillez trouver ici l'expression de notre sincère gratitude et de notre profond respect.

À NOTRE JUGE,

Monsieur le Docteur Alexandre BAUDET

Docteur en chirurgie dentaire

Maitre de conférences des universités - praticien attaché

Nous sommes sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail. Nous vous remercions pour votre pédagogie, votre disponibilité et votre gentillesse tout au long de nos études. Veuillez trouver ici l'expression de notre sincère gratitude et de nos remerciements les plus sincères.

SOMMAIRE

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION

- 1. Histoire et évolution de notre consommation en sucre**
 - 1.1. Histoire : l'importation du sucre en France et ses acteurs**
 - 1.2. Consommation du sucre en France**
 - 1.3. Marketing alimentaire**
 - 1.4. Consommation du sucre à travers le monde**
- 2. Le sucre sous toutes ses formes**
 - 2.1. Les glucides**
 - 2.2. Potentiel cariogène des aliments**
 - 2.3. Cas particulier de la cigarette électronique**
- 3. Conséquences bucco-dentaire d'une surconsommation en sucre**
 - 3.1. La maladie carieuse**
 - 3.2. Prévalence de la carie**
- 4. Moyens de prévention**
 - 4.1. D'un point de vue alimentaire : modérateurs et substituts**
 - 4.2. D'un point de vue politique : Programme de prévention en santé publique**
- 5. Réalisation d'une plaquette d'information sur les sucres cachés dans notre alimentation**
 - 5.1. Objectif**
 - 5.2. Présentation de la plaquette d'information**

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ELECTRONIQUES

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : la canne à sucre (source : www.cultures-sucre.com)	16
Figure 2 : itinéraire emprunté par l'amiral Néarque qui lui fit découvrir le sucre (source : www.wikipédia.fr)	17
Figure 3 : le port d'Orléans au <i>XVIII</i> esiècle (source : www.archives-loiret.fr)	18
Figure 4 : récolte de la canne à sucre dans une plantation de la Compagnie des Antilles au <i>XIX</i> esiècle (source : www.lemonde.fr)	19
Figure 5 : betterave sucrière (source : www.futura-sciences.com)	19
Figure 6 : composition du panier alimentaire en 1960, 1990 et 2014 (source : Larochette et Sanchez-Gonzalez, 2015).....	22
Figure 7 : Philippe Reiser, PDG de cultures-sucre (source : www.cultures-sucre.fr)	31
Figure 8 : format définitif du NutriScore apparaissant sur la face avant des emballages (source : Julia et Hercberg, 2016).....	32
Figure 9 : consommation de sucre en kg par habitant dans les principaux pays et régions du monde. L' OCDE représente en partie l'Europe et l'Amérique du Nord et le MENA représente les pays du Moyen-Orient et l'Afrique du Nord.....	36
Figure 10 : classification des glucides selon le degré de polymérisation.....	37
Figure 11 : classification des glucides en fonction du devenir digestif.....	38
Figure 12 : les différentes appellations du sucre dans l'industrie agro-alimentaire (source : www.lanutrition.fr)	40
Figure 13 : variation du pH du biofilm oral après consommation de sucre. Les ions phosphates de calcium et fluor émis lors de la déminéralisation et/ou présents dans la salive et le biofilm précipitent lorsque le pH remonte et contribuent à la reminéralisation de l'émail (source : Fioretti et Haïkel, 2010).....	41
Figure 14 : lésions carieuses vestibulaires des incisives et canines temporaires maxillaires chez l'enfant (source : Joseph et coll., 2018).....	44
Figure 15 : modification du pH de la plaque dentaire postprandiale en réponse à deux doses différentes de glucose (source : Atkinson et coll., 2021).....	60
Figure 16 : variation du pH et de la glycémie post prandiales en fonction des aliments testés et de leurs différents IG (source : Atkinson et coll., 2021).....	61

Figure 17 : corrélation linéaire entre les valeurs des IG des féculents testés dans la sous-étude 2 et la sous étude 3 et les valeurs de pH, chaque point de données représente la réponse moyenne de 12 participants en bonne santé	62
Figure 18 : pains consommés le plus couramment, densité et alvéolage correspondants (source : Saulnier et coll., 2014).....	66
Figure 19 : variations de l'IG en fonction des densités de pains couramment consommés. Les pains analysés de gauche à droite sont : baguette courante, baguette courante enrichie en fibres, baguette courante dense / baguette tradition, baguette tradition enrichie en fibres, baguette tradition dense et enrichie en fibres, baguette au levain enrichie en fibres	67
Figure 20 : valeurs des indices glycémiques en fonction des différents types de sucres (source : www.maxdegénie.com).....	68
Figure 21 : fréquence des traitements de racines à la clinique dentaire de Zurich de 1931 à 1948, en trait plein la fréquence des traitements par rapport au nombre d'élèves et en pointillé par rapport au total des dents soignées (source : Beguin, 1976)	69
Figure 22 : état des premières molaires permanentes extraites à gauche lors du rationnement et à droite après la fin du rationnement (source : Beguin, 1976)	70
Figure 23 : concentration en sels minéraux du sucre blanc à gauche et du sucre brut à droite (source : Beguin, 1976).....	71
Figure 24 : impact de la consommation de sucre brut sur la carie dentaire chez des enfants âgés de 6 à 10 ans (source : Beguin,1976)	72
Figure 25 : composition en sels minéraux et en vitamines de la farine de blé en fonction de son degré de raffinage (source : Beguin, 1976).....	72
Figure 26 : variations du pH de la plaque dentaire en fonction de la fréquence des prises alimentaires dans la journée. A : faible fréquence B : forte fréquence (source : Fioretti et Haïkel, 2010).....	74
Figure 27 : arômes des e-liquides de références utilisés lors de l'expérience (source : Kim et coll., 2018)	79
Figure 28 : force d'adhérence entre SM et les disques d'émail en fonction de l'exposition aux aérosols (source : Kim et coll., 2018)	80
Figure 29 : les aérosols de e-liquide s'accumulent dans les puits et les fissures (source : Kim et coll., 2018)	81

Figure 30 : perte de dureté de l'émail après exposition aux aérosols des différents e-liquides (source : Kim et coll., 2018)	81
Figure 31 : plaque dentaire adhérente à la surface dentaire	83
Figure 32 : formation du biofilm bactérien cariogène ; coagrégation à la surface dentaire, synthèse de polysaccharides extracellulaires et fermentation lactique (source : Fioretti et Haïkel, 2010).....	85
Figure 33 : métabolisme du saccharose par <i>Streptococcus mutans</i> (source : Fioretti et Haïkel, 2010).....	86
Figure 34 : systèmes de transport des sucres dans le corps bactérien en fonction des concentrations de sucres disponibles (source : Fioretti et Haïkel, 2010).....	87
Figure 35 : diagramme modifié de Keyes (source : Amory, 2014).....	88
Figure 36 : exemples d'articles retrouvés sur le site (source : www.mangerbouger.fr)	111
Figure 37 : échelle du Nutri Score (source : www.santepubliquefrance.fr)	114
Figure 38 : instructions pour l'utilisation du Nutri Score	115
Figure 39 : exemple de recherche réalisable sur la Table Ciqual (source : www.ciqual.anses.fr)	117
Figure 40 : Plaque d'information « Zoom sur les sucres cachés dans notre alimentation » (source : personnelle)	123

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : évolution de la consommation de sucre en France du <i>XIX</i> ^e au <i>XX</i> ^e siècle, en kg et par habitant (source : Flandrin et Montanari, 1996)	21
Tableau 2 : résumé des études incluses menés chez les adultes : caractéristiques et relation exposition/résultats (positif +, neutre 0 ou négatif -) (source : Moynihan et Kelly, 2014)	50
Tableau 3 : études nationales basées sur la population ayant fourni des données facilitant les comparaisons des niveaux de développement de caries dentaires avec les niveaux de consommation de sucres libres supérieurs et inférieurs à 10 kg/personne/an (environ 5 % d'apport énergétique) (source : Moynihan et Kelly, 2014)	50
Tableau 4 : résumé des études incluses menées chez des enfants : caractéristiques et relation exposition/résultats (positif +, neutre 0 ou négatif -) (source : Moynihan et Kelly, 2014)	51
Tableau 5 : résumé des études de cohorte longitudinale utilisée dans l'évaluation GRADE (source : Moynihan et Kelly, 2014)	53
Tableau 6 : composition du sucre blanc raffiné et du sucre brun pour 100g de sucre (source : Arzate, 2005)	57
Tableau 7 : informations nutritionnelles pour les aliments testés dans chaque sous-étude (source : Atkinson et coll., 2021)	59
Tableau 8 : exemples d'aliments et de leur IG (source : www.lanutrition.fr)	64
Tableau 9 : exemples de quelques produits de panifications et de leur IG (source : Saulnier et coll., 2014)	65
Tableau 10 : teneur en glucides assimilables d'aliments issus de différentes catégories (source : Walkowitz, 2015)	77
Tableau 11 : pourcentage de perte de dureté de l'émail en fonction des différentes saveurs des e-liquides utilisés (source : d'après Kim et coll., 2018)	82

INTRODUCTION

Aujourd'hui le sucre n'est plus simplement présent dans les confiseries ou les gâteaux des rayons des supermarchés. En effet, au cours des années, il s'est ajouté dans plusieurs produits industriels, parfois insoupçonnés par le consommateur, comme les plats préparés, les yaourts ou encore la pizza surgelée du vendredi soir. Il est également présent de façon naturelle dans bon nombre d'aliments comme les céréales ou les fruits.

Or, la surconsommation de sucre a un impact sur la santé bucco-dentaire notamment dans l'apparition et le développement de lésions carieuses. Le sucre joue également un rôle dans certaines maladies chroniques comme le diabète ou les maladies cardiovasculaires.

Nous avons cherché à comprendre comment la consommation des Français a évolué au cours de ses dernières années et quel impact elle a sur notre santé bucco-dentaire. Est-ce possible de reconnaître les produits sucrés et de quelle façon rendre notre alimentation plus saine et moins cariogène ?

Dans un premier temps nous nous intéresserons à la consommation de sucre en France, et à son évolution au fil des années. Nous verrons de quelles manières notre société influence notre alimentation et identifierons les facteurs de risques d'une surconsommation en sucres.

Puis nous détaillerons les différents types de sucres connus, nous évaluerons leur potentiel cariogène et ciblerons leur place dans l'alimentation.

Nous verrons de quelle façon cette surconsommation peut avoir un impact sur la santé bucco-dentaire et si l'évolution de la consommation en sucre influence la prévalence de la maladie carieuse.

Nous exposerons ensuite les différents moyens susceptibles de prévenir cette surconsommation, d'un point de vue diététique, en mettant en évidence les différentes mesures prises par l'État et en proposant de nouvelles solutions.

La dernière partie consiste en la réalisation d'une plaquette d'information sur les sucres cachés. Elle sera à destination des parents dans un but de prévention bucco-dentaire. Il s'agira de mettre en évidence les sucres présents dans les différentes catégories d'aliments retrouvés dans les commerces ce qui permettra aux parents de pouvoir évaluer la présence en sucres dans leurs assiettes et celles de leurs enfants.

1. Histoire et évolution de notre consommation en sucre

1.1. Histoire : l'importation du sucre en France et ses acteurs

C'est en Nouvelle Guinée, il y a près de 3000 ans que le sucre commença à être consommé sous une de ses formes les plus rudimentaire. En effet les indigènes prenaient plaisir à mâcher une plante particulière, plus connue aujourd'hui sous le nom de canne à sucre (Kai Foo Chow, 2017).



Figure 1 : la canne à sucre (source : www.cultures-sucre.com)

La culture de la canne à sucre s'est ensuite étendue en Extrême-Orient et en Inde. C'est dans ce pays que les premières techniques d'extraction du jus de canne apparaissent. Les tiges de la canne à sucre étaient broyées puis le jus après cuisson et cristallisation donnait le *sarkara* (*signifiant* grain de sable en indien ancien), de ce terme apparaîtra le mot sucre en France. Le sucre arrive ensuite chez les Perses après la conquête de l'Inde sous le règne du roi Darius. Puis en 325 avant J.-C., l'amiral Néarque, sous le règne du roi Alexandre Le Grand (roi de Macédoine) est chargé d'ouvrir une nouvelle voie maritime permettant de dynamiser le commerce entre l'Inde et la Mésopotamie (région historique du Moyen Orient). C'est au cours de ce voyage que le sucre sera révélé aux occidentaux sous le nom perse de *roseaux donnant du miel sans le concours des abeilles* (Birlouez, 2016).

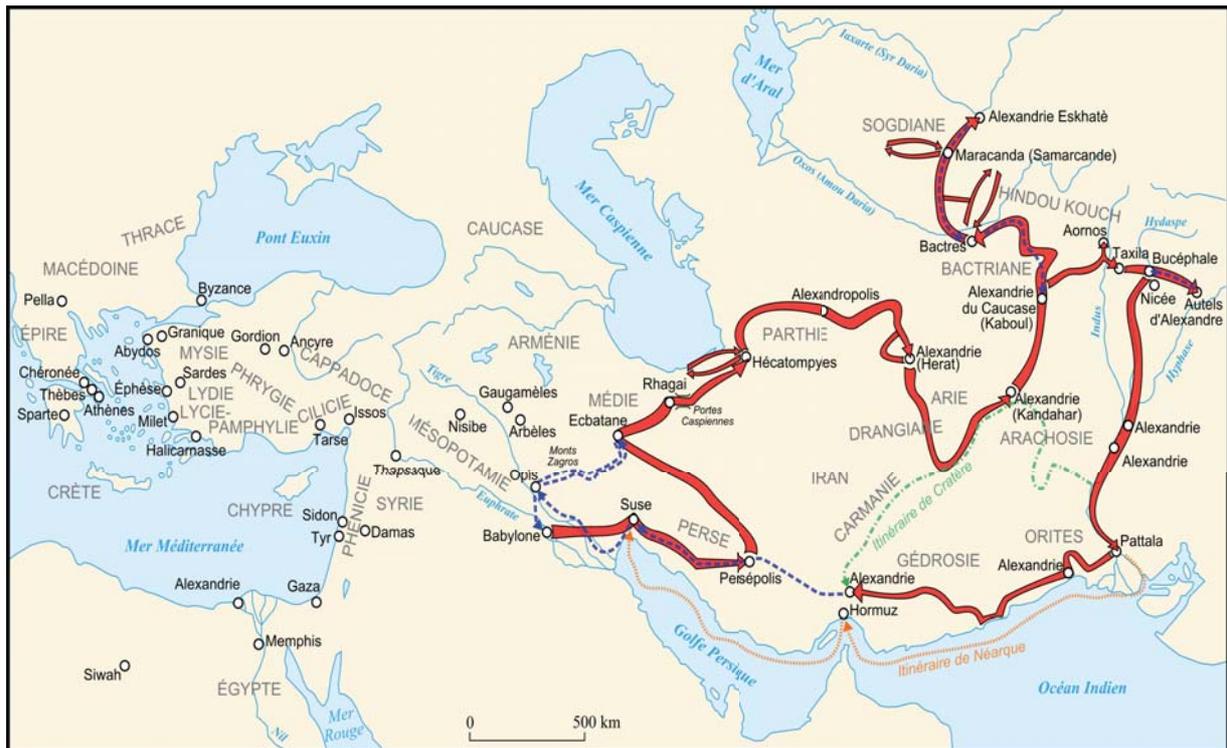


Figure 2 : itinéraire emprunté par l'amiral Néarque qui lui fit découvrir le sucre
(source : www.wikipédia.fr)

Environ 1200 ans plus tard, au *VII^e* siècle, les Arabes découvrent les plantations de la canne à sucre. Au *XI^e* siècle, une fois devenus musulmans, ils partent alors à la conquête d'autres terres sans oublier de l'emporter avec eux. Ils la répandent en Syrie, en Palestine, en Afrique du Nord, dans le sud de l'Espagne et certaines îles méditerranéennes. La première raffinerie sera donc créée par les arabes sur l'île de Quandt, Crète actuelle (Pellegrin, 2017).

C'est à l'ère des croisades, à la fin du *XI^e* siècle, que le sucre arrive en Europe chrétienne. Les croisés, sous l'autorité de Beaudoin de Boulogne (comte de Boulogne et d'Île de Lorraine), quittent Édesse pour rejoindre Jérusalem et découvrent la *cannamelis* (canne à miel en latin) qu'ils mastiquaient pour pouvoir survivre lors de leur traversée. Ils découvrirent également les vertus médicinales qu'en faisaient les orientaux, mais aussi culinaires avec par exemple le *kurat al milh* signifiant « boule de sel doux », un petit bonbon de caramel répandu dans le Moyen-Orient (Pellegrin, 2017).

Au Moyen-Âge, les apothicaires considéraient le sucre comme un aliment « chaud » et « humide » selon la théorie des humeurs, et l'utilisaient exclusivement pour les malades pour soigner la bile, le rhume ou le phlegme. Il fut ensuite consommé par les

nobles en épices de chambre dont l'objectif premier était de faciliter la digestion (Birlouez, 2016).

La Renaissance marque un tournant dans la consommation du sucre. En effet, c'est à cette époque que les élites françaises développent un engouement certain pour cette saveur douce et agréable. Marie de Médicis fait entrer officiellement le sucre à la cour de France grâce à ses confiseurs venus de Florence (Pellegrin, 2017). C'est à la fin du *XVII^e* siècle qu'il prend une place importante dans la gastronomie française. En raison de son prix exorbitant, seuls les plus aisés pouvaient en consommer. Le sucre était donc considéré comme un symbole de prestige et de raffinement (Flandrin et Montanari, 1996). Louis XIV lui-même en raffolait et ne limitait pas sa consommation en sucre... si bien qu'il était un roi sans dents à l'âge de seulement 40 ans (Damon, 2020).

Les ravages du sucre commencent à apparaître et ne touchent à cette époque que les plus riches tandis qu'aujourd'hui ce phénomène s'est inversé.

Les raffineries naissent peu à peu sur le sol français, notamment grâce à Jean-Baptiste Colbert, ministre de Louis XIV, qui construit les premières à Nantes et à Bordeaux. Il contrôle les finances du pays et fonde la Compagnie des Indes occidentales chargée de réglementer le commerce du sucre et la gestion des îles sucrières aux Antilles (Laroche-Signorile, 2018). Le port d'Orléans est en plein essor, de nombreuses cargaisons de sirop de canne à sucre arrivent tout droit du Pacifique et remonte la Loire jusqu'aux quais orléanais où des dizaines de raffineries les transforment en pain de sucre (Pellegrin, 2017).



Figure 3 : le port d'Orléans au *XVIII^e* siècle (source : www.archives-loiret.fr)

Jean-Baptiste Colbert est également commanditaire du *Code Noir*, un règlement s'efforçant « d'encadrer » l'esclavagisme qui sévit dans les colonies des Caraïbes et qui, à cette époque, était interdit en métropole (Laroche-Signorile, 2018). En effet, derrière les effluves sucrés émanant des raffineries orléanaises se trouve une vérité plus amère puisque l'esclavage représente le fondement de cet essor de l'industrie sucrière.

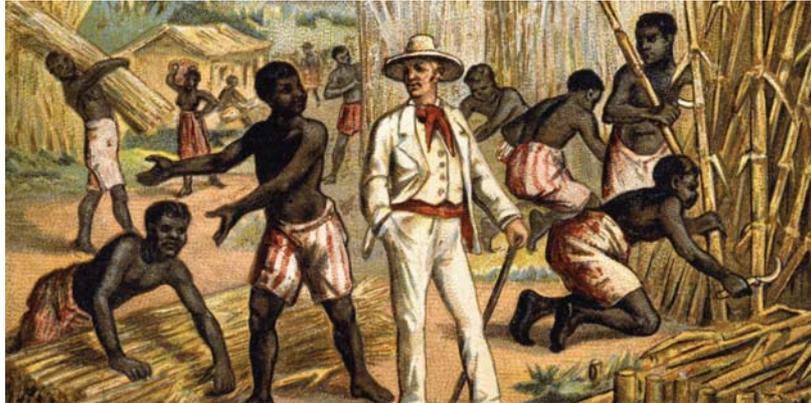


Figure 4 : récolte de la canne à sucre dans une plantation de la Compagnie des Antilles au *XIX^e* siècle (source : www.lemonde.fr)

Quelques années plus tard, le règne de la canne à sucre fait place à celui de la betterave sucrière. En effet, avec le blocus continental instauré par Napoléon contre l'Angleterre, plus aucune cargaison des colonies n'arrive dans les ports de l'Atlantique (Pellegrin, 2017).



Figure 5 : betterave sucrière (source : www.futura-sciences.com)

La betterave permet la production de sucre en métropole, la canne à sucre n'y étant pas cultivable pour des raisons climatiques. C'est une nouvelle ère dans l'industrie sucrière qui prend de l'ampleur au fil du temps.

Aujourd'hui la France est le 1^{er} producteur de sucre de l'Union Européenne, 2^e producteur au rang mondial en sucre de betterave et 9^e producteur mondial de sucre (FranceAgriMer, 2022).

1.2. Consommation du sucre en France

1.2.1. Apparition du consommateur moderne

Des débats et des controverses existent selon les économistes et les historiens quant à l'apparition du consommateur moderne en Europe du Nord. Certains placent la révolution de la consommation à la fin de la Renaissance et d'autres durant les décennies qui suivirent la fin de la seconde guerre mondiale. Jan de Vries, professeur d'histoire et d'économie à l'université de Cambridge défend la thèse d'une révolution dite « industrielle » précédant d'un siècle la révolution industrielle du *XIX^e* siècle. En effet, au *XVIII^e* siècle le budget des foyers évolue, les femmes et les enfants travaillent pour acquérir de nouveaux produits de consommation tels que le sucre, le café ou encore le thé issu du commerce intercontinental avec l'Asie et le Nouveau Monde (Amérique et Océanie). Cette époque marque l'essor du commerce et des marchés. Une consommation plutôt synonyme de plaisir, de confort ou encore de distinction sociale. Des nouveaux comportements expliqués par des marchés de plus en plus intégrés, une diversité de produits plus importante et des familles travaillant plus afin de participer à cette nouvelle forme de consommation. Ces comportements s'intensifieront à l'époque de la révolution industrielle, marquée par une économie manufacturée à grande échelle avec l'essor des usines. Les économistes parlent notamment de la loi de Say, où l'offre crée la demande et la production ouvre des débouchés aux produits, ceci expliquant en partie l'appétence du consommateur moderne (De Vries, 2012).

Ainsi, à partir du *XIX^e* siècle la consommation du sucre en France s'étend en campagne et chez les prolétaires. Elle ne cesse d'augmenter en passant de 2,7kg par habitant et par an en 1840 à 35kg en 1998.

Tableau 1 : évolution de la consommation de sucre en France du *XIX^e* au *XX^e* siècle, en kg et par habitant (source : Flandrin et Montanari, 1996)

Année	1840	1900	1920	1935-40	1950	1970	1990	1998
Consommation de sucre en France (en kg par habitant et par an)	2,7	16,6	19	22	27	35	34	35

En 1960, l'alimentation représentait la principale dépense des ménages en France, environ 34% des revenus. Aujourd'hui cette part a tendance à diminuer notamment grâce à l'augmentation du niveau de vie des Français et représente environ 20 % des dépenses en 2014. La consommation alimentaire s'accroît néanmoins en volume avec une progression de 1,1 % en moyenne par année. L'alimentation à domicile représentait 86% du budget alimentaire en 1960 contre 75% en 2014, le quart du budget restant étant dépensé en extérieur (restaurants, cantines, bars etc...). Le panier alimentaire des Français évolue également. La part des céréales, du pain, des fruits et légumes ou encore de la viande a tendance à diminuer tandis que celle des plats préparés ou des produits sucrés a tendance à augmenter comme nous pouvons l'observer sur le graphique ci-dessous.

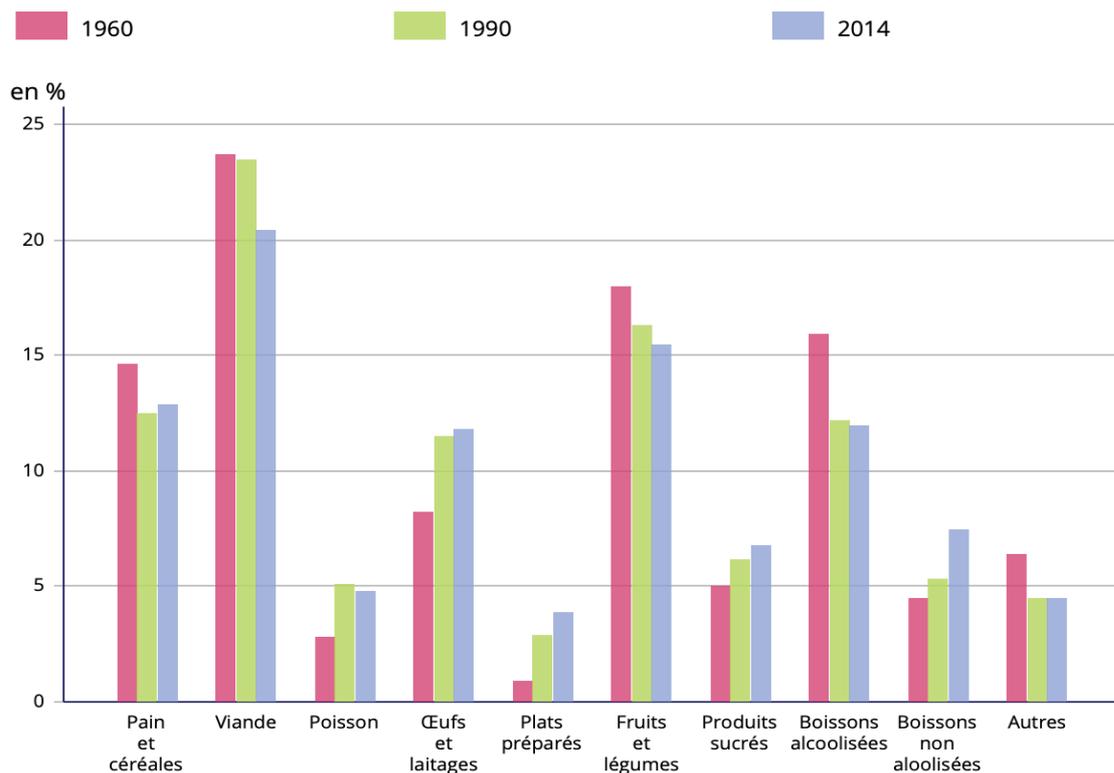


Figure 6 : composition du panier alimentaire en 1960, 1990 et 2014 (source : Larochette et Sanchez-Gonzalez, 2015)

Le pouvoir d'achat des Français impacte également la composition de leur panier alimentaire. Certaines denrées alimentaires moins substituables que d'autres sont moins impactées par les hausses de prix comme le pain ou les céréales contrairement aux produits moins bon marché comme les viandes, les glaces ou encore les fruits frais qui subissent une baisse du volume consommé. Nous pouvons notifier également que les modifications de mode de vie entraînent une baisse du temps de préparation des repas à la maison, moins 25% depuis 1986. Cela entraîne une augmentation importante de la consommation des plats préparés et faciles d'utilisation comme les pizzas, les salades industrielles, les desserts lactés... au détriment des produits bruts non transformés. La consommation accrue d'aliments transformés est également soulignée dans l'étude INCA 3 (étude individuelle nationale des consommations alimentaires mis en place par l'ANSES) réalisée en 2014 (ANSES, 2017). De plus, les disparités socio-économiques influencent également le panier alimentaire. En effet, les ménages les moins aisés consomment en général plus de pain ou de céréales et moins de poisson, de viande ou de légumes frais (Larochette et Sanchez-Gonzalez, 2015).

Une étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition fut menée entre 2014 et 2016 par Santé Publique France. Cette enquête nommée Esteban a pour but d'évaluer les besoins nutritionnels des Français et établir une surveillance de la consommation alimentaire. Elle permet également d'évaluer certains déterminants psycho-sociaux dans l'alimentation notamment avec la prise en compte du niveau d'étude dans les données recueillies ; des sous-groupes sont catégorisés par un niveau d'étude soit : inférieur au BAC, équivalent au BAC ou BP, équivalent à un BAC + 1 à 3 ou supérieur à un BAC + 3. Les données sont comparées avec celles recueillies dans l'étude nationale nutrition santé (ENNS) réalisée en 2006 selon la même méthodologie. L'échantillon est composé de 2834 adultes et de 1279 enfants de 6 à 17 ans. Le questionnaire de consommation alimentaire portait sur 3 journées dont un jour le week-end répartis de façon aléatoire sur une période de deux semaines. L'étude met en avant les objectifs nutritionnels préconisés lors du Programme national nutrition santé 2 (PNNS 2) (de 2006 à 2010) et du PNNS 3 (de 2011 à 2015). En effet le PNNS 3 avait pour objectif d'augmenter de 7% chez les adultes et de 20% chez les enfants la proportion de Français ayant des apports en glucides « simples » (provenant des produits sucrés) inférieur à 12,5% de l'apport énergétique total journalier sans alcool (AESA).

Cet objectif n'a pas pu être atteint car les résultats de l'étude montrent au contraire que la proportion d'adulte ayant un apport inférieur à 12,5% de sucre libre a subi une diminution de 13% entre 2006 et 2015. De même chez les enfants, l'objectif du PNNS 3 n'a pas été atteint. Les résultats montrent en effet une diminution de la proportion d'enfants ayant des apports en sucre libre inférieur à 12,5% de l'AESA, en passant de 40,1% en 2006 à 32,5 % en 2015.

En d'autres termes, entre 2006 et 2015, la majeure partie des Français avait une consommation croissante en sucre libre et supérieur à 12,5% de leur AESA (SPF, 2018).

Selon Santé Publique France, encore 40 % des adultes consomment trop de produits sucrés et 30% boivent plus d'un verre de boisson sucrée par jour (SPF, 2019).

On ne retrouve pas de données plus récentes concernant la consommation actuelle en sucre libre par habitant en France.

1.2.2. Facteurs socio-professionnels et influence sur la consommation

- Sociologie

Faustine Reigner et Anna Masullo, sociologues, analysent une enquête issue des travaux du sociologue Halbwachs. Il s'agit d'un corpus de 85 entretiens semi directifs principalement menés envers des femmes car principales concernées pour l'achat des courses et la préparation des repas dans le foyer ; elles sont âgées de 21 à 64 ans et issues de diverses catégories sociales de la société salariale. Les questions portent sur la place du goût alimentaire, sur l'acceptation ou le rejet des « normes » d'alimentation (recommandations actuelles telles que : éviter le grignotage, ne pas manger trop gras, trop sucré, trop salé...) et la corpulence au sein de la société.

Cette enquête met en avant un clivage entre les catégories socio professionnelles aisées et modestes où plusieurs facteurs interviennent : économiques mais aussi sociales. En effet, lors des entretiens, le facteur économique est remis en cause par la majeure partie des participants : « Bien manger c'est cher ». Puis, dans une dimension plus sociale, il a été demandé aux différents individus leur définition de « bien manger » et là encore les deux catégories s'opposent. Pour les plus aisés ce sera plutôt synonyme de règles, de principes et de moduler ses goût par soucis de santé et de minceur. Pour les plus modestes, on parlera plutôt d'abondance, de pouvoir avoir le choix ; comme une forme de participation à la société de consommation actuelle car peut être privé de confort sur d'autres plans.

Une enquête qui démontre le maintien d'une certaine hiérarchie sociale, « loin d'une uniformisation des goûts, ni d'une homogénéisation des styles de vie ni d'un affaiblissement des identités collectives » (Reigner et Masullo, 2009).

Darmon et Drewnowski publient une revue de littérature en 2008 rassemblant plusieurs études transversales et un certain nombre de données épidémiologiques montrant que la qualité de l'alimentation suit un gradient socio-économique où les régimes alimentaires de meilleure qualité sont associés à une plus grande aisance financière et les régimes riches en énergie et pauvres en nutriments sont consommés préférentiellement par les personnes de faible niveau socio-économique et de moyens économiques plus limités. La densité énergétique alimentaire est un indice de la qualité globale de l'alimentation. Les aliments tels que les céréales complètes, les

viandes maigres, le poisson, les produits frais, les légumes et les fruits ont une faible densité énergétique (définie comme l'énergie alimentaire disponible par unité de poids) et une teneur élevée en vitamines et minéraux. Dans de nombreuses études épidémiologiques, leur consommation a été associée à une meilleure santé.

Inversement, les régimes riches en céréales raffinées, en sucres ajoutés et en graisses ont tendance à être riches en énergie mais pauvres en nutriments donc moins bons pour la santé. Des études suggèrent que les aliments avec une forte densité énergétique peuvent influencer le consommateur à trop manger. L'appétence est une explication. En effet les aliments riches en énergie, en particulier les mélanges de sucres et de matières grasses, ont tendance à être plus agréables au goût que les aliments à faible densité énergétique et forte teneur en eau. Les associations trouvées dans les études transversales étudiées ne sont pas, en elles-mêmes, une preuve de causalité entre la qualité de l'alimentation et le niveau socio-économique des personnes. Les déterminants du choix alimentaire sont à la fois complexes et multifactoriels. Plutôt que de se concentrer sur les connaissances nutritionnelles individuelles ou sur la motivation ou le comportement, l'objectif est de mettre l'accent sur des facteurs structurels tels que l'accès à l'épicerie, les magasins, les transports et la sécurité du quartier ainsi que les inégalités d'accès à des aliments sains. D'autres données suggèrent que le prix des légumes et des fruits a fortement augmenté au cours des vingt dernières années par rapport aux sucreries et aux aliments gras et transformés. Une récente étude réalisée aux États-Unis a indiqué que le coût de substitution par des aliments plus sains pourrait coûter jusqu'à 35 à 40 % du budget alimentaire d'une famille américaine à faible revenu et montre que le coût des aliments est un obstacle pour réduire les apports en sucres ajoutés (Darmon et Drewnoski, 2008).

- Enquêtes sanitaires

Afin de mieux connaître les habitudes de consommation des français, l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES) réalise des enquêtes INCA (étude individuelle nationale des consommations alimentaires) tous les 7 ans depuis 2000. Cela permet aux autorités sanitaires d'évaluer l'impact des mesures sanitaires mises en œuvre et d'ajuster les réglementations. La dernière date de 2017 et met en évidence une augmentation de

la consommation des produits transformés (plats préparés, pizzas, sandwichs...). Elle démontre également des disparités socio-économiques. En effet les catégories socio-professionnelles aisées ou les individus avec un niveau d'études supérieur ont une alimentation plus en adéquation avec les recommandations nutritionnelles. Elle révèle également que seule une part minoritaire de la population connaît les recommandations mises en place par le Programme National Nutrition Santé (PNNS) en 2001, variables en fonction de l'âge, du sexe et du milieu social. L'ANSES insiste sur le besoin d'adapter les campagnes de communication envers les catégories de population ayant les comportements les plus éloignés des recommandations actuelles.

Une autre expertise fût menée par l'ANSES sur les disparités socio-économiques et l'alimentation des enfants et adolescents en France. Elle conclut que les enfants et adolescents issus de milieux défavorisés disposent d'une qualité nutritionnelle et une diversité alimentaire plus faible ; une consommation en fruits et légumes plus faible ainsi qu'une consommation en boissons sucrées plus élevée (jusqu'à 2,5 verres en plus par semaine en moyenne) (ANSES, 2013).

Ainsi les disparités socio-économiques influencent de manière significative la qualité nutritionnelle de l'alimentation des français.

1.3. Marketing alimentaire

1.3.1. Définition

Le terme « marketing » fait référence à quatre domaines d'action : le prix de vente, la publicité, le produit et son packaging et le lieu de distribution. En effet, les contraintes financières sont le premier facteur mentionné.

- Prix de vente

Depuis cinquante ans les produits transformés ont connu une baisse de prix importante tandis que les produits frais ont vu leur prix augmenter. Cela explique en partie que la malnutrition touche en premier lieu les foyers aux revenus modestes. De

plus les actions commerciales comme les promotions entraînent le consommateur à stocker plus de produits et donc augmenter sa consommation journalière (Chandon, 2015).

- Publicité

Les campagnes de communication mises en place ont pour but de familiariser le client avec la marque. Les critères mis en avant sont en premier lieu le goût et le prix avant la valeur nutritionnelle de l'aliment. En plus de pousser le consommateur à l'achat du produit, la publicité augmenterait les bienfaits perçus à la consommation, d'un point de vu sensoriel (meilleure appréciation du goût) ou psychologique (avoir une image positive de soi par exemple).

Différents canaux sont utilisés dans le domaine publicitaire comme la télévision, les journaux, les réseaux sociaux etc. La plupart des aliments représentés ont généralement une valeur nutritionnelle réduite et visent le jeune public : enfants et adolescents. Une étude fut menée au Québec quant à l'influence de la publicité télévisée sur la consommation en interdisant la diffusion de publicités destinées aux enfants sur les chaînes francophones. Cela entraîna une baisse de la consommation de céréales pour enfants dans les familles francophones contrairement aux familles anglophones non concernées par cette restriction.

Sur l'emballage, le nom du produit et la description peuvent littéralement transformer la perception de la qualité nutritionnelle de l'aliment. Par exemple une friandise nommée « Fruit Chews » paraîtra meilleure pour la santé que si elle était appelée « Candy Chews » sauf si le consommateur fait attention à la composition nutritionnelle. On sait aujourd'hui que la publicité exerce des influences physiologiques directes, mesurables par imagerie cérébrale ou par la concentration en ghréline, une hormone digestive qui stimule l'appétit (Chandon et André, 2015).

En France, la Direction Générale de la Concurrence de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF) mena une enquête en 2015 dans le but d'évaluer la conformité des jus de fruits mis sur le marché. Plusieurs anomalies ont été détectées, notamment pour les « *jus de fruits à base de concentré de...* » dont la taille de la police de « *jus de fruit* » était plus grande que celle de « *à base de concentré...* ». De plus l'analyse de certaines compositions de jus de fruits a révélé des ajouts de fructose ou de saccharose non autorisé par la réglementation (DGCCRF, 2017).

- Produit

La priorité pour les équipes marketing est de séduire le consommateur et de lui plaire et cela passe par le goût avant tout. Cela consiste à rechercher la **palatabilité optimale**, une valeur hédonique déterminant l'intensité du plaisir à manger ce produit. En anglais on parle de « *Bliss Point* » que l'on peut traduire par « bonheur suprême » ou « point de félicité », un terme inventé par les industriels qui définit la quantité de sucre, de gras ou de sel ajouté pour un plaisir gustatif optimal (Chandon et André, 2015).

- Distribution

S'alimenter, au-delà d'apporter l'énergie vitale à notre corps, prend d'autres dimensions : sociales, culturelles, relevant parfois du divertissement. L'intérêt des industriels est de rendre la nourriture disponible, accessible, visible. Aujourd'hui on en trouve partout ou presque : cafés, restaurants, grandes surfaces, fast-food, distributeurs dans les lieux de travaux, les hôpitaux, les gares, les livraisons à domicile 7 jours sur 7 et à toute heure. Une étude a été menée sur le regard du consommateur en magasin et a démontré qu'une meilleure visibilité du produit dans les rayons des supermarchés augmenterait la probabilité qu'il soit choisi. Reste à étudier quels produits sont mis en valeur et au détriment desquels.

La visibilité des aliments dans son propre domicile influence également notre consommation, par exemple : des aimants sur le frigo ou une bonbonnière transparente mise en évidence sur un buffet nous pousseront naturellement à la consommation.

Les industriels misent également sur la facilité de consommation, en effet nous vivons dans une société où le temps devient précieux et où cuisiner se transforme souvent en corvée supplémentaire. Un paramètre jouant un rôle primordial dans la surconsommation alimentaire que connaît notre société, pas forcément en terme de quantité mais plutôt en terme de fréquence journalière. En effet une étude réalisée aux États-Unis a montré qu'entre 1978 et 1996, le nombre de calories consommés par les ménages a augmenté de 101% au cours des grignotages contre seulement 16% pour le petit déjeuner ou 21% pour le déjeuner (Chandon et André, 2015).

- Environnement de consommation

Les commerçants et industriels jouent sur plusieurs paramètres tels que l'éclairage, la température, le son ou les odeurs. La climatisation dans les supermarchés entraîne un phénomène de thermorégulation corporelle qui incite à la consommation. Il a été démontré également qu'une musique douce au même titre qu'une lumière tamisée augmenterait le temps passé en rayon dans les magasins.

Des études démontrent également que les distractions (télévision, conversations...) au cours des repas augmenteraient la consommation et ralentiraient le sentiment de satiété.

Le marketing alimentaire joue donc un rôle clé dans la surconsommation actuelle. Néanmoins ces mécanismes intuitifs et émotionnels pourraient être utilisés à bon escient en mettant plus en valeur les aliments sains, frais et non transformés. Il pourrait être intéressant de baser certaines actions de prévention sur la modification de l'environnement d'achat du consommateur plutôt que de rester sur des stratégies de persuasion ou purement informationnelles sur le produit (Chandon et André, 2015).

1.3.2. Impact des lobbys de l'industrie du sucre

- Définition

Les lobbys ou lobbies, définissent des groupes de pression (Larousse). Les acteurs de ces systèmes d'influences sont les industriels, les scientifiques et les pouvoirs publics. L'enjeu est la protection et la défense par les industriels d'un de leurs produits ayant été désigné comme nocif. Le lobbying se construit généralement selon un même schéma. Dans un premier temps, des scientifiques non corrompus par le secteur industriel publient des articles remettant en cause l'innocuité d'un produit. Ensuite les industriels ripostent directement ou en mettant en place des comités de recherche ayant pour but de réfuter ou contredire les auteurs des travaux incriminant leur produit. Ils réalisent de véritables articles faisant partie de la « littérature scientifique » créant des controverses. Il faut donc chercher à savoir qui réalise et qui finance certaines études cliniques, on parle de « science sponsorisée ».

Les lobbys veillent à ce que leurs articles arrivent en priorité entre les mains des responsables politiques. Une stratégie nécessitant des relations fluides entre la communauté industrielle, scientifique et politique (Horel, 2018). En effet on parle également de *think tank* ; ce sont des groupes de réflexion composés d'experts faisant le pont entre le monde de la recherche et le monde étatique. Ils adaptent les connaissances aux besoins et contraintes d'un parti politique et sont souvent réunis autour d'une personnalité politique (Hrabanski, 2011).

L'astroturfing est une méthode utilisée auprès des groupes d'influences. Il s'agit d'une stratégie de communication dont la source n'est pas identifiable et qui se dit de nature citoyenne mais qui en réalité ne l'est pas. À l'origine l'astroturf désigne la fausse pelouse synthétique retrouvée sur les stades de foot, imitant à la perfection le gazon. L'astroturfing a pour but d'orienter l'opinion public, il est utilisé, par exemple, à travers de fausses associations de consommateurs, prétendant défendre les intérêts du citoyen (Boulay, 2012).

Le corporatisme agro-alimentaire de la filière sucre se met en place en Europe au début du *XX^e* siècle avec la confédération internationale des betteraviers européens (CIBE) représentant leurs intérêts auprès des instances décisionnelles internationales. Les similitudes idéologiques et sociales entre la communauté agricole et les décideurs politiques ne sont pas négligeables à l'époque. Cette cogestion s'intensifie par la suite avec la création de la confédération européenne des fabricants de sucre (CEFS) après la seconde guerre mondiale et de la CEE (Commission européenne économique). En 1990, le corporatisme agricole laisse place au lobbying agro-alimentaire avec l'entrée dans l'ère de la globalisation et du pluralisme (Delorme, 2002). Au début des années 2000, en France et en Europe, les lobbys font débat et sont soumis à des controverses amenant à des questions de transparence et de régulations auprès des gouvernements. En 2001, la Commission européenne souhaite mettre en lumière les liens entre les groupes d'intérêts et les instances politiques européennes. En 2008, l'Union Européenne encourage les lobbys à se déclarer sur un registre facultatif afin de rendre publique leurs financements. De plus, des instances européennes telles que l'European Public Affairs Consultancies Association (EPACA), Society of European Affairs Professionals (SEAP) et nationales, telles que l'AFCL (association française des conseils en lobbying) élaborent des chartes de « bonnes pratiques » concernant

les groupes d'intérêts. Ces actions participent au développement de la profession de « lobbyiste » qui s'ancre dans les institutions au fil du temps (Hrabanski, 2011).

- Lobbys du sucre en France

En France, l'un des grands lobbys du sucre est représenté par le site Cultures-sucre autrefois appelé CEDUS (centre d'étude et de documentation du sucre). Il fut créé en 1932 par les fabricants de sucre français. Il est aujourd'hui sous la direction de Philippe Reiser, ingénieur agroalimentaire et ancien dirigeant du pôle scientifique chargé des études et de la communication sur le sucre et sa consommation (Pellegrin, 2017).



Figure 7 : Philippe Reiser, PDG de cultures-sucre (source : www.cultures-sucre.fr)

On peut retrouver sur ce site des informations telles que « le sucre est indispensable au bon fonctionnement du corps », « encourager une consommation raisonnée sans excès ni privation », ou encore « un manque de preuve en ce qui concerne le rôle du sucre dans le diabète et l'obésité ». Le site dispose d'un onglet dédié aux professionnels de santé dans lequel des articles scientifiques sont mis à disposition. On peut y retrouver notamment un article remettant en cause le rôle du sucre dans l'obésité basé sur une véritable étude scientifique. En 2013, le CEDUS signa un partenariat avec l'éducation nationale, dans le but de « promouvoir une alimentation équilibrée sans diaboliser le sucre ou les produits sucrés et sans inciter à des consommations excessives », un accord qui fera réagir plusieurs parlementaires. Le lobby œuvre également sur l'influence des professionnels de santé : médecins, diabétologues, chercheurs... en créant notamment l'institut Benjamin Delessert (nom de celui qui créa la première usine de betterave à sucre au XIX^e siècle) qui travaille sur la nutrition et délivre des prix de recherche à travers un comité scientifique. Plusieurs des acteurs du comité scientifique s'interrogent quant à leurs motivations et

intérêts au sein de cet institut. Éric Bruckert chef de service en endocrinologie à la Pitié-Salpêtrière, fait partie du comité scientifique de l'Institut mais également de celui du FFAS (Fond français pour l'alimentation et la santé). Le FFAS se donne pour mission l'étude et la mise en valeur d'une alimentation source de plaisir et de santé. Cependant le conseil administratif de cet organisme se compose de cinq acteurs économiques qui sont : Carrefour, Unibel, Mondelez (biscuits LU®, Prince®...), Ferrero (Nutella®, Kinder®) et l'ANIA (Association nationale des industries alimentaires). Des alliances qui suscitent quelques conflits d'intérêts (Pellegrin, 2017). Les lobbies interagissent également avec des instances gouvernementales comme le ministère de la santé. En effet, en 2001, le Programme national nutrition santé (PNNS) est mis en place dans un but d'amélioration de la santé des citoyens français notamment par une diminution des apports en sucres ; un objectif qui concerne fortement le domaine de la santé bucco-dentaire. En 2017, la ministre des Affaires sociales et de la santé annonce le format définitif de ce que l'on appelle le Nutriscore, un étiquetage sur la face avant des produits industriels mettant en évidence la qualité nutritionnelle du produit de manière simple et claire (cette mesure sera plus détaillée dans la partie 4.2) (Julia et Hercberg, 2016).

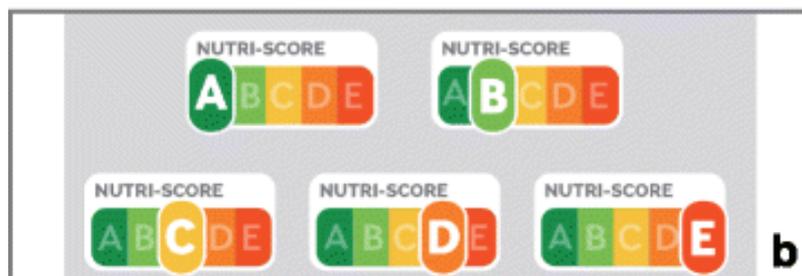


Figure 8 : format définitif du NutriScore apparaissant sur la face avant des emballages (source : Julia et Hercberg, 2016)

Cette mesure suscita une opposition ferme de la part de l'ANIA qui dénonce une approche trop simpliste et demande l'inclusion d'autres paramètres pour la réalisation de cet étiquetage tel que la taille des portions, la fréquence de consommation et

l'association possible des aliments. Cette requête semble pour le moins irréaliste étant donné l'infini possibilité des combinaisons avec ce genre de paramètres.

Les lobbies de l'agro-alimentaire ont donc œuvré afin de ralentir la mise en place du Nutriscore. Ils développèrent leur propre système d'étiquetage avec des algorithmes différents. Par exemple le groupe Carrefour développa le sien sous le nom de SENS, il fut examiné par le Haut conseil de santé publique (HCSP) puis écarté pour plusieurs raisons : ce format ne contient que quatre catégories dont une seulement visible sur la face avant de l'emballage, la fréquence de consommation y est indiquée alors qu'il s'agit d'un paramètre non validé par les scientifiques. De plus les couleurs utilisées, le vert le bleu l'orange et le violet, ne font référence à aucune échelle de graduation connue.

Les agro-industries ont également réclamé une étude comparative des différents systèmes d'étiquetage à l'échelle de la population nationale lors de commissions parlementaires. Cette requête fut rejetée par le gouvernement avant l'adoption de la loi santé en décembre 2015 qui n'envisageait pas une telle étude. Néanmoins les lobbies eurent gain de cause, un test comparatif de quatre systèmes d'étiquetage, dont le Nutriscore et le SENS, à grande échelle leur a été autorisé. De plus ce projet est en partie sous le contrôle du FFAS, une structure mêlant scientifiques et acteurs économiques, entièrement financée par le secteur de l'agro-industrie. Parmi les dirigeants du projet, trois scientifiques démissionnèrent dénonçant certains membres du comité comme étant corrompus et financés par des lobbies. Le président de l'institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) démissionna également du comité, jugeant que le protocole n'était pas fondé scientifiquement. L'expérimentation se poursuit en dépit de ces incohérences (Julia et Hercberg, 2016).

Une autre affaire a fait également polémique lorsqu'en 2013, le ministère de la santé confie au CEDUS (partisan de l'industrie du sucre) la mission d'informer les plus jeunes sur la nutrition et la santé pour les cinq prochaines années (Souccar, 2017).

- Lobbys du sucre aux États-Unis

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est elle aussi victime des lobbies de l'agro-alimentaire. Créée en 1948, elle fait partie de l'Organisation des Nations Unies (ONU)

et est spécialisée dans le domaine de la santé publique. Cette institution travaille aux côtés des gouvernements afin de porter la population mondiale dans un état de santé optimal. L'OMS définit la santé comme « un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité » (www.who.int).

Cependant, l'OMS fait face à certaines pressions politiques et économiques. En effet certains géants de l'industrie de l'agro-alimentaire essayent d'influencer les décisions prises par l'OMS en mêlant menaces et techniques d'infiltration d'experts amis au sein de celle-ci (Benkimoun, 2013). Prenons par exemple le projet « Régime, nutrition et prévention des maladies chroniques » établi en 2003 aux États Unis qui suscita la colère des professionnels de l'industrie du sucre. La *Sugar association* (association professionnelle de l'industrie sucrière des États Unis) menaça Gro Harlem Brunthland (présidente de l'OMS de 1998 à 2003) de faire suspendre la contribution de 400 millions de dollars versée par le congrès à l'OMS. Kaare Norum (président du groupe d'experts travaillant sur ce projet) fût interrogé par *Liberation* en 2004 sur une possible infiltration de ces groupes de pression à l'OMS et répondit : « C'est exact, tout comme ils ont rémunéré des membres du groupe d'experts qui vient de publier les nouvelles recommandations alimentaires aux États-Unis ». Une autre affaire fit polémique lorsque des multinationales telles que Coca Cola® , Nestlé® ou Unilever® versèrent 350 000 dollars à la *Pan American Health Organization*, une organisation dont un des rôles est de servir de bureau régional de l'OMS aux États Unis (Benkimoun, 2013).

Une autre affaire a également fait polémique aux États unis. Cristin Kearns dentiste à Denver, met en évidence, au cours de ses recherches, l'influence du secteur industriel sur les enjeux de santé publiques du pays. En effet, le National Institute of Dental Research (NIDR) met en place en 1966 un programme dédié à l'éradication des caries pour les dix années à venir mais certains lobbys du sucre, sous le nom de la Sugar Research Foundation (SRF) et l'International Sugar Research Foundation (ISRF), financent en parallèle plusieurs travaux de recherche comme : la réduction de plaque dentaire à l'aide d'enzymes, le développement d'un potentiel vaccin, l'application de fluor ou encore l'incorporation d'additif visant à contrer les effets indésirables du sucre. Des travaux ayant pour but de détourner l'attention de l'objectif principal du NIDR qui consiste en une diminution des apports en sucre dans la société. De plus ils se

rapprochent de l'organisme publique chargé du programme de la NIDR et intègrent le comité d'experts chargé des futures recommandations de santé publique (Horel, 2018).

Ainsi la présence de lobbys dans l'industrie sucrière contribue d'une certaine façon à la surconsommation en sucre dans le monde.

1.4. Consommation du sucre à travers le monde

1.4.1. Les recommandations

L'ANSES préconise 100g maximum de sucre par jour (hors lactose) et pas plus d'un verre de soda par jour.

L'EFSA (autorité européenne de sécurité des aliments) affirme ne pas disposer de preuves scientifiques suffisantes pour fixer un seuil sur la consommation en sucre.

L'OMS recommande, depuis 2015, une consommation inférieure à 10% de la portion énergétique totale chez l'adulte et l'enfant en sucres libres, ce qui représente environ 50g par jour pour un apport de 2000 kcal soit 18,250 kg par an et par individu. Limiter sa consommation à moins de 5% serait idéale, soit 25g par jour ce qui représente environ 9,125 kg par an et par individu. Les sucres libres sont définis comme tous les monosaccharides et disaccharides qui sont ajoutés aux aliments par le fabricant, le consommateur ou le cuisinier et les sucres naturellement présents dans les jus de fruits, concentré de jus de fruits, les sirops ou encore le miel.

1.4.2. Consommation réelle

Selon l'OCDE (organisation de coopération et de développement économique) et la FAO (organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), la consommation moyenne de sucre dans le monde devrait augmenter et passera de 22,5 kg/habitant/an à 23,5 kg/habitant/an en 2029 soit une augmentation de 1,4% par an. Cette hausse de la consommation concernera notamment les pays en en voie de développement avec une demande en croissance venant principalement de l'Asie et de l'Afrique du Nord. En Asie, les plus fortes hausses de consommation en sucre viendraient de l'Inde suivi de l'Indonésie, la Chine et du Pakistan.

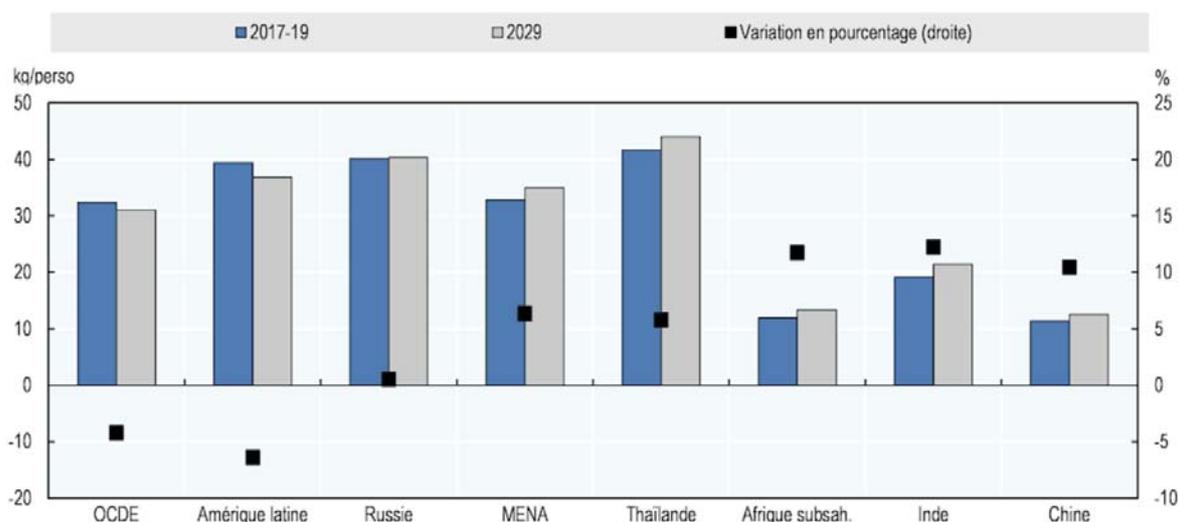


Figure 9 : consommation de sucre en kg par habitant dans les principaux pays et régions du monde. L'**OCDE** représente en partie l'Europe et l'Amérique du Nord et le **MENA** représente les pays du Moyen-Orient et l'Afrique du Nord
(source : www.OCDE.fr)

Concernant les pays développés, la consommation de sucre par habitant devrait continuer de baisser selon les projections de l'OCDE. Le Royaume-Uni, le Canada et l'Union Européenne (membres de l'OCDE) seraient les principaux pays concernés. Il s'agit de pays où la surconsommation en sucre ajouté et l'impact sur la santé (carie dentaire, diabète de type 2, maladies cardio-vasculaires, surpoids et obésité) inquiètent les gouvernements et où les enjeux de santé publique sont établis (OCDE, 2020).

Néanmoins, la consommation en sucre dans les pays développés reste au-dessus des recommandations de l'OMS et ce en France également. Il est donc nécessaire de continuer à mettre en place des mesures sanitaires afin de limiter cette surconsommation et de continuer à informer la population notamment sur les risques bucco-dentaires y étant associés.

2. Le sucre sous toutes ses formes

2.1. Les glucides

2.1.1. Définition

Les glucides autrefois nommés « hydrates de carbone » (mais toujours appelés *carbohydrates* en anglais) sont des polyalcools avec, majoritairement, une fonction cétone ou aldéhyde. Leur formule chimique se présente le plus souvent sous la forme : $(CH_2O)_n$ avec $n \geq 3$. Généralement ils sont classés selon leur degré de polymérisation (DP) ou bien selon leur devenir digestif comme le montre les tableaux suivants :

Classes	Dénomination	Exemples de glucides présents dans les aliments	Autres dénominations/classifications		
DP ≤ 2	Oses	Glucose, fructose	Glucides simples	Sucres (classification biochimique)	Sucres (classification réglementaire)
	Diosides	Saccharose, lactose, maltose			
	Polyols	Sorbitol, xylitol, maltitol			
3 ≤ DP ≤ 9	Oligosides	Maltodextrines (de DP ≤ 9) Inuline (fraction dont DP ≤ 9), fructooligosides (FOS), galactooligosides (GOS) (dont les α-galactosides), xylooligosides (XOS), polydextrose	Glucides complexes		
DP ≥ 10	Polyosides	Amidon, glycogène (α-glucanes) Cellulose, pectines, hémicelluloses (dont les arabinoxylanes, les xyloglucanes), β-glucanes, gommes végétales et mucilages, hydrocolloïdes			

Figure 10 : classification des glucides selon le degré de polymérisation
(source : Champ, 2018)

Selon la législation les sucres identifiables sur les étiquetages industriels sont représentés par les glucides de DP ≤ 2 (hormis les polyols) (Champ, 2018).

Classes	Dénomination	Exemples de glucides présents dans les aliments	Autres dénominations
Glucides « digestibles », « métabolisables » ou « glycémiant »	Oses	Glucose, fructose (sauf chez les sujets hypersensibles aux FODMAPs)	
	Diosides digestibles	Saccharose, lactose (chez les sujets ayant une activité lactasique significative)	
	Oligosides	Maltodextrines, sirops de glucose (3 ≤ DP ≤ 9)	
	Polyosides digestibles	Amidon (digestible), glycogène	
Glucides « non digestibles »	Oses non absorbés	Fructose (chez sujets hypersensibles aux FODMAPs)	FODMAPs
	Diosides non digestibles	Lactose (chez les individus avec peu ou pas d'activité lactasique), lactulose, polyols (en grande partie)	
	Oligosides non digestibles	Inuline (fraction dont DP ≤ 9), fructooligosides (FOS), galactooligosides (GOS) (dont les α-galactosides), xylooligosides (XOS), polydextrose	Fibres alimentaires
	Polyosides non digestibles	Cellulose, hémicelluloses (dont les arabinoxylylanes, les xyloglucanes), pectines, amidons résistants, β-glucanes, gommes végétales et mucilages, hydrocolloïdes	

Figure 11 : classification des glucides en fonction du devenir digestif (source : Champ, 2018)

Cette deuxième classification, la plus populaire, permet de mettre en évidence les glucides dit « digestibles » « fermentescibles » ou « absorbables » dans l'intestin grêle tel que : le glucose, le fructose, le saccharose, le lactose ou encore l'amidon digestibles contrairement aux glucides non absorbables qui eux constituent les fibres alimentaires, c'est le cas de la cellulose, des hémicelluloses, des amidons résistants ou des oligosides non digestibles par exemple. Ces derniers ne sont pas digérés dans l'intestin grêle mais arrivent jusqu'au côlon où ils sont partiellement ou complètement fermentés. On notera que les glucides digestibles sont également nommés glucides « glycémiant » par *L'European Food Safety Authority (EFSA)* car ils apportent des glucides aux cellules du corps humain, les principaux étant :

- le glucose et le fructose (oses)
- le saccharose et le lactose (diosides)
- les malto-oligosides (appelés aussi maltodextrines)
- l'amidon (polyoside)

Les glucides dit « digestibles » sont souvent séparés en « glucides lents » et de « glucides rapides » ; une appellation assez ambiguë car les premiers sont généralement assimilés aux amidons (en d'autres termes aux féculents) et les seconds sont associés aux sucres. Hors l'absorption de l'amidon des féculents peut être aussi rapide que celle du saccharose comme pour une pomme de terre bouillie par exemple (Champ, 2018).

- Dénominations

- D'un point de vue biochimique, les glucides sont représentés par les sucres ($DP \leq 2$) les oligosides et les polyosides, fermentescibles ou non dans l'intestin grêle. La réglementation (Décret n° 93-1130) qualifie de glucides uniquement ceux qui sont absorbables dans l'intestin grêle mais inclut tous les polyols (amidon).
- Les termes de polysaccharides et de sucroses sont des termes anglais et non français.
- Les termes « sucres lents » et « sucres rapides » devraient être prohibés.
- Les FODMAPs (*Fermentables Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides ans Polyols*) désignent des glucides ($DP \leq 10$) qui fermentent au niveau du côlon et qui sont souvent à l'origine d'inconfort digestif notamment dans le syndrome du côlon irritable. On peut citer par exemple : le fructose, le lactose ou encore les polyols. On les retrouve généralement dans les légumes et les fruits.
- Dans l'alimentation, les sucres peuvent être retrouvés sous forme intrinsèque ou extrinsèque.
 - Les sucres intrinsèques sont naturellement présents dans les aliments comme les fruits entiers ou les produits laitiers. On retrouve par exemple le fructose, le saccharose, le glucose et le lactose.
 - Les sucres extrinsèques ou ajoutés regroupent les sucres de DP 1 ou 2 comme principalement le saccharose, le glucose ou le fructose. On retrouve également les hydrolysats d'amidon comme le sirop de glucose, le sirop de glucose fructose (High-fructose corn syrup, HFCS en anglais) ou encore les jus de fruits concentrés, le miel ou la mélasse pour leur

Le potentiel cariogène des différents sucres est défini lors de leur ingestion par mesure du pH intraoral. En effet, l'alimentation agit sur le métabolisme de la plaque dentaire, plus précisément sur la capacité de la flore bactérienne buccale à produire des acides (responsables de la déminéralisation des surfaces dentaires dans le processus carieux). Le potentiel cariogène des différents aliments est donc lié à leur teneur en sucres. Nous verrons par la suite que plusieurs facteurs influencent également le potentiel cariogène de l'aliment tels que la fréquence de consommation, la quantité de sucre ingérée ou encore le pouvoir de rétention buccale (Fioretti et Haïkel, 2010).

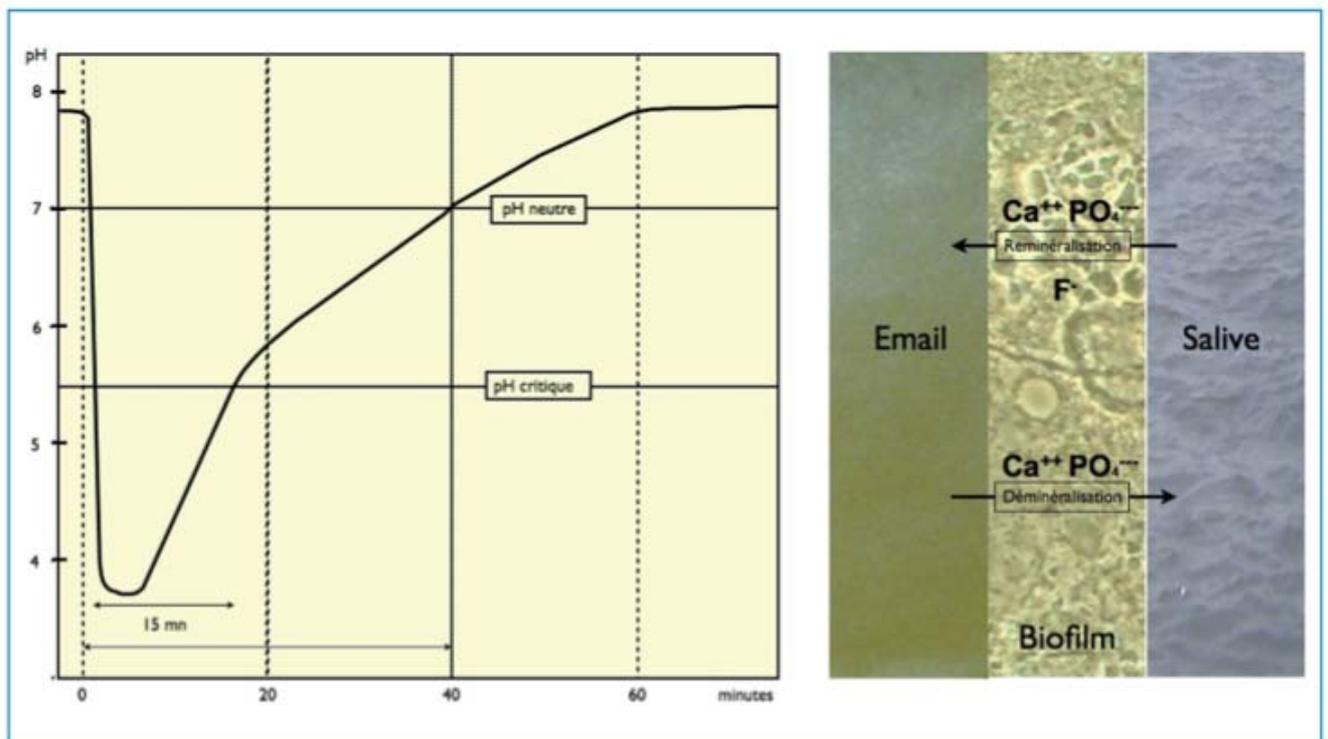


Figure 13 : variation du pH du biofilm oral après consommation de sucre. Les ions phosphates de calcium et fluor émis lors de la déminéralisation et/ou présents dans la salive et le biofilm précipitent lorsque le pH remonte et contribuent à la reminéralisation de l'émail (source : Fioretti et Haïkel, 2010)

La flore bactérienne est composée de bactéries dites cariogènes, en particulier streptococcus mutans, lactobacillus et actinomyces. En effet, ces bactéries utilisent les glucides fermentescibles (dans la cavité buccale) comme substrat et sécrètent différents acides : acétique, formique, propionique, butyrique et le plus déminéralisant

étant l'acide lactique. Cela entraîne une baisse du pH intrabuccal. Lorsque le pH est inférieur à 5,5 (seuil critique), la couche superficielle de l'émail subit une déminéralisation avec la perte d'ions calciums, phosphates et fluorures. Approximativement vingt minutes après l'ingestion de l'aliment sucré, le pouvoir tampon de la salive permet la reprécipitation des minéraux perdus par l'émail et donc sa reminéralisation. Ainsi, durant toute la journée, la surface dentaire subit des processus de déminéralisation-reminéralisation en fonction de la teneur en sucre des aliments et surtout de la fréquence des prises alimentaires et de la consommation de boissons sucrées (Muller-Bolla et Doméjean, 2018).

- Sucres intrinsèques et extrinsèques

On peut se demander si la baisse de pH diffère selon la forme de l'apport en sucre consommé. Une étude fut menée par Hussein, Pollard et Curzon en 1996 pour comparer l'influence des sucres extrinsèques (non laitiers) et intrinsèques sur le pH de la plaque dentaire. Rappelons que les sucres intrinsèques sont définis comme les sucres naturellement présents dans les aliments comme les fruits par exemple et les sucres extrinsèques sont définis comme les sucres ajoutés à une préparation.

Lors de cette étude, la banane l'orange et la pomme ont été sélectionnés avec trois formes différentes : fruit entier, homogénéisé et sous forme de jus. Les dix participants à cette étude n'ont procédé à aucun brossage dentaire durant les 48 heures précédant le test et n'ont ni mangé ni bu deux heures et demie avant. Les échantillons sont prélevés aux collets de six dents situées aux quatre quadrants des arcades dentaires, à l'intervalle de 3, 7, 15, 19, 23 et 27 minutes ; soit après s'être rincé la bouche avec le jus de fruit soit après avoir mastiqué un morceau de fruit pendant une minute. L'échantillon de plaque est ensuite dilué dans 10 ml d'eau distillée et le pH déterminé par pH-métrie (mesuré grâce à une sonde électronique). Les résultats sont ensuite étudiés en comparaison avec les mesures de pH après un rinçage avec une solution à 10% de saccharose. Les résultats sont plutôt clairs et ne montrent aucune différence significative sur les baisses de pH, qu'il s'agisse du morceau d'orange entier ou du jus d'orange ou encore de la banane entière, écrasée ou la solution à 10% de saccharose.

Cette étude conclut à un potentiel acidogénique plutôt similaire qu'il s'agisse de sucre intrinsèque ou extrinsèque (Hussein et coll., 1996).

Une autre étude fut réalisée en 2011 et analysa l'impact de la consommation des fruits et légumes entiers et en jus sur la déminéralisation de l'émail *in situ*. Les volontaires portaient des appareils mandibulaires amovibles portant des plaques d'émail humain pré-déminéralisé et consommaient l'un des aliments testés 7 fois par jour pendant 10 jours. Les aliments testés étaient des pommes, des oranges, des raisins, des carottes et des tomates, consommés entiers (sucres intrinsèques) ou sous forme de jus (sucres extrinsèques ou libres). Le profil minéral des plaques d'émail a été étudié avant et après la période de test par microradiographie transversale et a montré une déminéralisation supplémentaire pour tous les aliments testés, quelle que soit la forme de consommation. Une déminéralisation importante a également été observée avec les raisins secs. Aucune différence significative n'a été trouvée entre les aliments solides et sous forme de jus. En conclusion, les sucres présents intrinsèquement à la consommation avaient un potentiel déminéralisant similaire aux sucres libres et ne pouvaient être considérés comme moins cariogènes (Issa et coll., 2011).

- Particularité du lactose

Le lait fait partie intégrante de notre alimentation notamment le lait de vache et ce dès la petite enfance avec l'allaitement qu'il soit artificiel (au biberon) ou naturel (au sein). Face au grand nombre de lésions carieuses chez le tout petit (figure 14), notamment en milieu hospitalier, on est amené à s'interroger légitimement sur la cariogénicité du lactose.



Figure 14 : lésions carieuses vestibulaires des incisives et canines temporaires maxillaires chez l'enfant (source : Joseph et coll., 2018)

Le lactose est un sucre fermentescible tout comme le saccharose mais la baisse de pH induite par la consommation de produits laitiers est moins importante que celle induite par la consommation de saccharose. En effet, des études furent menées sur des animaux afin de comparer la cariogénicité du lait et du saccharose. Des niveaux négligeables de caries ont été détectés chez les animaux ayant reçu uniquement du lait contrairement aux animaux exposés à des solutions de saccharose à 10% qui eux développèrent des caries actives. Certains reçurent également du lait auquel avait été ajouté 10% de saccharose et développèrent 70% de caries en moins que les animaux ayant consommé une solution aqueuse composée uniquement de 10% de saccharose. Ainsi l'ajout de saccharose augmente le potentiel cariogène du lait (Bowen, 1998).

Plusieurs revues publiées ont conclu que le lait a une faible cariogénicité et peut avoir un certain potentiel carioprotecteur. L'OMS publia en 2003 qu'un "risque réduit" de carie dentaire à partir du lait était "possible". Les preuves proviennent de plusieurs types d'études : études épidémiologiques (interventionnelles et observationnelles), expérimentations animales, études du pH de la plaque et expériences *in vivo* et *in vitro* sur l'émail et la dentine. Des études épidémiologiques observationnelles plus récentes ont ajusté les facteurs de confusion potentiels et ont rapporté que la consommation de lait est associée à une expérience ou une incidence de caries plus faible. D'autres types d'études appuient cette conclusion. Les raisons de ces propriétés favorables

liées aux caries comprennent la faible acidogénicité du lactose par rapport aux autres sucres alimentaires et les effets protecteurs du calcium, du phosphate, des protéines et des graisses contenus dans le lait (Woodward et J Rugg Gun, 2020). Concernant le potentiel cariogène des laits en poudre infantiles, il dépend notamment de la teneur et de la nature des sucres présents dans la préparation.

Néanmoins, on retrouve dans la littérature scientifique qu'une consommation accrue et fréquente de lait peut entraîner une adaptation de la flore bactérienne au lactose. Il en découle une réponse acidogénique plus importante lorsque les bactéries ont évolué dans un milieu riche en lactose et donc un potentiel cariogène qui pourrait être augmenté (Folliguet et Benetière, 2003).

Durant la petite enfance, l'allaitement naturel (au sein) ou artificiel (au biberon) peut être amené à contribuer au développement de lésions carieuses dans certaines conditions. Le lait maternel contient jusqu'à 7% de lactose mais également de la caséine, du calcium, du phosphore et des lipides qui sont des éléments carioprotecteurs réduisant le potentiel cariogène du lait (Folliguet et Benetière, 2003). Dans les études *in vitro* le lait maternel est considéré comme peu cariogène néanmoins sa cariogénicité augmente lorsque l'allaitement est prolongé et nocturne, tout comme l'allaitement au biberon de lait artificiel, notamment au-delà de 12 mois ou encore lorsque l'hygiène bucco-dentaire est insuffisante (Tham et coll., 2015). On note également que la présence de fluorure intrinsèque dans le lait est dépendante de l'eau consommée par la mère et influence la cariogénicité du lait. L'effet protecteur de ces différents minéraux reste néanmoins limité dans le temps (jusqu'à une heure de protection), (Folliguet et Benetière, 2003). Enfin une étude a permis d'observer que le biofilm bactérien formé lors d'une exposition diurne au saccharose augmente la cariogénicité de l'exposition nocturne au lactose durant l'allaitement (Campos Vieira et coll., 2022).

Ainsi le potentiel cariogène du lactose reste plus faible que celui du saccharose. Il est cependant modulé par plusieurs facteurs comme **la fréquence de prise, son association à d'autres sources de sucres, la durée de la prise alimentaire ou encore un manque d'hygiène bucco-dentaire.**

- Particularité de l'amidon

Le saccharose et les amidons sont les glucides alimentaires prédominants dans les sociétés modernes. Alors que la relation causale entre le saccharose et le développement des caries dentaires est indiscutable, la relation entre l'amidon alimentaire et les caries dentaires continue d'être débattue. La relation amidon-caries nécessite la prise en compte de plusieurs déterminants cariogènes : l'intensité (c'est-à-dire la quantité et la fréquence) d'exposition des surfaces dentaires aux sucres et aux amidons, la biodisponibilité des amidons, la nature de la flore microbienne de la plaque dentaire, la capacité d'abaissement du pH de la plaque dentaire et le débit de la salive. Dans le régime alimentaire occidental, les amidons, en particulier le blé, se trouvent dans une grande variété d'aliments et constituent une part importante des apports énergétiques journaliers. Les amidons sont des polymères de glucose qui varient en longueur et ramifications, comme l'amylose et l'amylopectine, et qui forment un vaste réseau de structures à chaînes ramifiées. Les molécules d'amidon sont situées dans les granules d'amidon de tailles variables (Lingströme et al, 2000).

Lors de la préparation des aliments, les granulés d'amidon sont endommagés par la chaleur et les forces mécaniques et subissent une série de changements provoquant une libération des molécules d'amidon dans un processus appelé gélatinisation, l'amidon devient alors biodisponible. La gélatinisation des différents types d'amidon se produit à des températures variables. Par exemple, la température à laquelle l'amidon de riz commence à gélatiniser passe de 85,3 à 111,3°C lorsque le rapport eau-amidon passe de 2,0 à 0,75 (French, 1983 ; Lund, 1983, 1984). Les amidons des produits de boulangerie comme le pain sont préparés avec de faibles niveaux d'eau et semblent n'être que partiellement gélatinisés (Osman, 1967). Dans le pain, des granulés endommagés, de l'amidon gélatinisé et des amyloextrines sont mélangés et contribuent à la formation et à la texture du pain. Les degrés de gélatinisation du pain sont de 5 % pour la farine d'origine, 35 % pour la croûte de pain et 70 % pour la mie de pain, donc la mie de pain sera plus riche en amidon biodisponible et sera donc potentiellement plus cariogène. Des valeurs similaires ont été signalées pour les gâteaux et les beignets (Lingströme et al, 2000).

En général, seuls les amidons gélatinisés sont sensibles à la dégradation enzymatique, c'est-à-dire biodisponibles. Dans l'environnement buccal, les amidons peuvent être hydrolysés par les amylases salivaires et bactériennes en maltose, maltotriose et en dextrans de bas poids moléculaire (Mörmann et Mühlemann, 1981). L'hydrolyse de l'amidon sur les dents s'amorce rapidement et les particules de nourriture emprisonnées peuvent accumuler des niveaux élevés de maltose et de maltotriose qui sont de bons substrats pour la production d'acides bactériens (Nef, 1967 ; Imfeld, 1983 ; Kashket et al., 1994).

De plus, les suspensions de farine de blé soumises à des conditions de traitement de plus en plus sévères ont induit une acidogénicité croissante de la plaque ; comme le blé soufflé par exemple (Lingström et al, 1989) avec le plus grand degré de gélatinisation après ébullition. Ainsi les produits alimentaires contenant de l'amidon qui ont subi des forces mécaniques importantes ou des élévations de température (aliments cuits) seront plus riches en amidon biodisponible donc métabolisable par le biofilm dentaire et auront un potentiel cariogène plus important (Lingströme et al, 2000).

L'importance de la dégradation de l'amidon et du pouvoir de rétention buccal sur le processus cariogène a été illustrée par la découverte que les chips de pomme de terre présentaient un potentiel cariogène élevé (Lingström et al, 1997). En effet, certaines études montrent que les particules d'aliments contenant des niveaux élevés d'amidon ont un pouvoir de rétention important comparé aux aliments qui contiennent relativement peu d'amidon mais avec des niveaux élevés de saccharose et d'autres sucres fermentescibles (Lingströme et al, 2000).

Des études ont également su démontrer que l'amidon augmentait le potentiel cariogène du saccharose s'ils étaient consommés en même temps (Firestone et al, 1982).

Avec les informations répertoriées ci-dessus nous pouvons souligner que la composition génétique des amidons, les différences de cuisson ainsi que les méthodes de transformation des aliments peuvent affecter de manière critique leur biodisponibilité, et de ce fait leur cariogénicité (Lingströme et al, 2000).

- Cariogénicité et quantité de sucre consommée

Plusieurs études ont été menées au fil des années afin d'étudier le rôle de la quantité de sucres libres consommés dans la formation de caries dentaires. En 1962, Koïke mène une enquête et conclut à une relation positive entre la quantité de sucre consommée et l'apparition de caries lorsque la consommation passe de 1kg/habitant/an à 5-7,5 kg/habitant/an mais aucun seuil évident n'est mis en avant. En 1996, Miyazaki et Morimoto démontrent eux aussi une relation log linéaire positive de 0.91, avec une augmentation du taux de caries à mesure que la consommation atteint un pic de 29 kg/habitant/an. Les résultats d'enquêtes transversales mettent en avant une forte corrélation positive (0,7 à 0,9) entre la consommation en sucres libres et l'apparition de caries dentaires (Sheiham et James, 2015).

En 2010, l'OMS crée un guide sur les recommandations alimentaires pour les populations. Afin de mettre à jour les recommandations, l'OMS décide de mener une revue systématique de la littérature, l'objectif étant de répertorier et d'examiner toutes les données disponibles en lien avec la quantité de sucre consommée et les niveaux de caries dentaires observés chez les enfants et les adultes. Les principales lignes directrices de ce projet sont de savoir si l'augmentation ou la diminution de la quantité de sucre ingérée influencent les mesures de caries dentaires et si un seuil de consommation peut être mis en avant (Moynihan et Kelly, 2014).

Tous les essais contrôlés randomisés (ECR) et les études d'intervention et d'observation appropriés, publiés depuis 1950, ont été recherchés. Les revues étaient incluses si elles contenaient une nouvelle analyse des données existantes. Les participants étaient des personnes en bonne santé (en revanche ceux en surpoids ou souffrant d'hypertension ou de diabète pouvaient être inclus) dans des pays en développement, en transition ou industrialisés. Tous les groupes d'âge ont été inclus, aucune restriction de langue n'a été utilisée et toutes les échelles de temps ont été incluses également. Les sucres ont été définis comme les sucres totaux, les sucres libres, les sucres ajoutés, le saccharose, les sucres extrinsèques non laitiers (NME), exprimés en g ou kg /jour, en g ou kg/an ou en pourcentage E. Les études ont également été incluses si elles rapportaient une consommation de sucre par habitant.

Les études portant uniquement sur la fréquence de consommation de sucres ont été exclues. La prévalence, l'incidence et/ou la gravité des caries a été mesuré par l'indice CAO (DMF en anglais). La présence ou l'absence de carie ainsi que les stades de développement (caries avancées vs caries précoces) ont été pris en compte. Le système GRADE (Grading of Recommendations Assessment Development and Evaluation) (GRADE Working Group, 2004) a été utilisé pour évaluer la qualité de l'ensemble des données pertinentes. Le système GRADE évalue la qualité globale des données en tenant compte de facteurs tels que les limites de la conception, la cohérence des résultats entre les études disponibles, la précision des résultats, la franchise et la probabilité de biais de publication. La qualité des preuves a été classée comme élevée, modérée, faible ou très faible (Moynihan et Kelly, 2014).

Tableau 2 : résumé des études incluses menés chez les adultes : caractéristiques et relation exposition/résultats (positif +, neutre 0 ou négatif -) (source : Moynihan et Kelly, 2014)

Study Type	Study	Country	Sugars	Sugars Measure	Dental Outcome	+ / 0 / - †	n	Age* (yrs)
Non-randomized intervention								
	Scheinin <i>et al.</i> , 1976	Finland	Sucrose	Food diary	DMFS	+	125	27.2 mean
	Gustafsson <i>et al.</i> , 1954	Sweden	Sucrose	Supplied food	DMFT	+	663	31.9 mean
Population								
	Fisher, 1968; Holloway <i>et al.</i> , 1968	Tristan da Cunha, UK	Sucrose	National data	DMFT, % teeth with caries	+ / + / +	219	20-29 30-39 40-49
Cross-sectional								
	Newbrun <i>et al.</i> , 1980	USA & Switzerland	Sucrose	7-day food diary	DMFT, DMFS, oral hygiene status	+	31	29.1 mean
	Papas <i>et al.</i> , 1995	USA	Sucrose	3-day food diary		+	141	47-83

Tableau 3 : études nationales basées sur la population ayant fourni des données facilitant les comparaisons des niveaux de développement de caries dentaires avec les niveaux de consommation de sucres libres supérieurs et inférieurs à 10 kg/personne/an (environ 5 % d'apport énergétique) (source : Moynihan et Kelly, 2014)

Population Study	Dentition	Evidence
Takahashi, 1959 (Tokyo, Japan)	First permanent molars	Sugars availability before WWII was 15 kg/person/yr and decreased to 0.2 kg (0.1% E) in 1946. Log-linear relationship between sugars and caries increment between 0.2 kg and 5-7.5 kg/person/yr in teeth erupted for 7-8 yrs, r = 0.8.
Okuya, 1960 (Tokyo, Japan)	Second permanent molars	Sugars decreased from 15 kg/person/yr to <10 kg/person/yr. Dental caries decreased but not to zero. Correlation between sugars and caries in second molars was 0.7.
Koike, 1959 (Kyoto, Japan)	Lower and upper first permanent molars	Sugars intake decreased from 15 kg/person/yr to < 10 kg/person/yr. Dental caries decreased but not to zero. Mean correlation between sugars availability and annual caries incidence rate was 0.8 in the lower first permanent molars and 0.6 for the upper first permanent molars. Straight-line log-linear relationship between sugars and annual caries incidence between 0.1 and 15 kg/person/yr.

Tableau 4 : résumé des études incluses menées chez des enfants : caractéristiques et relation exposition/résultats (positif +, neutre 0 ou négatif -) (source : Moynihan et Kelly, 2014)

Study	Country	Sugars	Sugars Measure	Dental Outcome	+ / 0 / - †	n	Age*	Comment
Non-randomized intervention studies								
King <i>et al.</i> , 1955	UK	Sucrose	Weighed intake	% teeth with caries	-/0/+	392 London 203 Sheffield 225 Liverpool	2-5	
Longitudinal cohort studies								
Battellino <i>et al.</i> , 1997	Argentina	Sucrose	FFQ	dmft, dmfs	+	820	4	
Rodrigues <i>et al.</i> , 1999	Brazil	Added sugars	Weighed intake	Caries increment	+	510	3	
Mackeown <i>et al.</i> , 2000	South Africa	Added sugars	FFQ	dmfs, caries prevalence	0	259	1	
Karjalainen <i>et al.</i> , 2001	Finland	Sucrose	Food diary	dmft caries incidence	+	135	3	
Stecken-Blicks and Gustafsson, 1986	Sweden	Sucrose	7-day food diary	dmfs DMFT caries increment	0/+	88 (8 yrs) / 97 (13 yrs)	8/ 13	
Ruottinen <i>et al.</i> , 2004	Finland	Sucrose	Food diary	DMFT	+	66	0.6	
Rugg-Gunn <i>et al.</i> , 1984	England	Total sugars	Food diary	DMFT DMFS DFS	+	405	11.5	
Burt <i>et al.</i> , 1988	USA	Total sugars	24-hour recall	DMFS	+	499	10-15	
Population studies								
Schulerud, 1950	Norway	Sucrose	National data	% teeth with caries	+		3-12	
Okuya, 1960	Japan	Sucrose	National data	Caries incidence	+	8,399	6-13	
Fisher, 1968	UK, Tristan da Cunha	Sucrose	National data	dmft % teeth with caries	+ / +	219	1-5/ 13-19/	
Toverud, 1957	Denmark Norway Finland	Sucrose	National data	Caries incidence	+ / + / +		6 Denmark 7 Norway 7 Finland	
Takahashi, 1959	Japan	Sucrose	National data	Caries incidence	+	7,894	6-11	
Koike, 1959	Japan	Sucrose	National data	Caries incidence	+	10,553	6-11	
Shimamura, 1974	Japan	Sucrose	National data	Caries incidence	+	?	1 st grade 4 th grade	
Sreebny, 1982	World-wide	Sucrose	FAO data	dmft DMFT	0/+		5-6/ 12	23 countries for 5-6 year olds / 47 countries for 12 year olds
Künzel and Fischer, 1997	Germany	Sucrose	Not clear	DMFT	+ / +	>200,000	6-10/ 11-15	
Birkhed <i>et al.</i> , 1989	Sweden	Sucrose	National data	% teeth with caries % population with caries	+ / +		7/ 7-16	% population caries-free reported, but results inverted for summary table
Downer, 1999	UK	Sucrose	National data	dmft DMFT	+ / +		5/ 12	
Jamel <i>et al.</i> , 2004	Iraq	Sucrose	National data	DMFT, % population with caries	+ / + / + + / + / +		6-7/ 11-12/ 14-15	% population caries-free reported, but results inverted for summary table
Buttner, 1971	World-wide	Sucrose	National data	DMFT	+		11-12	18 countries
Marthaler, 1990	World-wide	Sucrose	National data	DMFT	+		12	12 countries
Sivaneswaren and Barnard, 1993	Australia	Sucrose	National data	DMFT	+		12	
Woodward and Walker, 1994	World-wide	Sucrose	National data	DMFT	+		12	90 countries
Miyazaki and Morimoto, 1996	Japan	Sucrose	National data	DMFT	+		12	
Ruxton <i>et al.</i> , 1999	World-wide	Sucrose	National data	DMFT	0		12	67 countries. Same data as Sreenby; Woodward & Walker
Diehnelt and Kiyak, 2001	World-wide	Sucrose	National data	DMFT	+		12	29 countries
Downer <i>et al.</i> , 2008	Europe	sucrose	FAO data	DMFT	-		12	29 countries
Cross-sectional studies								

Tableau 4 : (suite)

Study	Country	Sugars	Sugars Measure	Dental Outcome	+ / 0 / - †	n	Age*	Comment
Richardson <i>et al.</i> , 1978	South Africa	Sucrose	FFQ	% caries prevalence	+	1,154	1-6	
Cleaton-Jones <i>et al.</i> , 1984a	South Africa	Sucrose	Questionnaire	% children with caries	+		1-6	
Marques and Messer, 1992	USA	Total sugars	7-day food diary	% children with caries	0	628	4	p = .08
Moynihan and Holt, 1996	UK	NMES	4-day weighed food diary	% children with caries	+	1,658	1.5-4.5	
Akyüz <i>et al.</i> , 1996	Turkey	Not clear if sucrose or total sugars	3-day estimated food diary	dft and DMFT, % caries free, with >4 caries compared	+	120	6-11	Oral hygiene also associated with caries
Gibson and Williams, 1999	UK	NMES	4-day weighed food diary	Presence of caries	0/+	1,450 (2 groups of higher/lower oral hygiene)	1.5-2.5	Sugar important in those with poor oral hygiene
Leite, 1999	Brazil	Not clear if sucrose or total sugars	4-day weighed food diary	dmft	+	52	4	
MacKeown <i>et al.</i> , 2000	South Africa	Added sugars	FFQ	dmft	+	1,639	1	
Marshall <i>et al.</i> , 2007	USA	NMES	Food diary	% children with caries	0	634	4.5-6.9	Sugar intake was high in all children
Lottes and Henderson, 1979	USA	Sucrose	7-day food diary	dmft	+	107	2-11	
Kleemola-Kujala and Rasanen, 1979	Finland	Sucrose	24-hour recall	dmfs	0/+ / 0	167 (5 yrs) 186 (9 yrs) 191 (13 yrs)	5/9/13	All had an intake < 10% E
Cleaton-Jones <i>et al.</i> , 1984b	South Africa	Sucrose	Questionnaire	dmft	0	715	5	
Yabao <i>et al.</i> , 2005	Philippines	Sucrose	FFQ	DMFT	+		6-12	Quality of data questionable
Martinsson, 1972	Sweden	Sucrose	24-hour recall	DFS	+ boys / 0 girls	307 (boys & girls)	14	All girls consumed > 10% E from sugars
Retief <i>et al.</i> , 1975	South Africa	Sucrose	Questionnaire	DMFT	+		16-17	
Walker <i>et al.</i> , 1981	South Africa	Not clear if sucrose or total sugars	FFQ	DMFT	+	2,642	16-18	
Steyn <i>et al.</i> , 1987	South Africa	Sucrose	24-hour recall	DMFT DMFS	+ / 0	843	12	Many comparisons and results varied (either + or 0) by ethnic group but discussion on fluoride differences absent
Larsson <i>et al.</i> , 1992	Sweden	Sucrose	5-day food diary	DMFS	0	199	15	
Beighton <i>et al.</i> , 1996	England	Total sugars	3-day food diary	DMFT DFMS	0	405	11-12	All groups consumed very high intakes
Arnadottir <i>et al.</i> , 1998	Iceland	Total sugars	questionnaire	Approximal caries	+	150	14 mean	
MacIntyre and du Plessis, 2006	South Africa	Added sugars	24-hour recall	DMFT	+ / +	50/50	10/15	
Masson <i>et al.</i> , 2010	Scotland	NMES	FFQ	Dental health status	+	2,800	3-17	OR reported

Tableau 5 : résumé des études de cohorte longitudinale utilisée dans l'évaluation GRADE (source : Moynihan et Kelly, 2014)

Cohort Study	Dentition	Evidence
*Rugg-Gunn <i>et al.</i> , 1984	Permanent	405 English children aged 11-12 yrs at baseline. A low statistically significant correlation between DMFS increment and amount of sugars intake was found. Regression of DMFS increment on amount of sugars indicated that there was an average increase of 1.28 DMFS over 2 yrs with each rise of 100 g of sugars intake. Highest total sugar intake (163 g, of which 122 g added, <i>i.e.</i> , > 10% E) developed 0.9 DMFS <i>per yr</i> more than lowest total sugars intake (78 g/day, of which 46 g added < 10% E). Those in the lower sugars group developed 3.2 DMFS over 2 yrs.
*Stecksen-Blicks and Gustafsson, 1986	Permanent	88 13-year-old and 83 8-year-old Swedish children. Those aged 13 yrs in the lower caries group consumed ~ 9.8% E as sucrose (52.4 g/day) compared with ~14.5% E (76.9 g) in the high-caries group. Those in the lower-caries group developed 0.2 cavities. Difference in mean sugars intake of high- vs. low-caries groups in children aged 8 did not reach significance. Discriminate analysis showed meals <i>per day</i> and sugars intake correctly classified 61% of 8-year-olds as high/low caries.
Battellino <i>et al.</i> , 1997	Primary	820 Argentine children aged 4 yrs at baseline. A relationship between lower socio-economic class and higher caries was found. The correlation between the amount of sugars consumed and dmft was $r = +0.4$. Mean sugars intake of all groups was > 10% E.
Burt <i>et al.</i> , 1988	Permanent	499 1- to 15-year-old children in the USA. A higher % E from sugars increased the probability of caries on all tooth surfaces. A high sugars intake (g/day) was associated with total caries increment. Each additional 5 g sugars was associated with a 1% increase in the probability of developing caries. Comparing high- and low-sugars consumers, a small, non-significant difference in pit and fissure caries was found. A 3-fold increase in approximal caries, bordering on significance, was found ($p = .06$). Those in the highest quartile of sugars intake had a relative risk of 1.22 of developing caries; this increased to 1.8 for approximal caries. Both high- and 'low'-sugars groups had sugars intake >10% energy.
*Rodrigues <i>et al.</i> , 1999	Primary	Participants were 2.99 times more likely to have higher caries when free sugar was 16% E (53.3 g) compared with < 10% E (~7.5% E) (22.9 g). At the lower level of sugars intake (7.5% E, 22.9 g/day), 1 dmfs/yr developed.
MacKeown <i>et al.</i> , 2000	Primary	259 South African children aged 1 yr at baseline. Change in caries incidence and prevalence between 1 and 5 yrs was not significantly associated with added sugars intake. Prevalence of caries increased from 1.5% at age 1 (when sugars intake ~6% E) to 62.2% at age 5 (when sugars intake >14.4% E).
*Karjalainen <i>et al.</i> , 2001	Primary	135 Finnish children aged 3 yrs at baseline. Sucrose intake in those who developed caries was >10% E. Sugars intake in those who remained free of cavities (WHO criteria) was < 9% E.
*Ruottinen <i>et al.</i> , 2004	Primary and permanent	Children in Finland studied from 7 mos to 10 yrs. Comparison of highest and lowest 5 percentiles. DMFT was 0.5 when sucrose was < 10% E (~8% E) and was 1.4 when sucrose intake was >10% E. The mean dmft/DMFT was 3.9 when sucrose was >10% E and was 1.9 when sucrose intake was <10% E. The mean dmft was 2.7 when sucrose intake was >10% E. and it was 1.1 when sucrose intake was < 10 E.

Dans toutes les bases de données combinées, 5 990 résultats de recherche ont été trouvés. Après une première sélection, 284 articles ont été identifiés et examinés en détails afin d'exclure les articles qui n'incluaient manifestement pas une mesure absolue de l'apport en sucres. Les 116 articles complets restants ont été évalués pour inclusion/exclusion par deux évaluateurs. Soixante-cinq articles ont été inclus (issus de 55 études) et 43 (42 études) ont été exclus. La majorité des études identifiées ont été réalisées chez des enfants, alors que seulement 4 études concernaient des

adultes. Une étude a examiné à la fois les enfants et les adultes. Parmi les études incluses, 3 (4 articles) étaient d'intervention, 8 (12 articles) étaient de cohorte prospective, 20 (25 articles) étaient de population et 24 (25 articles) étaient transversales. Il y avait une variabilité considérable dans les formats de rapport de données, par exemple la gamme de résultats (p. caries, % avec caries, prévalence des caries), les âges des populations étudiées, les variations dans la durée des études, la gamme et la variété des interventions (pour les études d'intervention), les moments auxquels les résultats ont été mesurés, les années au cours desquelles les études ont été menées (de 1950 à 2014) et les différences ou le manque d'informations sur l'exposition au fluor. Il y avait des variations dans la terminologie utilisée pour déclarer les sucres. Cependant, les études examinées portaient en grande partie sur l'apport en sucres qui, selon la terminologie actuelle, seraient décrits comme des « sucres libres » selon l'OMS. Les points d'intérêts de cette revue sont la cohérence des données, malgré les faiblesses méthodologiques de nombreuses études, la longue période sur laquelle les études ont été menées et la variabilité des approches adoptées (Moynihan et Kelly, 2014).

Cinq des huit études de cohorte identifiées ont permis de comparer l'évolution des caries dentaires lorsque la consommation de sucres représentait moins ou plus de 10 % des apports énergétiques journaliers (E) (Rugg-Gunn et coll., 1984 ; Stecksen-Blicks et Gustafsson, 1986 ; Rodrigues et coll., 1999 ; Karjalainen et coll., 2001 ; Ruottinen et coll., 2004, voir tableau 5). Toutes les études ont tenu compte de l'exposition au fluorure. Une association constante entre la consommation de sucres et les caries a été détectée. Les résultats de toutes les études ont révélé des caries plus élevées avec un apport en sucres supérieur à 10 % des apports énergétiques journaliers. Les preuves évaluées par le processus GRADE ont été classées comme « modérées » pour les enfants et les adultes. Neuf des dix études de population ayant permis une comparaison ont montré des caries plus faibles (CAO < 3) lorsque l'apport en sucres était inférieur à 15-20 kg/personne/an (< 10 % des apports énergétiques journaliers) par rapport à des apports plus élevés (Schulerud, 1950 ; Toverud, 1957 ; Koike, 1959 ; Takahashi, 1959 ; Fisher, 1968 ; Shimamura, 1974 ; Sreebny, 1982 ; Woodward et Walker, 1994 ; Miyazaki et Morimoto, 1996 ; Jamel et coll., 2004), et une

étude a montré un CAO < 4 lorsque l'apport en sucres était < 20 kg/personne/an (Buttner, 1971).

Cette revue systématique approfondie de la littérature met en avant des preuves cohérentes concernant la relation entre la quantité de sucres ingérée et le développement de caries dentaires dans tous les groupes d'âge. De plus, sur la base des critères objectifs définis dans le processus GRADE, les preuves ont été classées comme étant de qualité modérée. Le processus d'examen a également montré des preuves de qualité modérée qui soutiennent la limitation de l'apport en sucres libres inférieur à 10 % des apports énergétiques journaliers, et des preuves classées comme étant de faible qualité, montrent un certain bénéfice lorsque l'apport de sucres libres reste inférieur à 5% des apports énergétiques journaliers (Moynihan et Kelly, 2014).

2.1.3. Impact du raffinage du sucre sur son potentiel cariogène

- Définition du raffinage

Afin de récolter le sucre brut, les plantes sucrières vont subir une série d'opérations qui sont les suivantes : l'extraction, l'épuration, l'évaporation, la cristallisation, le malaxage-turbinage, et enfin le séchage. Le protocole d'extraction du sucre de canne est globalement similaire à celui du sucre de betterave excepté l'étape d'extraction initiale. Le sucre brut obtenu est ensuite transporté en raffinerie afin de le purifier et de le débarrasser de tout autre composant en dehors des hydrates de carbone. Concernant le sucre de canne, il est généralement produit dans les îles tropicales et consommé sous forme brute par les populations locales. Il est importé sous sa forme brute dans les raffineries des pays importateurs pour effectuer le raffinage.

Une fois le sucre acheminé dans les raffineries, il subit une série d'opérations décrites ci-dessous.

- **Lavage du sucre**

Il est imbibé de sirop saturé permettant la dissolution des cristaux de sucre en surface, partie la plus impure. Puis la masse-cuite obtenue est centrifugée afin d'extraire la mélasse stagnante en surface. On parle alors de sucre d'affinage.

- **Clarification**

Il est ensuite dissous dans de l'eau chaude et alcalinisé par ajout de lait de chaux. Le reste des impuretés est éliminé par filtration.

- **Décoloration**

Deux étapes sont nécessaires pour la décoloration du sucre. Le sirop est d'abord acheminé dans des citernes contenant du « noir animal », il s'agit de particules calcinées d'os de bœuf. Puis il passe à l'intérieur de colonnes remplies de résine. Le sirop perd sa couleur brune et devient aussi limpide que de l'eau.

- **Cristallisation, malaxage, turbinage et séchage**

La cristallisation est réalisée dans des chaudières pouvant recevoir jusqu'à 50 tonnes de sucre. L'évaporation est faite sous vide à une température de 70°C évitant la caramélisation du sucre (Arzate, 2005).

Ainsi le sucre est débarrassé de toutes ses impuretés mais également de la quasi-totalité des minéraux présents à l'origine comme nous pouvons le constater dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : composition du sucre blanc raffiné et du sucre brun pour 100g de sucre (source : Arzate, 2005)

COMPOSANT	SUCRE BLANC	SUCRE BRUN
Calories (kcal)	387	377
Eau (g)	0,02	1,77
Hydrates de carbone (g)	99,98	97,33
Calcium (mg)	1	85
Cuivre (mg)	0	0,298
Fer (mg)	0,01	1,91
Magnésium (mg)	0	29
Manganèse (mg)	0	0,32
Phosphore (mg)	0	22
Potassium (mg)	2	346
Sélénium (µg)	0,60	1,2
Sodium (mg)	0	39
Zinc (mg)	0	0,18
Vitamine B1 (mg)	0	0,008
Vitamine B2 (mg)	0,019	0,007
Vitamine B3 (mg)	0	0,082
Vitamine B5 (mg)	0	0,111
Vitamine B6 (mg)	0	0,026

- Index glycémique

L'impact néfaste des confiseries, des boissons sucrées, ou encore des gâteaux sur la santé bucco-dentaire a déjà largement été étudié, ce sont des aliments qui provoquent une forte diminution du pH de la plaque dentaire. En général, les aliments qui provoquent une diminution plus importante du pH de la plaque ont une plus grande cariogénicité ainsi, la mesure du pH de la plaque dentaire est considérée comme une méthode fiable pour évaluer la capacité de différents aliments et boissons à augmenter le risque de carie dentaire. D'autres études ont mis en évidence des baisses variables du pH concernant les glucides amyliques souvent présents dans les féculents comme le pain ; néanmoins la comparaison et l'interprétation des résultats de ces études restent limitées cela étant dû à des variations méthodologiques surtout concernant la quantité de glucides testés (Atkinson et coll., 2021).

Classer les glucides en sucres « simples » et « complexes » ne permet pas de déterminer avec rigueur la vitesse de digestion et d'absorption des différents glucides. De plus penser que les sucres complexes ont toujours une digestion et une absorption lente est une fausse idée. Le classement des aliments glucidiques en fonction de leur réponse physiologique dans l'organisme, est connu sous le nom d'index glycémique (IG) et a été introduit dans la littérature il y a une quarantaine d'année. Il s'agit d'une mesure de la qualité des glucides qui classe le potentiel d'augmentation de la glycémie de différents aliments. Certains aliments peuvent être digérés et absorbés plus lentement, produisant un IG plus faible, soit parce qu'ils contiennent des sucres intrinsèquement moins glycémiques, soit parce que l'amidon présent est plus résistant à la digestion enzymatique (Atkinson et coll., 2021).

Fiona Atkinson et ses collaborateurs s'intéressent à l'impact de l'IG des différents aliments sur la santé bucco-dentaire. Ils réalisent une enquête permettant d'étudier simultanément les effets de la digestibilité de l'amidon et de la qualité des glucides avec des aliments dont l'IG varie, sur le pH intra buccal, tout en contrôlant la dose de glucides et la texture de l'aliment consommé. L'enquête a été divisée en trois sous-études pour répondre à 3 questions de recherche spécifiques liées à la consommation de glucides et à l'impact potentiel sur le pH de la plaque dentaire. La première étude concerne l'impact de la dose de glucides sur les changements aigus du pH de la plaque dentaire. Dans la seconde, la quantité de glucides a été contrôlée mais une gamme de différents féculents a été testée. Dans la troisième étude, la forme, la texture et la quantité de glucides des aliments ont été contrôlées en comparant les résultats avec le même type d'aliment ayant un IG différent. L'enquête fut menée à Sydney avec des adultes âgés de 18 à 65 ans et en bonne santé.

Dans la première étude, une solution de glucose contenant 25 ou 50 g de glucides dissous dans 250 ml d'eau a été réalisée pour évaluer l'impact de différentes quantités de glucides sur les changements du pH de la plaque dentaire. Chaque solution de glucose a été testée 3 fois dans un ordre aléatoire chez chaque participant. Les participants ont effectué 6 sessions de test, avec des sessions consécutives séparées d'au moins un jour.

Dans la deuxième étude, quatre féculents riches en glucides différents (pois chiches en conserve, pâtes bouillies, pain blanc et purée de pommes de terre instantanée préparée avec de l'eau) avec des valeurs d'IG connues ont été comparés à une

solution de glucose de référence. Les quatre aliments testés et la solution de référence ont été consommés dans une portion contenant 25 g de glucides assimilables. La solution de glucose de référence a été testée et mesurée deux fois par chaque participant au début et à la fin de l'étude. Chacun des quatre aliments a été consommé à une occasion dans un ordre aléatoire, avec des séances consécutives séparées d'au moins 1 jour.

Dans la troisième étude, trois types différents de paires d'aliments ont été testés : deux riz blancs, deux pains blancs et deux céréales pour petit-déjeuner, ainsi qu'une solution de glucose de référence. Au sein de chaque paire, un aliment avait un IG inférieur à l'autre, mais était similaire en termes de texture, de méthode de transformation/cuisson et de forme alimentaire. Toutes les prises d'essai contenaient 25 g de glucides disponibles, avec un rapport similaire d'amidon et de sucre dans chaque paire d'aliments. Un dentiste a collecté et mesuré les échantillons de plaque. Tous les aliments testés dans les études 2 et 3 ont été fraîchement préparés selon les instructions des fabricants et sans ingrédients supplémentaires (Atkinson et coll., 2021).

Tableau 7 : informations nutritionnelles pour les aliments testés dans chaque sous-étude (source : Atkinson et coll., 2021)

Study	Food	Weight (g)	Energy (kJ)	Protein (g)	Fat (g)	Available Carbohydrate (g)	Starch (g)	Sugar (g)	Fiber (g)
1	Glucose solution G25	25.7	436	0	0	25	0	25	0
	Glucose solution G50	51.4	873	0	0	50	0	50	0
2	Canned chickpeas	131.5	751	9.4	2.7	25	24.4	0.6	7.8
	Penne pasta	34.7 ¹	531	4.1	0.6	25	24.2	0.8	1.0
	White bread	58.5	585	4.3	1.8	25	23.0	2.0	4.1
	Instant mashed potatoes	37.1 ¹	602	3.3	2.7	25	23.3	1.7	-
3 ²	White rice (lower GI)	69.5	553	2.6	1.8	25	24.7	0.3	1.7
	White rice (higher GI)	73.5	574	3.2	2.2	25	24.7	0.3	0.9
	White bread (lower GI)	60.5	604	4.9	1.3	25	23.4	1.6	5.6
	White bread (higher GI)	61.8	599	4.6	1.5	25	23.2	1.8	5.1
	Breakfast cereal (lower GI)	38.2	581	3.7	1.0	25	20.2	4.8	7.0
	Breakfast cereal (higher GI)	32.8	528	2.2	1.2	25	20.3	4.7	2.3

Dans la première étude, huit personnes en bonne santé (un homme et sept femmes, âgés en moyenne de 32,9 ± 11 ans) y ont participé. Les deux solutions de glucose différant par leur dose de glucides ont produit une variation de pH intra buccale postprandiale similaire comme le montre le graphique suivant.

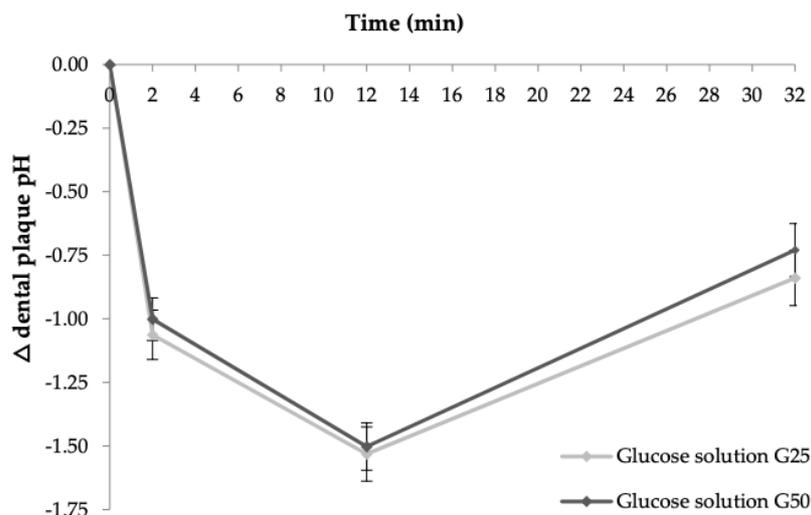


Figure 15 : modification du pH de la plaque dentaire postprandiale en réponse à deux doses différentes de glucose (source : Atkinson et coll., 2021)

Concernant la deuxième étude, vingt personnes en bonne santé (4 hommes et 8 femmes âgées en moyenne de 25 ans) y ont participé. Elle montre les variations globales du pH de la plaque dentaire et de la glycémie postprandiale produits par les quatre féculents testés (pois chiches en conserve, pâtes bouillies, pain blanc et purée de pommes de terre instantanée préparée avec de l'eau).

La solution de glucose (l'aliment de référence) dispose de l'IG le plus élevé comparé aux autres aliments testés. Aucune différence significative dans la variation de la glycémie de 0 à 30 minutes n'a été observée entre la solution de glucose et la purée de pommes de terre instantanée. Les pois chiches en conserve, les pâtes et le pain blanc ont tous produit un changement significativement plus faible de la glycémie par rapport à la purée de pommes de terre instantanée. La variation glycémique induite par les pois chiches s'est également avérée significativement inférieure à celle produite par le pain blanc. À propos des variations de pH de la plaque dentaire, les pois chiches en conserve ont produit la plus petite diminution. La baisse de pH la plus importante a, quant à elle, été réalisée par le pain blanc.

La valeur de l'index glycémique pour les pois chiches (35 ± 4) était significativement inférieure aux valeurs observées pour le pain blanc (77 ± 5), la purée de pommes de terre instantanée (96 ± 5) et la solution de glucose (IG attribué = 100 par définition).

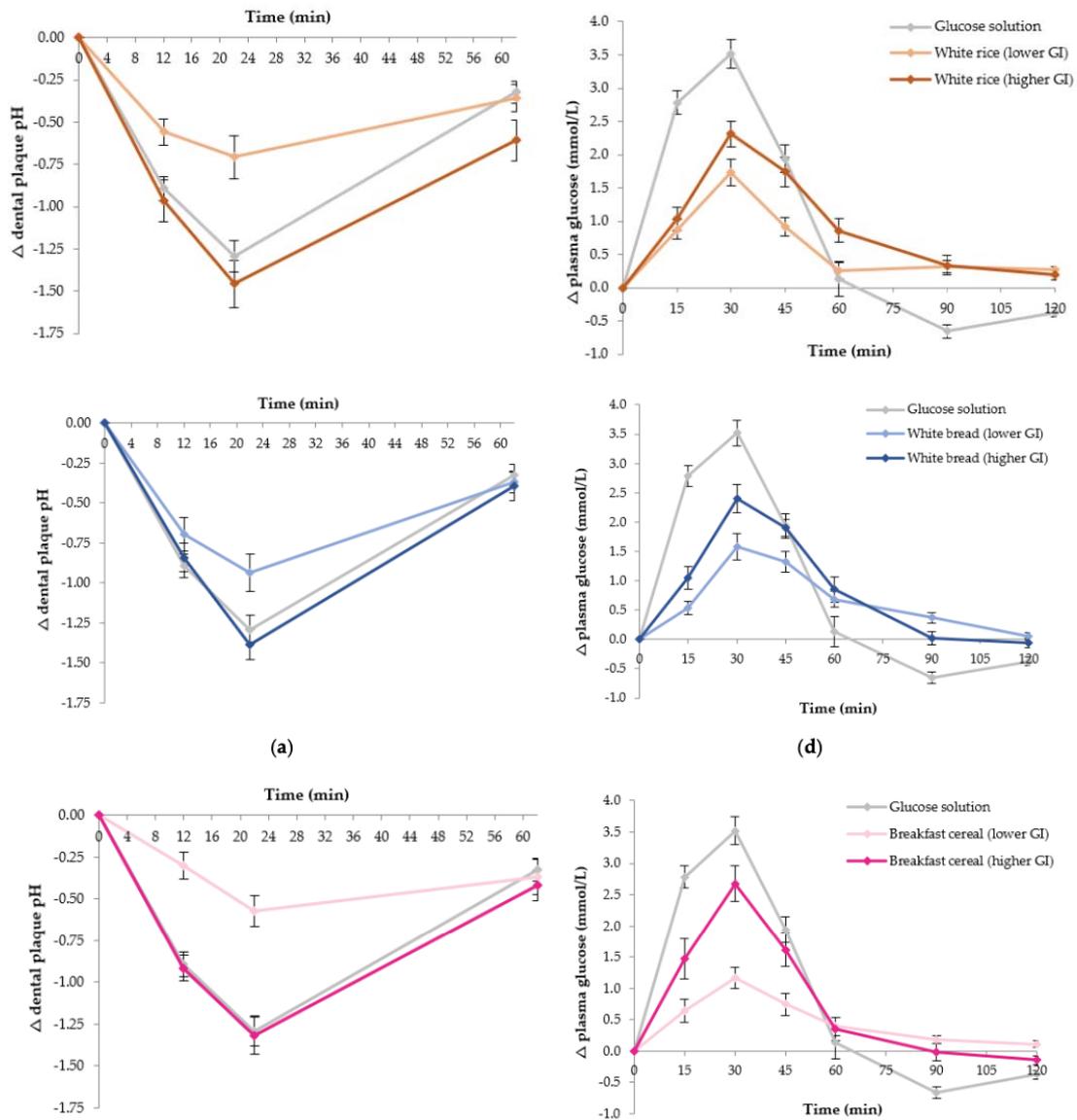


Figure 16 : variation du pH et de la glycémie post prandiales en fonction des aliments testés et de leurs différents IG (source : Atkinson et coll., 2021)

Pour la troisième étude, douze individus en bonne santé (quatre hommes et huit femmes, âgés en moyenne de 25 ans) ont participé. Les graphiques ci-dessus montrent les variations globales du pH de la plaque dentaire et de la glycémie produites par les trois paires d'aliments glucidiques : riz blanc, pain blanc et céréales de petit-déjeuner. L'aliment de référence (solution de glucose) est indiqué sur chaque graphique en gris à des fins de comparaison.

Le riz blanc à IG inférieur a produit une baisse du pH de la plaque plus faible à 22 min par rapport au riz à IG supérieur et à la solution de glucose de référence. La variation

du pH de la plaque entre le riz à IG élevé et la solution de glucose de référence ne montre pas de différence significative.

Le pain blanc à IG inférieur a montré une baisse de pH plus faible à 22 min et une réponse globale du pH plus faible sur 62 min par rapport au pain à IG élevé et à l'aliment de référence, bien que ces différences ne soient pas significatives.

Les céréales pour petit-déjeuner à IG inférieur ont donné une baisse de pH de la plaque plus faible comparé aux céréales à IG supérieur ($p = 0,001$) et à la solution de glucose de référence ($p < 0,001$).

Ainsi on retrouve une corrélation linéaire entre les valeurs des IG des différents féculents testés et les valeurs du pH de la plaque mesurées lors de la diminution maximale à 22 min ($R^2 = 0,60$, $p = 0,009$) et lors du changement global du pH de la plaque dentaire sur 62 min ($R^2 = 0,64$, $p = 0,006$). En effet lors de la consommation des féculents à IG haut, le pH intra buccal subit une baisse plus importante que pour les aliments à IG bas, comme illustré dans la figure suivante :

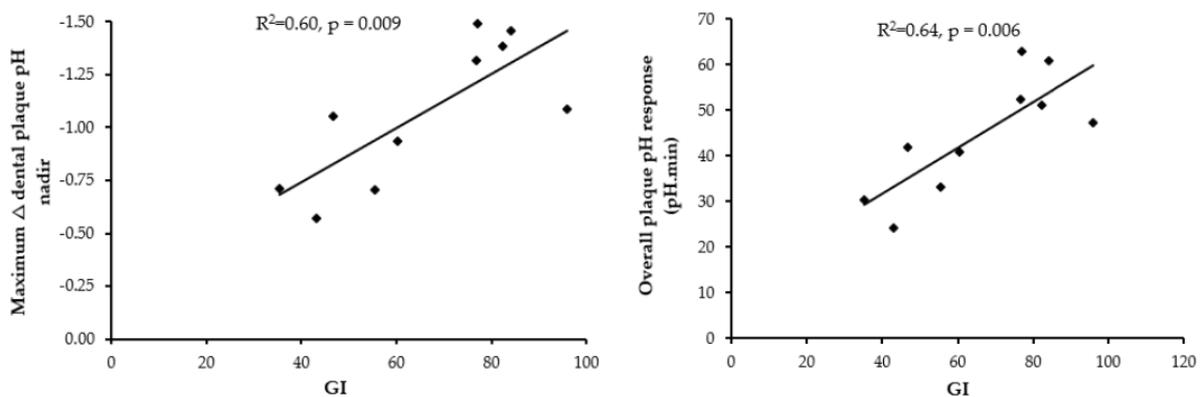


Figure 17 : corrélation linéaire entre les valeurs des IG des féculents testés dans la sous-étude 2 et la sous étude 3 et les valeurs de pH, chaque point de données représente la réponse moyenne de 12 participants en bonne santé (source : Atkinson et coll., 2021).

Les résultats montrent que la consommation d'aliments à IG bas n'est pas seulement pertinente dans la prévention de maladies chroniques telles que le diabète de type 2 et les maladies cardiovasculaires, mais aussi dans la prévention des caries dentaires. En effet, les recommandations hygiéno-diététiques étayées par les chirurgiens-dentistes auprès de leurs patients concernent principalement les sucreries tels que les biscuits ou encore les confiseries. Cependant les féculents sont également à prendre en compte, en particulier ceux disposant d'un IG élevé qui entraînent des baisses de pH intra buccal similaire voire supérieur aux aliments riches en sucres ajoutés et de ce fait, constituent un facteur de risque dans l'apparition de caries dentaires.

Ainsi les personnes avec un risque carieux individuel (RCI) élevé peuvent se diriger vers une alimentation composée de féculents à index glycémique plutôt bas, afin de réduire l'apparition et la progression des caries dentaires (Atkinson et coll., 2021).

Quelques exemples d'aliments à faibles IG sont présentés dans le tableau n°8.

Tableau 8 : exemples d'aliments et de leur IG (source : www.lanutrition.fr)

IG élevé (>70)	IG modéré (entre 56 et 69)	IG bas (< 55)
Fruits		
Dattes 103	Abricots frais 57 Melon 67 Cerises 63 Papaye 56 Banane bien mûre 65 Figses séchées 61 Raisins secs 64 Ananas 59 Abricots au sirop 64 Pêches au sirop 58	Pomme fraîche 38 Abricots secs 30 Pamplemousse 25 Raisin 53 Banane pas trop mûre 52 Kiwi 53 Poire 38 Orange 42 Jus de pomme sans sucre ajouté 44 Jus de pamplemousse sans sucre ajouté 48 Jus d'orange pur jus 50 Jus de tomate 38
Pomme de terre		
Pomme de terre cuite au four 95 Purée de pomme de terre instantanée 83 Pomme de terre pelée bouillie 78 Pomme de terre nouvelle avec la peau bouillie 78 Frites 82	Pomme de terre avec la peau à la vapeur 65	Patate douce cuites 46 Chips 54
Céréales et produits dérivés		
Baguette blanche 95 Baguette blanche (60 g) avec pâte à tartiner au chocolat (20 g) 72 Pain de mie blanc 70 Pain de mie complet 71 Biscotte blanche 68 Gaufres 76 Barquette abricot LU 71 Corn Flakes Kellogg's 77 Corn pops Kellogg's 80 Rice Krispies Kellogg's 82 Smacks kellogg's 71 Flocons d'avoine instantanés 82 Galettes de riz soufflé 85 Riz à cuisson rapide 6 min 87	Pain complet 65 Baguette blanche (60 g) avec beurre (10 g) et confiture de framboise (20 g) 62 Croissant 67 Bichoco Prince, BN 56 Flocons d'avoine traditionnels 59 Spécial K Kellogg's 56 Riz blanc cuit à l'eau 64 Riz basmati 58 Gnocchi 68 Polenta 68	Pain intégral 49 Pumpernickel (pain noir allemand) 50 Biscuit sec petit beurre 50 LU P'tit déjeuner choc 42 All-Bran Kellogg's 34 Muesli naturel 49 Macaroni 47 Vermicelles 35 Spaghettis cuiss. 10-15 min 44 Blé eby cuisson 10 min 50 Riz brun 50 Pizza supreme Pizza Hut 36

L'alimentation moderne contient beaucoup de produits ultras transformés et raffinés comme les céréales ou les sucres avec de forts index glycémiques (Krempf, 2000). Le pain par exemple, un aliment pilier de l'alimentation des Français, existe sous plusieurs formes avec des compositions différentes et des grandes variations d'IG (40 à 85) en fonction des différents procédés de panification.

Tableau 9 : exemples de quelques produits de panifications et de leur IG (source : Saulnier et coll., 2014)

Types de pains	IG moyen
Baguette courante	78
Baguette de tradition	57
Pain de mie complet	85
Pain de seigle	41
Spaghetti	38

En effet, les méthodes de fabrications influencent la structure du pain et le rende plus ou moins dense avec des textures de mie différentes pour des compositions nutritionnelles équivalentes. Le procédé de panification comporte 5 étapes et va déterminer la structure alvéolaire finale.

- 1^{ère} étape : **le pétrissage**

Elle permet la formation des alvéoles gazeuses. Le réseau de gluten se forme en fonction des différentes méthodes de pétrissage et détermine, dès cette étape, des pains de structure alvéolaire différente.

- 2^{ème} étape : **le pointage**

Il s'agit de la fermentation en masse où le volume de la pâte peut être amené à tripler.

- 3^{ème} étape : **le façonnage**

Elle définit la forme finale du pain. Cette étape entraine des contraintes de dégazage qui peuvent être modérées comme pour la baguette traditionnelle ou élevées comme pour le pain de mie et de ce fait influence l'alvéolation du pain.

- 4^{ème} étape : **la fermentation individuelle**

Elle permet une augmentation du volume du pâton selon la densité du pain souhaitée.

- 5^{ème} étape : **la cuisson**

Elle va permettre de figer la structure alvéolaire finale. Le choix d'une cuisson sous contrainte (moules) influence également la densité finale du pain.

	Densité (g/cm ³)	
Pain de mie blanc	0,19	
Pain pétri à la main	0,40	
Pain blanc issu de pétrissage lent	0,22	
Pain blanc issu de pétrissage intensifié	0,16	
Pain bis au levain naturel	0,35	
Pain pur de seigle	0,55	

Figure 18 : pains consommés le plus couramment, densité et alvéolage correspondants (source : Saulnier et coll., 2014)

Des études récentes montrent un lien entre l'IG et la densité du pain (figure 18). Plus le pain est dense et plus l'IG sera faible. L'utilisation de farines complètes riches en fibres augmentent la densité du pain et réduisent ainsi leur index glycémique à l'instar des farines raffinées.

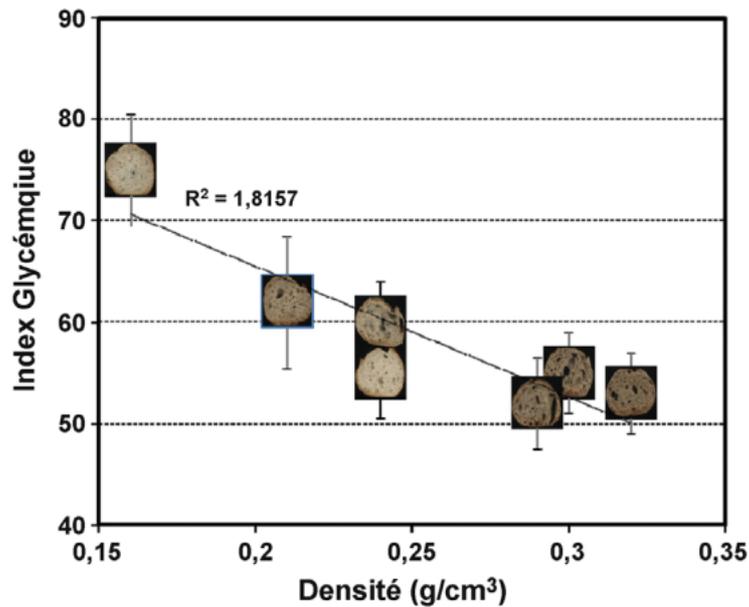


Figure 19 : variations de l'IG en fonction des densités de pains couramment consommés. Les pains analysés de gauche à droite sont : **baguette courante**, **baguette courante enrichie en fibres**, **baguette courante dense / baguette tradition**, **baguette tradition enrichie en fibres**, **baguette tradition dense et enrichie en fibres**, **baguette au levain enrichie en fibres**
(source : Saulnier et coll., 2014)

Comparé à d'autres produits de panification, le pain de mie est un pain avec une densité des plus faibles, son IG fait partie des plus élevés et de ce fait il dispose d'un potentiel cariogène augmenté (Saulnier et coll., 2014).

On retrouve différents types de sucres dans le commerce. Certains proviennent de plantes différentes comme la canne à sucre, la noix de coco ou encore l'agave. Ils diffèrent également par leur procédé de fabrication et peuvent être complets ou raffinés. Ces caractéristiques influencent leur IG notamment le raffinage qui l'augmente considérablement.



Figure 20 : valeurs des indices glycémiques en fonction des différents types de sucres (source : www.maxdegénie.com)

Ainsi il est possible de remplacer le sucre blanc traditionnel dont l'IG est des plus élevés par des sucres à IG bas comme le sucre de coco, le sucre complet, le miel d'acacia ou encore le sirop d'agave.

- Sucre complet et sucre raffiné

Le Dr Max Henri Beguin, pédiatre à la Chaux de Fonds en Suisse dans les années 1950 s'intéresse au fléau de la carie dentaire qu'il voit se répandre auprès de ses patients. Convaincu du rôle primordial d'une alimentation saine et de l'incrimination de l'alimentation dite « moderne » riche en produits raffinés, le Dr Beguin réalise plusieurs travaux, comparant et analysant les bienfaits des sucres et farines complètes.

Le Dr Beguin s'inspire en partie des travaux du Dr Roos réalisés durant la seconde guerre mondiale. En effet, le Dr Roos rédigea une étude statistique dans plusieurs villes de Suisse et étudia la corrélation entre le rationnement alimentaire et l'épidémiologie de la maladie carieuse. L'étude fut menée dans les villes de Zurich, Bienne, Bâle, Berne, Winthertour, Saint-Gall et Bischoffzell. À Bâle, 13 000 enfants ont été suivi entre 1931 et 1947 et une baisse des obturations et des avulsions dentaires fût observée durant cette période.

À Zurich, les statistiques observées sont assez semblables, le nombre d'obturations dentaires passe de 49 708 en 1938 à 29 784 en 1945. Les traitements de racines régressent fortement également comme nous pouvons l'observer sur le graphique ci-dessous :

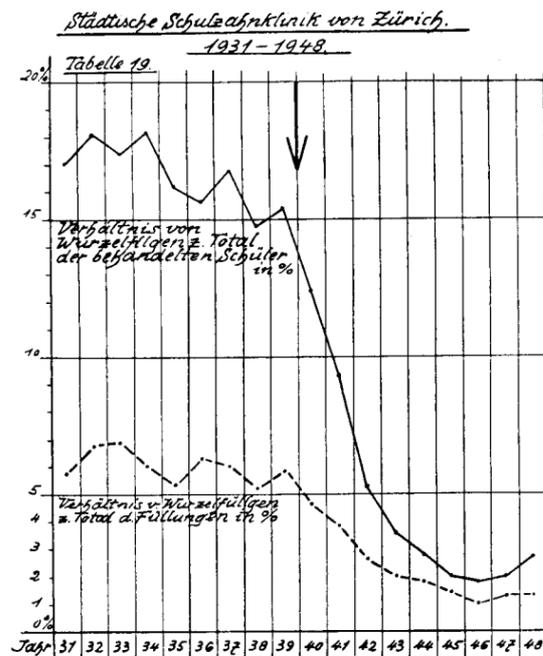


Figure 21 : fréquence des traitements de racines à la clinique dentaire de Zurich de 1931 à 1948, en trait plein la fréquence des traitements par rapport au nombre d'élèves et en pointillé par rapport au total des dents soignées (source : Beguin, 1976)

On remarquera que la fréquence des traitements de racines augmente de nouveau à partir de 1946, date de la fin du rationnement. Il faut savoir que durant le rationnement le pain blanc était remplacé par du pain bis plus riche en minéraux, la portion des

légumes et des pommes de terre était importante et la consommation de pâtes alimentaires et de sucre avait fortement diminuée.

Le Dr Roos conclut que le rationnement et notamment la baisse de la consommation en produits raffinés eut un impact non négligeable sur la prévalence de la maladie carieuse.

Comme on peut le voir sur les photos ci-après issues de la clinique dentaire de Zurich, la carie reprend sa place d'avant-guerre dès la fin du rationnement. À gauche on observe l'extraction de 60 premières molaires permanentes datant de 1944 (époque du rationnement) et réalisées en 3 mois. À droite les extractions de 60 premières molaire permanentes également mais cette fois ci obtenues en l'espace de 3 semaines en 1952 et visuellement plus atteintes par la carie dentaire.

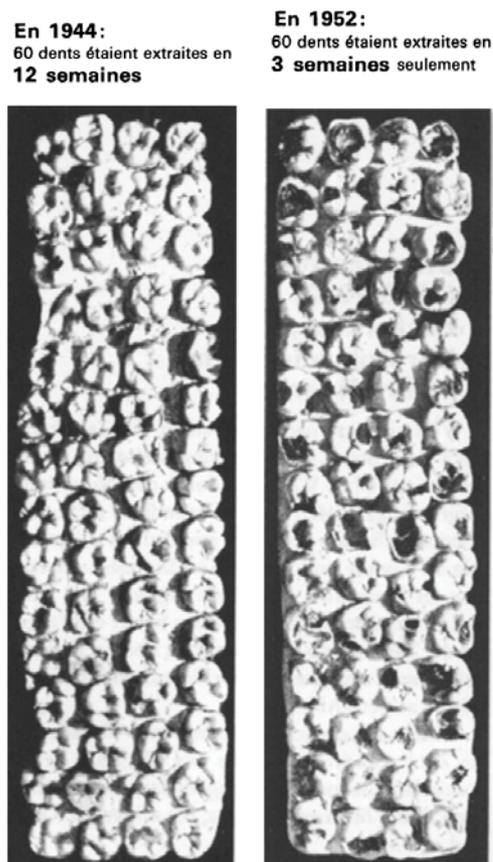


Figure 22 : état des premières molaires permanentes extraites à gauche lors du rationnement et à droite après la fin du rationnement (source : Beguin, 1976)

Par ailleurs, en collaboration avec le Pr Freudenberg, pédiatre et chimiste à la clinique infantile universitaire de Bâle, le Dr Beguin analyse les concentrations en sels

minéraux du sucre blanc et du sucre brut. Les résultats sont obtenus par calcination de 10g de sucre blanc dans un récipient en porcelaine et 10g de sucre brut dans un autre. Après la combustion, un dépôt se forme dans le fond du creuset et représente la part de sels minéraux présente dans chacun des sucres comme nous pouvons le constater sur la photo suivante :

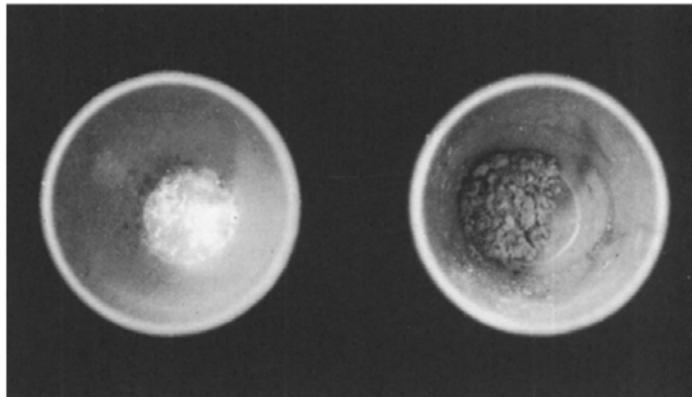


Figure 23 : concentration en sels minéraux du sucre blanc à gauche et du sucre brut à droite (source : Beguin, 1976)

La teneur en sels minéraux dans le récipient du sucre blanc équivaut à 4,4 mg alors que celle du sucre brut est égale à 33,3 mg. Le Dr Beguin approfondit cette analyse en comparant cinq sortes de sucre de canne brut différents et conclut que plus les cristaux étaient clairs et translucides, plus leurs teneurs en sels minéraux se rapprochaient de celle du sucre blanc.

En 1963, le Dr Beguin met en place une commission scientifique afin de réaliser une enquête officielle à la Chaux de Fonds sur l'existence d'une relation entre l'alimentation et la carie dentaire. Elle se compose de 17 membres dont un professeur de biologie, quatre médecins et cinq dentistes. Un questionnaire en dix points sur les habitudes alimentaires de chaque enfant est rédigé et leur est soumis ainsi qu'un examen bucco-dentaire (le dentiste réalisant l'examen clinique n'a pas connaissance des réponses au questionnaire afin de ne pas être influencé). En tout, 1421 enfants âgés de 6 à 10 ans furent interrogés et examinés. Le dépouillement des résultats fut réalisé par l'office fédérale de statistique de Berne. L'enquête montra que les enfants consommant du

sucres bruts à la place du sucre blanc avaient 3,4 dents saines de plus comme le montrent les résultats suivants (figure 23).

	Nombre d'enfants			Nombre de dents			Nombre moyen, par enfant, de dents		
	total	sans carie	Pour-cent sans carie	saines	peu cariées	caries profondes	saines	peu cariées	caries profondes
Tous les enfants	1 421	67	4,7%	18 971	6 639	6 252	13,4	4,7	4,4
Sucres bruts toujours	62	10	16%	1 014	259	137	16,4	4,2	2,2
Sucres bruts souvent	223	13	5,8%	3 139	1 056	783	14,1	4,7	3,5
Sucres bruts jamais	1 136	44	3,9%	14 818	5 324	5 332	13,0	4,7	4,7

Figure 24 : impact de la consommation de sucres bruts sur la carie dentaire chez des enfants âgés de 6 à 10 ans (source : Beguin, 1976)

L'enquête met en lumière un deuxième aliment agissant sur la situation bucco-dentaire des enfants : le pain. Le degré de raffinage de la farine utilisée influencerait sur le potentiel cariogène du pain. Dans cette enquête il est question de trois pains différents.

- **Le pain blanc** avec un taux de mouture de 72%, autrement dit 100kg de blé donnera 72 kg de farine et 28 kg de son (les vitamines et les sels minéraux se trouvant essentiellement dans le son de blé).
- **Le pain bis ou pain noir** avec un taux à 85%.
- **Le pain complet** avec un taux allant de 95% à 100% contenant ainsi la totalité des vitamines et minéraux du grain.

Pour 100 grammes de :

	Farine complète	Farine blanche (taux de blutage 70%)	Germe de blé
Hydrate de carbone (amidon)	71,8 g	75,5 g	49,5 g
Protéines	12,2 g	10,8 g	25,2 g
Lipides (huile)	2,3 g	1,1 g	10,0 g
Phosphore (P)	385 mg	93 mg	1096 mg
Calcium (Ca)	38 mg	19 mg	84 mg
Magnésium (Mg)	122 mg	21 mg	—
Potassium (K)	324 mg	130 mg	780 mg
Fer (Fe)	2,3 mg	0,7 mg	8,1 mg
Vitamine B ₁	0,56 mg	0,07 mg	2,05 mg
Vitamine B ₂	0,12 mg	0,03 mg	0,80 mg
Vitamine B ₆	0,45 mg	0,08 mg	1,0 mg
Vitamine PP (nicotylamide)	5,0 mg	1,2 mg	18 mg

Figure 25 : composition en sels minéraux et en vitamines de la farine de blé en fonction de son degré de raffinage (source : Beguin, 1976)

Tout comme le sucre blanc, la farine blanche donc la plus raffinée est la plus pauvre en sels minéraux et en vitamines comme nous pouvons le voir dans la figure 25.

Les résultats statistiques révèlent que les enfants consommant du pain complet à la place du pain blanc présentent 2,0 dents saines de plus que les enfants consommant du pain blanc (Beguin, 1976).

Le Dr Beguin met en avant, déjà à son époque, l'impact néfaste du raffinage dans l'alimentation moderne sur la santé bucco-dentaire et met en garde ses patients en leur conseillant une alimentation à base de produits complets, non raffinés et les moins transformés possible.

2.2. Potentiel cariogène des aliments

2.2.1. Pouvoir de rétention buccale

Plus un aliment reste en bouche, plus il met à disposition des bactéries cariogènes les substrats nécessaires à la formation d'acides bactériens. Plusieurs paramètres entrent en compte concernant le temps de clairance buccal d'un aliment, temps utile à la déglutition.

Les facteurs endogènes tels que :

- la qualité masticatoire grâce à l'activité musculaire de la langue des lèvres et des joues qui va permettre de stimuler la sécrétion salivaire ; ainsi les aliments solides qui stimulent la mastication et de ce fait la salivation seront en général moins cariogènes que les boissons sucrées ;
- le flux salivaire (volume et viscosité de la salive), une forte viscosité et une faible quantité salivaire rallongera le temps de clairance.

Les caractéristiques physiques des aliments tels que :

- la texture de l'aliment et son adhérence aux surface dentaires. Par exemple les caramels sont de nature collante et adhèrent aux surfaces dentaires mais ils nécessitent une mastication plus intense que pour des bretzels et vont stimuler une sécrétion salivaire plus importante. Ainsi les

caramels auront un pouvoir de rétention buccal moins important que les bretzels mais plus long que ceux des fruits par exemple (Stegeman et Davis, 2005).

- le volume des particules,
- la solubilité, plus l'aliment est soluble, plus vite il sera éliminé de la cavité buccale.

Ainsi plus le temps d'élimination est long, plus le potentiel cariogène de l'aliment augmente proportionnellement (Fioretti et Haïkel, 2010).

2.2.2. Fréquence de consommation

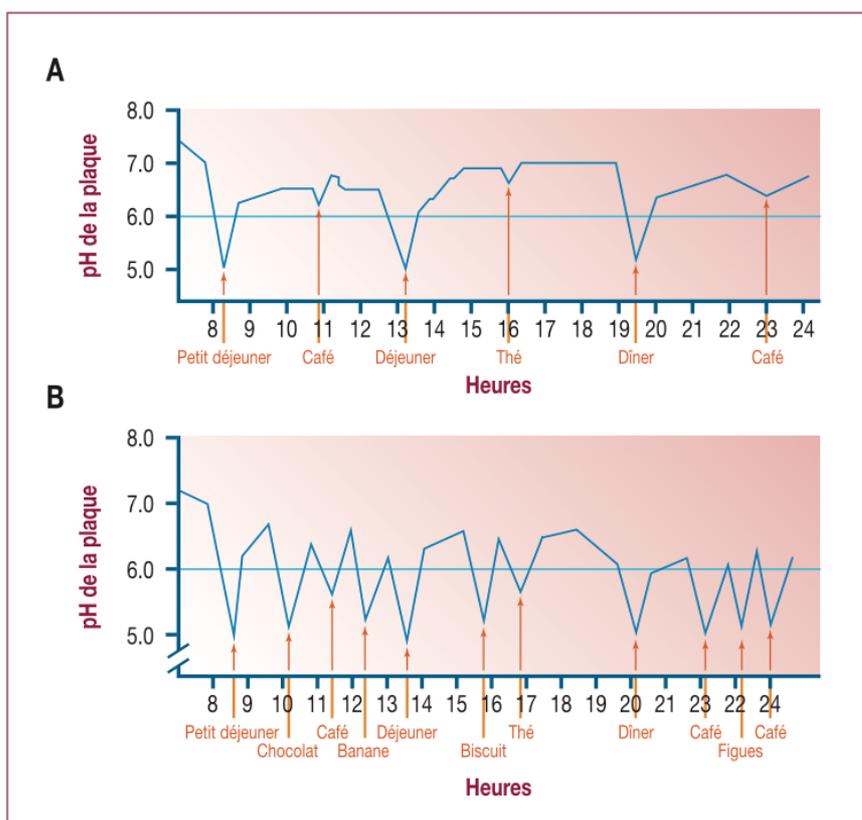


Figure 26 : variations du pH de la plaque dentaire en fonction de la fréquence des prises alimentaires dans la journée. **A** : faible fréquence **B** : forte fréquence (source : Fioretti et Haïkel, 2010)

Au-delà des propriétés physiques et organoleptiques des aliments, de la quantité et du type de sucre ingéré ou encore de la qualité masticatoire, la fréquence de prise

alimentaire reste un facteur de risque important dans la genèse des caries dentaires. Comme nous pouvons l'observer sur la figure ci-dessus, les baisses de pH sont superposables au nombre de prises alimentaires réalisées dans la journée, ce qui multiplie les opportunités pour les bactéries cariogènes de produire des acides et d'initier le processus carieux (Fioretti et Haïkel, 2010).

La maladie carieuse nécessite inévitablement un apport en sucre fermentescible, substrat de la flore bactérienne buccale, faisant passer le pH en phase critique. Ainsi une personne qui aura tendance à grignoter tout au long de la journée sera plus souvent en phase de pH critique qu'une autre respectant les quatre repas par jour préconisés et sera donc plus sujet au processus carieux (Muller-Bolla et Doméjean, 2018).

2.2.3. Les sucres cachés dans nos assiettes

Les sucres sont évidemment présents dans les biscuits, les confiseries, les sodas, les glaces ou encore la confiture. Les plats préparés et les produits alimentaires transformés dans l'industrie contiennent généralement des sucres ajoutés. Leurs rôles consistent en général à colorer les préparations, à les conserver ou encore ils sont utilisés comme exhausteur de goût. Le raffinage de certains aliments comme les céréales ou le sucre, permet de conserver les aliments plus longtemps ou encore d'adoucir le goût des matières premières.

Cependant, d'autres catégories d'aliments sont également concernées par la présence de sucres ajoutés ou de sucres fermentescibles naturellement présents alors qu'en apparence ils ne le semblent pas.

Magali Walkowicz, diététicienne et nutritionniste, passe en revue plus de 1500 produits alimentaires et analyse leurs teneurs en glucides dans son livre « Compteur de glucides » paru en 2015, dans le but de repérer les sucres « cachés » dans les rayons de nos supermarchés et de pouvoir en gérer la consommation. Les aliments possédant une teneur en glucide inférieure à 5g sont considérés comme pauvres en

glucides, ceux possédant entre 5g et 10g sont moyennement pourvu et enfin ceux au-dessus de 10g sont riche en glucides.

Le tableau n°10 met en avant quelques exemples d'aliments riches en glucides assimilables mais qu'on ne soupçonne pas forcément.

Tableau 10 : teneur en glucides assimilables d'aliments issus de différentes catégories (source : Walkowitz, 2015)

Aliment	Portion courante	Teneur en glucides assimilables (g)	Taux de glucides
Poudre de cacao 100% , Van Houten®	15g	2	Faible
Chocolat en poudre , Nesquik®	15g	11,94	Haut
Ricoré , Nestlé®	18g	9,22	Modéré
Jus de pomme bio pur jus , Monoprix	125ml	13,75	Haut
Smoothies fraise banane pur jus , Innocent®	125ml	14,88	Haut
Boisson de riz bio , Bjorg®	125ml	13,75	Haut
Bière (plus de 8° d'alcool)	250ml	11,5	Haut
Barre Grany 5 céréales et pomme , LU®	21g	14,8	Haut
Céréales All Bran fibre + , Kellogg's®	30g	14,4	Haut
Pizza 3 fromages surgelée , Picard®	200g	52,2	Haut
Biscuit lait miel amande , Ballisto®	18,6g	10,3	Haut
Chocolat noir 70% , Lindt®	10g	3,4	Faible
Cassonade sucre brun	15g	14,71	Haut
Miel	10g	8,11	Modéré
Sucre complet de canne en morceau	6g	3,84	Faible
Abricot séché	30g	15,9	Haut
Raisin blanc frais	120g	19,32	Haut
Fruits rouges frais	50g	2,65	Faible
Compote sans sucre ajouté , U®	100ml	10	Haut
Courgette à la Provençale , Cassegrain®	185g	11,8	Haut
Galette de légumes surgelée , Bonduelle®	150g	14,8	Haut
Salade de betteraves , Bonduelle®	130g	10,4	Haut
Carottes râpées , Bonduelle®	100g	6,5	Modéré
Salade Caesar bol fraîcheur , Bonduelle®	240g	50,4	Haut
Soupe douceur 8 légumes , Knorr®	250ml	14	Haut
Nuggets poulet , Père Dodu®	120g	16,3	Haut
Sauce tomate cuisinée ail et oignon , Heinz®	120ml	11,64	Haut
Biscuit Nutrigrain , Kellogg's®	40g	28,4	Haut
Sablé muesli et épices , CéréalesBio®	22g	13,6	Haut
Chips classique , Vico®	30g	13,5	Haut
Pain de mie 7 céréales , Harry's®	39,5g	16	Haut
Tarte Saumon , Marie®	100g	21,3	Haut
Yaourt nature sur fruit , Panier de Yoplait®	125g	22,8	Haut

Le sucre est présent un peu partout dans les rayons des supermarchés. Il est nécessaire de s'interroger sur les teneurs en glucides des produits que nous consommons et de savoir déchiffrer les étiquettes alimentaires.

2.3. Cas particulier de la cigarette électronique

L'usage de la cigarette électronique (e-cigarette ou vape) se développe en France depuis 2010 chez les adultes comme chez les adolescents (Chyderiotis et coll., 2019). Le succès de l'industrie de la cigarette électronique peut être attribué en partie à sa stratégie marketing ayant pour cible les plus jeunes, et mettant en avant l'idée selon laquelle les cigarettes électroniques sont une alternative plus sûre aux produits du tabac traditionnels.

Les e-liquides sont disponibles dans une grande variété de saveurs telles que : biscuits, bonbons, sodas et fruits, ainsi que des saveurs plus traditionnelles telles que le tabac et le menthol. Bien qu'il existe une grande variété de e-liquides, les composants de base des e-liquides restent identiques : la base (composée de propylène glycol, de glycérine ou d'un mélange des deux en différents ratios, dilué dans de l'eau purifiée) la nicotine et les arômes. Ils sont composés chimiquement de saccharides, d'esters, d'acides et d'aldéhydes. Du saccharose ou du sucralose est ajouté pour le goût sucré des e-liquides et de l'alcool de sucre (par exemple, l'éthylmaltol) est utilisé pour le parfum sucré. Les e-liquides, notamment ceux à base de glycérine ont des propriétés de viscosité élevée. Les aérosols générés sont susceptibles d'adhérer aux surfaces exposées. Ces surfaces comprennent les tissus mous et durs de la cavité buccale, de la cavité nasale, du pharynx, de l'épiglotte, du larynx, de la trachée, des poumons (directement) et de la peau, des cheveux, des vêtements et des espaces de vie intérieurs (indirectement). L'interaction entre l'aérosol visqueux et la cavité buccale est particulièrement intéressante pour plusieurs raisons : les chirurgiens-dentistes sont depuis longtemps conscients du danger des produits issus du tabac et de la nicotine sur la santé bucco-dentaire, la cavité buccale qui comprend les lèvres, la gencive, les dents, le palais et la langue sont les premiers organes à interagir directement avec l'aérosol de la cigarette électronique, des

changements dans les caractéristiques de la surface des tissus dus à la consommation d'aliments gluants (comme par exemple, des caramels, des réglisses ou des bonbons aigres) et un apport élevé en saccharose (par exemple, les sodas) peuvent avoir des conséquences négatives sur la santé de la cavité buccale. De nombreux e-liquides partagent des propriétés physiques et chimiques similaires aux aliments sucrés et gélatineux qui se sont avérés être des risques majeurs pour les caries dentaires.

Ainsi une étude a été réalisée en 2018 aux États-Unis par S.A Kim et ses collaborateurs pour évaluer si les aérosols générés à partir de e -liquides aux différentes saveurs sucrées peuvent produire une déminéralisation de l'émail par des bactéries. L'Universal Electronic-Cigarette Testing Machine (UECTM) a été optimisée pour simuler les paramètres physiologiques humains lors du vapotage avec une nouvelle méthode de visualisation pour quantifier les gouttelettes d'aérosol de cigarette électronique et un protocole de préparation d'échantillon pour augmenter la reproductibilité de la mesure de l'adhérence de la surface de l'émail a été développé.

Les aérosols ont été générés à l'aide de la topographie d'une bouffée de cigarette électronique physiologique : une bouffée de 50 ml en 4 secondes toutes les 18 secondes. Pour cette étude, 10 bouffées représentent une session de vapotage et 150 bouffées une journée de vapotage soit 3mL / jour. Cependant cela ne peut représenter tous les comportements de vapotage humain car il existe une grande variabilité entre les différents utilisateurs et appareils. Plusieurs tests ont été réalisés afin d'évaluer la force d'adhérence de streptococcus mutans (SM) aux surfaces dentaires, la formation de biofilm bactérien ou encore la déminéralisation de l'émail engendrée après exposition aux aérosols (Kim et coll., 2018).

Name	Category	Taste/smell	Formula	Reported concentration (mg/mL)	Concentration used in this study (mg/mL)
Ethyl butyrate	Ester	Pineapple	C ₆ H ₁₂ O ₂	11.1	11.1
Ethyl maltol	Sugar alcohol	Cotton candy	C ₇ H ₈ O ₃	27.1	27.1
Hexyl acetate	Ester	Apple	C ₈ H ₁₆ O ₂	2.5	2.5
Sucralose	Sugar substitute	Sweetener	C ₁₂ H ₁₉ Cl ₃ O ₈	1-5	2.0
Triacetin	Triester of glycerol and acetic acid	Velvety / smoky	C ₉ H ₁₄ O ₆	N/K	11.6

Figure 27 : arômes des e-liquides de références utilisés lors de l'expérience (source : Kim et coll., 2018)

La force d'adhérence entre la bactérie cariogène *Streptococcus mutans* et la surface de l'émail exposée aux aérosols a été mesurée dans trois conditions différentes : témoin (pas d'exposition), 10 et 150 bouffées. Il a été constaté que la force d'adhérence entre les bactéries pathogènes et la surface de l'émail augmentait significativement avec 10 bouffées et 150 bouffées d'exposition à l'aérosol par rapport au témoin non exposé (figure 26)

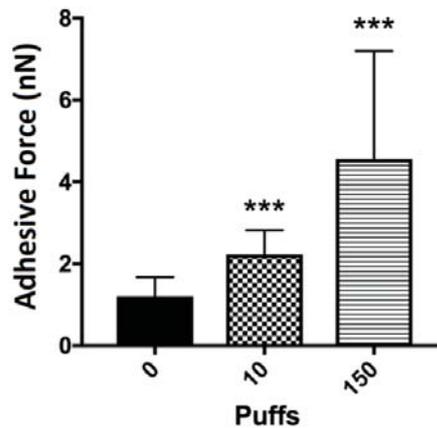


Figure 28 : force d'adhérence entre SM et les disques d'émail en fonction de l'exposition aux aérosols (source : Kim et coll., 2018)

Après une incubation de 24 h avec SM, un microscope électronique à balayage (SEM) a été utilisé pour visualiser les surfaces lisses, les fosses et les fissures, trois zones sur la surface de l'émail dentaire où les bactéries peuvent se fixer, former un biofilm et entraîner des caries dentaires. En général, les bactéries ont été trouvées plus fréquemment dans les puits et les fissures exposés aux aérosols par rapport aux témoins non exposés (figure 27). Les surfaces lisses exposées aux aérosols avaient également plus de SM par rapport à la surface lisse témoin non exposée, mais à un degré moindre que les puits et les fissures. Une fois que SM a occupé les fosses et les fissures, les bactéries buccales se sont développées et ont formé un biofilm très complexe en sécrétant des acides bactériens.

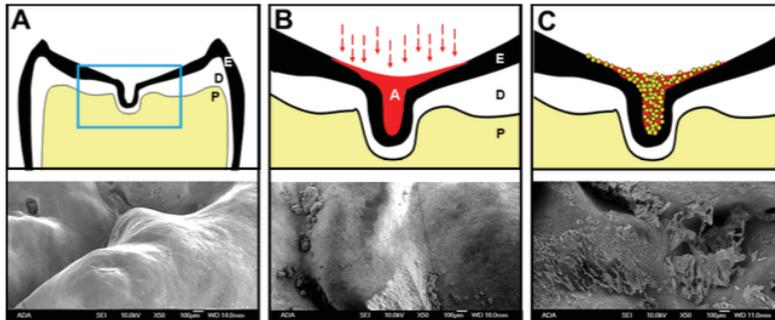


Figure 29 : les aérosols de e-liquide s'accablent dans les puits et les fissures
(source : Kim et coll., 2018)

(A) Haut : une coupe transversale d'une dent humaine (E = émail, D = dentine et P = pulpe).

Bas : contrôle, fissure d'émail non exposée.

(B) Haut : une dent après exposition à l'aérosol de cigarette électronique (A = aérosol, E = émail, D = dentine et P = pulpe).

Bas : fissure d'émail exposée à l'aérosol.

(C) Haut : une dent après exposition à l'aérosol de cigarette électronique et attachement ultérieur de *S. mutans* (sphères jaunes = *S. mutans*).

Bas : *S. mutans* colonisant la fissure et sécrétant des acides bactériens.

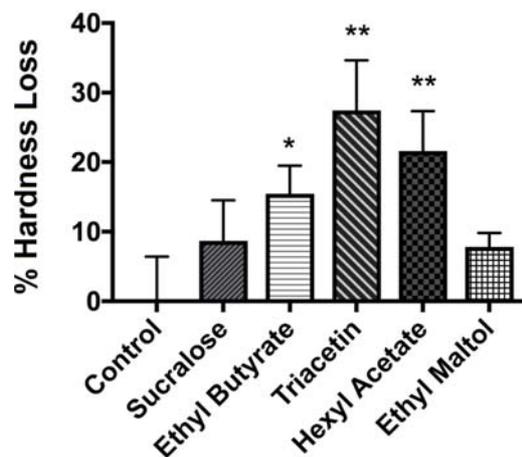


Figure 30 : perte de dureté de l'émail après exposition aux aérosols des différents e-liquides (source : Kim et coll., 2018)

Pour déterminer si les saveurs des e-liquides augmenteraient la déminéralisation de l'émail, la dureté de la surface a été comparée entre des disques d'émail exposés à

cinq aérosols d'e-liquide différents (figure n°28). Les valeurs de base ont été enregistrées en mesurant la dureté (trois disques d'émail par condition, cinq emplacements aléatoires par disque) avant l'exposition à l'aérosol. Les disques d'émail ont été exposés selon le protocole standard. Après une incubation de 6 heures avec SM, la dureté des disques a été réévaluée en effectuant de nouvelles indentations à moins de 100 µm des indentations initiales (avant l'exposition à l'aérosol). Les résultats suivants sont obtenus :

Tableau 11 : pourcentage de perte de dureté de l'émail en fonction des différentes saveurs des e-liquides utilisés (source : d'après Kim et coll., 2018)

Saveurs	/	Sucré	Ananas	Tabac	Pomme	Barbe à papa
Composition des e-liquides correspondants	Témoin	Sucralose	Butyrate d'éthyl	Triacétine	Acétate d'hexyle	Éthyl maltol
Pourcentage de perte de dureté de l'émail	0,0004	8,6	15,4	27,4	21,5	7,8

On remarque que les aérosols ont un réel impact sur la dureté de l'émail en fonction de leur composition. En effet, ils peuvent provoquer une perte de dureté de l'émail de l'ordre de 21,5% pour la saveur pomme et jusqu'à 27,4% pour la saveur tabac.

Cette étude a évalué les propriétés physico-chimiques des aérosols générés par les cigarettes électroniques ainsi que leur impact bucco-dentaire et a constaté des similitudes avec les bonbons gélatineux à haute teneur en saccharose ou des boissons acides (tels que les sodas). Les données suggèrent que la combinaison de la viscosité des e-liquides et de certains arômes aux saveurs sucrées peut augmenter le risque de potentiel cariogène. Les adolescents et les jeunes adultes, cibles majeures des cigarettes électroniques, constituent une population particulièrement vulnérable aux caries dentaires en raison de leur régime alimentaire déjà riche en sucre. Ces faits plaident en faveur d'un besoin non négligeable de poursuivre les recherches et de réaliser des études cliniques sur les cigarettes électroniques afin de confirmer les données présentées ci-dessus et d'informer le consommateur (Kim et coll., 2018).

3. Conséquences bucco-dentaires d'une surconsommation en sucres

3.1. La maladie carieuse

3.1.1. Définition

Le terme carie est issu du latin *caries* qui signifie « pourriture ». La carie dentaire est définie comme étant une maladie infectieuse, transmissible et d'étiologies multifactorielles. Elle s'attaque aux tissus minéralisés de la dent (émail, cément et dentine) et entraîne leur dissolution en évoluant de manière centripète vers la pulpe dentaire en formant à terme une cavité carieuse (Ten Cat et Arends, 1982).

La surface dentaire est composée d'un biofilm appelé plaque dentaire dans lequel on retrouve des bactéries cariogènes. Lors de l'ingestion de glucides fermentescibles, ces bactéries utilisent le sucre et sécrètent des acides entraînant la déminéralisation des surfaces dentaires. Les bactéries considérées comme les plus cariogènes sont les streptocoques *Mutans mutans* et *sobrinus* et les *Lactobacillus*. Au cours du processus carieux, ces bactéries agissent sur trois plans. Elles sont acidogènes par leur fermentation lactique, acidophiles également car elles prolifèrent en milieu acide et elles permettent la polymérisation de polysaccharides à l'extérieur du corps bactérien (Fioretti et Haïkel, 2010).



Figure 31 : plaque dentaire adhérente à la surface dentaire
(source : Fioretti et Haïkel, 2010)

Le processus carieux débute par la formation de la plaque dentaire dont la première étape consiste en l'adhésion bactérienne à la surface dentaire par le biais de la pellicule exogène acquise (PEA). La PEA contient des glycoprotéines et des protéines salivaires liées aux cristaux d'hydroxyapatite de l'émail. Elle permet de protéger la surface dentaire des agressions chimiques et mécaniques. Néanmoins, ces protéines salivaires sont également reconnues par les adhésines bactériennes et permettent l'adhésion bactérienne à la PEA.

La deuxième étape est la co-agrégation bactérienne et est saccharose dépendante. En effet les premières bactéries (*streptococcus sanguis godonii*, *oralis et mitis*, *actinomyces viscosus*) liées à la PEA vont permettre la co-agrégation en utilisant le saccharose comme substrat pour polymériser des chaînes de polysaccharides extra bactériens qui serviront de sites de liaison aux nouvelles bactéries. Ces polysaccharides sont virulents par leurs sites de liaison aux bactéries mais également car ils constituent un gel isolant la surface dentaire du système tampon salivaire et créant un environnement d'anaérobiose propice au métabolisme des bactéries cariogènes. De plus, ils permettent la mise en commun des réserves énergétiques en cas de pénuries des apports glucidiques (entre les repas) (Fioretti et Haïkel, 2010).

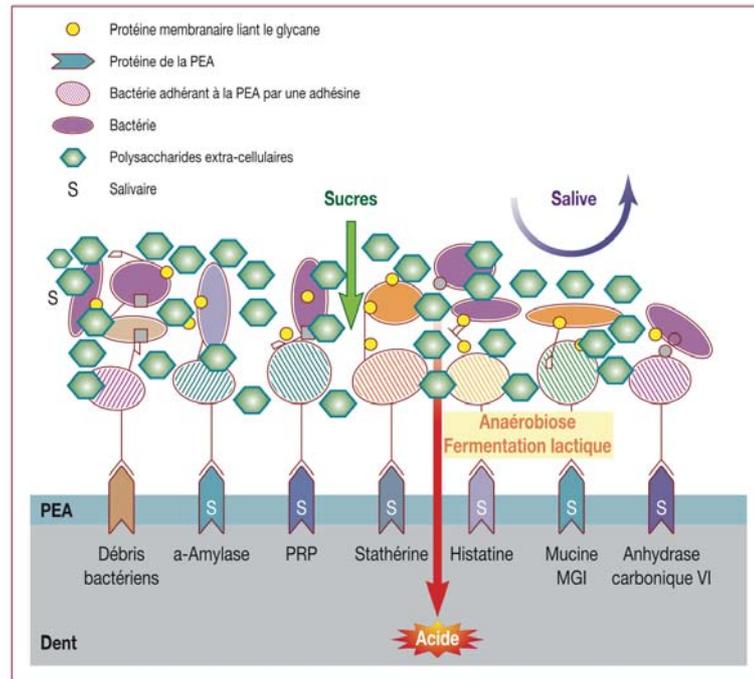


Figure 32 : formation du biofilm bactérien cariogène ; coagrégation à la surface dentaire, synthèse de polysaccharides extracellulaires et fermentation lactique (source : Fioretti et Haïkel, 2010)

Environ 10% du saccharose disponible au contact du biofilm va être utilisé pour la synthèse des polysaccharides extra-bactériens. Les bactéries vont sécréter des transférases qui vont cliver le saccharose et se lier soit à un monomère de glucose (glucosyltransférase : GTFs) soit à un monomère de fructose (fructosyltransférase : FTSs). Elles le transportent sur une chaîne polysaccharidique soluble (levane ou dextrane) ou insoluble (mutane).

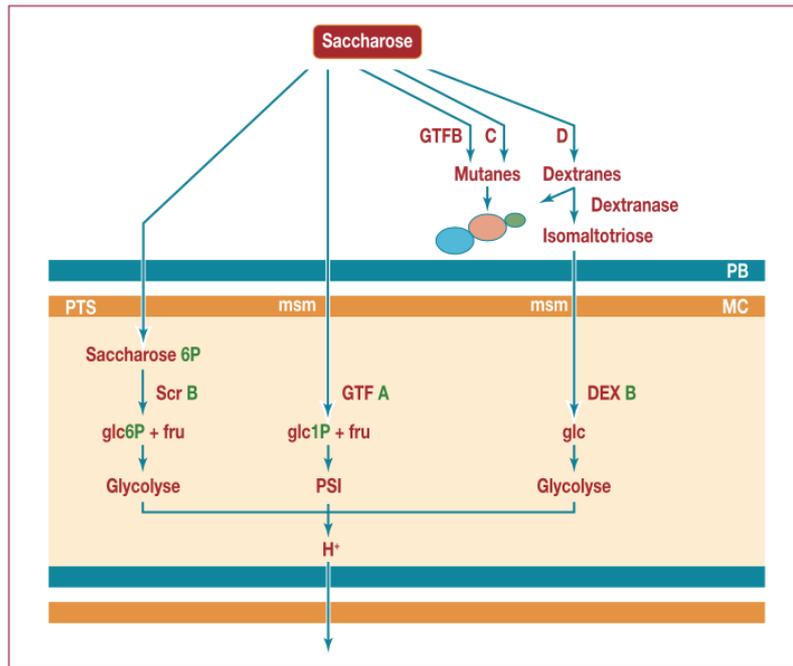


Figure 33 : métabolisme du saccharose par *Streptococcus mutans* (source : Fioretti et Haïkel, 2010)

GTF : glucosyltransférase, **PB** : paroi bactérienne, **MC** : membrane cytoplasmique, **PTS** : système de transport des sucres phosphotransférase-dépendants, **mmsM** : système de transport des sucres dépendant de l'opéron mmsM, **Scr B** : saccharose-phosphorylase, **GTF A** : saccharosepolyphosphorylase, **Dex B** : dextrane-glucosidase, **PSI** : polymère de glucose intracellulaire, **glc** : glucose, **fru** : fructose.

En cas de carences en glucides, le saccharose ne participe plus à la synthèse de polysaccharides. Il est clivé par l' α -glucosidase pour donner rapidement du fructose et du glucose et les chaînes de polysaccharides vont être catalysées par des glucanases afin de libérer, elles aussi, des oses. Les monomères sont acheminés à l'intérieur des bactéries afin de subvenir à leur besoin énergétique selon deux modes de transport qui dépendent de la quantité de sucre présente. Le transport est dit passif lorsque la quantité en glucide est faible, l'ose est phosphorylé par glycolyse du phospho-enol pyruvate et transporté à l'intérieur du corps bactérien. Lorsque l'environnement est riche en sucres (après un repas), le système de transport passif est inactif au profit du système de transport actif qui est acidogène. La bactérie produit de l'acide lactique grâce à une pompe à protons ATP-dépendante qui permet le cotransport d'un monomère et d'un proton.

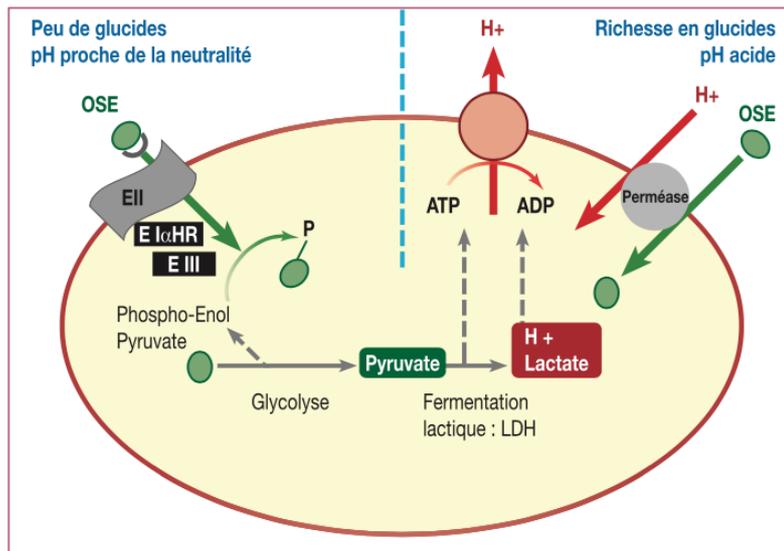


Figure 34 : systèmes de transport des sucres dans le corps bactérien en fonction des concentrations de sucres disponibles (source : Fioretti et Haïkel, 2010)

La quantité de glucides fermentescibles va conditionner la voie métabolique bactérienne et les acides produits. En effet, si l'environnement est faible en glucides, les acides sécrétés par les bactéries vont être peu déminéralisant, il s'agit des acides acétique, propionique ou encore formique. En revanche, si la quantité est importante, la fermentation lactique dominera avec la libération d'acide lactique qui est fortement déminéralisant (Fioretti et Haïkel, 2010).

Cela explique le rôle primordial de l'alimentation sur la cariogénicité de la plaque dentaire avec une flore évolutive pouvant devenir plus ou moins cariogène en fonction des apports en sucres fermentescibles.

En 1960, Keyes introduit trois facteurs fondamentaux à prendre en compte dans le développement du processus carieux : l'hôte (caractéristiques propres à chaque individu), la flore bactérienne buccale (proportion de bactéries cariogènes) et le substrat (aliments consommés). En 1980, Newbrun réalise le diagramme modifié de Keyes en introduisant un nouveau facteur fondamental : le facteur temps, c'est-à-dire le temps de contact entre le substrat et la flore bactérienne (Amory, 2014).

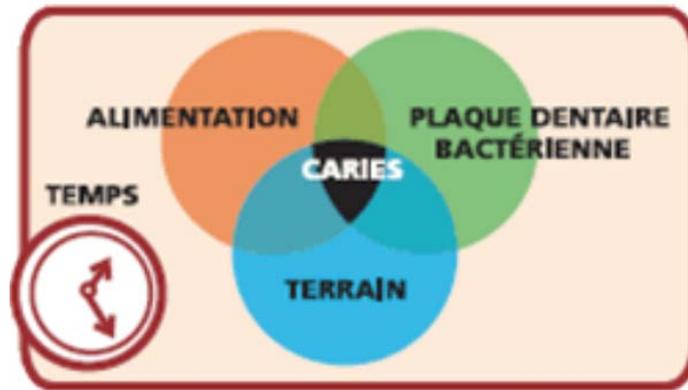


Figure 35 : diagramme modifié de Keyes (source : Amory, 2014)

3.1.2. Le risque carieux individuel et ses multiples facteurs

Keyes et Newbrun ont mis en avant l'importance des quatre facteurs fondamentaux dans le développement de la maladie carieuse. Aujourd'hui, l'évaluation du risque carieux à l'échelle individuelle (RCI) regroupe des facteurs supplémentaires.

En France, le RCI est évalué de façon dichotomique : « faible » ou « élevé », dans d'autres pays le risque peut être également « modéré ». Cependant il n'y a pas de consensus concernant l'évaluation du risque carieux individuel, plusieurs systèmes d'analyses existent mais les informations recherchées restent similaires.

- **Les facteurs prédictifs** : ce sont des éléments fortement liés à l'apparition de nouvelles lésions carieuses mais ils ne sont pas directement pathologiques, comme le niveau d'éducation ou le niveau socioéconomique des parents.
- **Les facteurs pathologiques** : ils agissent directement sur l'apparition ou l'évolution de la maladie comme l'absence ou l'inefficacité du brossage dentaire, des grignotages riches en sucres ou encore des biberons nocturnes.
- **Les facteurs protecteurs** : ils sont non négligeables en termes de prévention primaire et secondaire comme le dentifrice fluoré ou un suivi régulier chez le dentiste (Muller-Bolla et Doméjean, 2018).

	Enfants jusqu'à 6 ans	Enfants de plus de 6 ans et adultes
<i>Facteurs prédictifs</i>		
Niveau d'éducation des parents	x	
Faible niveau d'éducation		x
Situation immigrée	x	x
Situation monoparentale	x	
Faible niveau socioéconomique		x
Mauvais état de santé bucco-dentaire des parents et de la fratrie ainsi que des personnes s'occupant régulièrement de l'enfant	x	
Expérience carieuse (lésions carieuses, restaurations dentaires récentes)	x	x
Petit poids à la naissance	x	
Maladies systémiques/handicaps	x	x
<i>Facteurs pathologiques</i>		
Biberons nocturnes ou durant la sieste contenant autre chose que de l'eau	x	
Endormissement pendant allaitement prolongé après éruption des incisives	x	
Boissons sucrées (en particulier sodas) en dehors des repas	x	x
Bonbons/grignotages à haute teneur en sucres pluriquotidiens	x	x
Présence de plaque dentaire/biofilm visible à l'œil nu	x	x
Brossage biquotidien absent ou inefficace, car réalisé par enfant	x	
Brossage biquotidien absent ou inefficace		x
Brossage au minimum biquotidien (pendant 2 minutes à chaque fois)	Fait par les parents	x
Taux salivaire élevé de <i>streptocoques</i> mutans et de <i>lactobacilles</i>	x	x
Flux salivaire diminué (maladie, médicaments...)	x	x
Puits et sillons anfractueux	x	x
Exposition radiculaire		x
Consommation de drogues		x
Consommation excessive d'alcool		x
Irradiation de la tête et du cou		x
<i>Facteurs protecteurs</i>		
Dentifrice fluoré, (dosage adapté à l'âge)	x	x
Suivi régulier par un chirurgien-dentiste	x	x
Consommation quotidienne d'eau fluorée	x	x

Figure 34 : facteurs utilisés en général dans les systèmes d'évaluation du RCI
(source : Muller-Bolla et Doméjean, 2018)

Une prise en charge thérapeutique correcte se doit de tenir compte de l'ensemble de ces facteurs afin d'évaluer au mieux les besoins du patient et de réaliser un plan de traitement efficace.

3.2. Prévalence de la carie

3.2.1. Prévalence au cours des dernières années

Selon une étude menée en 2017 sur la charge mondiale de morbidité, les affections bucco-dentaires toucheraient 3,5 milliards de personnes dans le monde, la carie des dents permanentes étant la plus fréquente, on estime à 2,3 milliards le nombre de personnes qui en sont atteintes et environ 530 millions d'enfants atteints de caries des dents temporaires (Global Burden of disease, 2017).

- Outils de mesure

La majeure partie des études épidémiologiques sont réalisées à l'aide de l'indice CAO (DMFT en anglais) qui mesure le nombre de dents cariées, absentes et obturées, en d'autres termes la prévalence de la carie à 16 ans correspondra au pourcentage de personnes avec un CAO différent de 0. Or, dans les dogmes de la dentisterie *à minima*, dentisterie moderne et actuelle, la valeur du C pose un problème car seules les lésions cavitaires sont comptabilisées alors que le principe, aujourd'hui, est de pouvoir les diagnostiquer le plus précocement possible dès les premières variations de teinte de l'émail. Un autre indicateur plus récent répond à cette attente, il s'agit de l'indicateur ICDAS (*International Caries Detection and Assessment System*). En effet cette classification comptabilise également les lésions amélaire non cavitaires et donc réversibles (Muller-Bolla, 2015).

- Les chiffres en France

Les données épidémiologiques à l'échelle nationale en France sur l'état de santé bucco-dentaire ne sont pas récentes. En effet, la dernière étude nationale fut confiée par le ministère de la santé et des solidarités à l'Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire (UFSBD) et réalisée en 2006. Il s'agit d'une association créée par des chirurgiens-dentistes en 1966 dans un intérêt de santé publique. Elle devient un centre collaborateur de l'OMS en 1998.

Lors de cette étude en 2006, la prévalence de la carie chez les enfants âgés de 12 ans était de 44% avec un CAO qui diminue et passe de 4,2 en 1987 à 1,23 (www.ufsbd.fr).

	1987	1998	2006
Indice CAO à 12 ans	4,2	1,94	1,23
Enf. de 12 ans indemnes de carie	12%	40%	56%

Figure 35 : évolution de l'indice CAO des Français de 1987 à 2006

(source : <https://agirsd.fr>)

Avec un CAO à 1,23, la France se trouve dans une situation plutôt moyenne en Europe si elle est comparée aux pays de l'Europe de l'Est avec un CAO supérieur à 3 et aux pays de l'Europe du Nord avec un CAO inférieur à 1 (ASD, 2018).

Nous pouvons ajouter que malgré ces résultats plutôt encourageants, plusieurs éléments entrent en compte.

- Selon une revue systématique de la littérature réalisée en 2015 incluant plus de 200 études épidémiologiques dans plus de 70 pays différents entre 1990 et 2010, on note que le fardeau des caries non traitées se déplace des enfants aux adultes avec trois pics de prévalence à 6, 25 et 70 ans. Ils réalisent également des projections d'après leurs données et mettent en garde les décideurs politiques en raison de la longévité de la population qui augmente avec les années, entraînant une baisse de la prévalence de la chute dentaire et donc une hausse de la prévalence des lésions carieuses. (Kassebaum & coll, 2015).
- Depuis 2006, d'autres études épidémiologiques ont été menées mais à l'échelle régionale et montrent une stagnation voire une dégradation de l'indice CAO : 1,4 en 2009 dans l'Hérault et 1,6 dans la région Grand Est en 2008 (Muller-Bolla, 2015).
- Ces dernières années la prévalence du surpoids et de l'obésité chez les jeunes individus augmente. Or plusieurs facteurs de risques sont similaires à ceux de la maladie carieuse tel que le grignotage ou la surconsommation de sucre ajouté (UFSBD, 2016).
- D'après les principes de la dentisterie moderne, l'indice CAOD qui est majoritairement utilisé lors des enquêtes épidémiologiques pose un problème dans la mesure où le C ne prend en compte que les lésions cavitaires et ne comptabilise pas les lésions non cavitaires comme dans l'indicateur ICDAS. On peut donc imaginer qu'il y a une sous-estimation

des individus atteint de lésions carieuses. Dans les Alpes-Maritimes par exemple, l'indice ICDAS fait passer de 67% à 39% le pourcentage d'enfants âgés de 6 ans indemnes de caries dentaires (Muller-Bolla, 2015).

La situation bucco-dentaire des Français à l'heure actuelle ne peut être évaluée de façon fiable étant donné l'absence de données plus récentes. Auparavant des enquêtes nationales épidémiologiques étaient réalisées par l'UFSBD de façon régulière, la première datant de 1987 puis en 1990, 1993, 1998 et la dernière en 2006. Ces enquêtes restent primordiales et permettent l'évaluation de la santé bucco-dentaire des Français mais également d'adapter les programmes de santé publique mis en place et de surveiller leur impact sur la population à risque comme nous pouvons l'observer sur le graphique ci-dessous (Muller-Bolla, 2015).

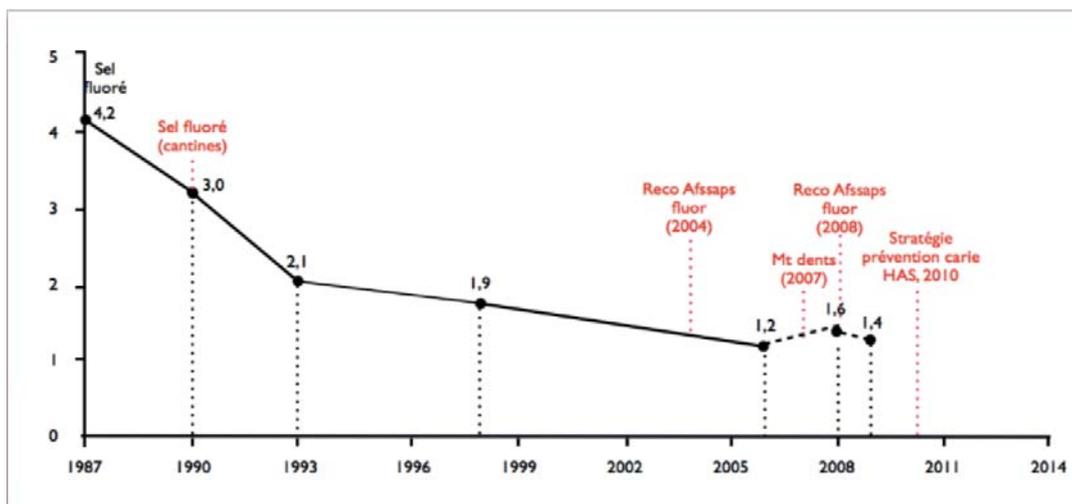


Figure 36 : variation du CAOD en France chez les enfants de 12 ans depuis la première enquête épidémiologique nationale réalisée en 1987 (source : Muller-Bolla, 2015)

- Les chiffres dans le Monde

La première carte mondiale représentant l'indice CAOD dans le Monde chez les enfants âgés de 12 ans fut réalisée en 1969 par l'OMS. Une base de données a été mise en place et un nombre important d'études épidémiologiques furent réalisées

permettant d'estimer la prévalence de la carie dentaire à travers les différents pays du monde. La dernière cartographie fut réalisée en 2000, l'OMS disposait à l'époque des données de 184 pays différents dont 68 % disposait d'un CAOD inférieur à 3 (Petersen, 2003).

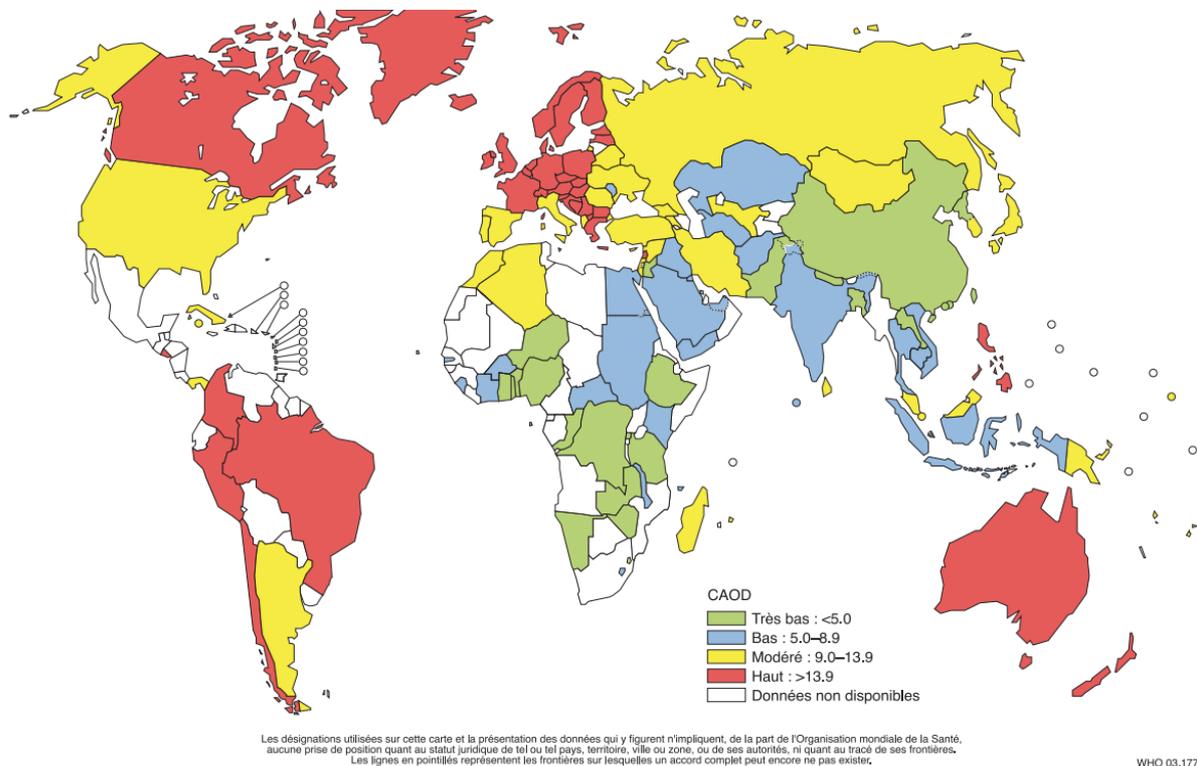


Figure 37 : CAOD dans le monde chez les adultes de 35 à 44 ans, 2000
(source : Petersen, 2003)

On constate des variations différentes de l'indice CAOD, notamment entre les enfants de 12 ans et les adultes ainsi que pour les pays développés et en voie de développement. En effet, cette époque est marquée par l'industrialisation et le développement de nouveaux pays émergents avec une croissance des conditions de vie. Ces changements socio-économiques apportent aux populations des facilités d'accès aux aliments industriels engendrant une augmentation de la consommation en sucre et de ce fait une augmentation de l'incidence de la carie dentaire. La baisse du CAOD dans les pays développés, en France notamment, s'explique par les mesures sanitaires de santé publique mises en place en lien avec les modifications

d'habitudes d'hygiènes bucco-dentaire, alimentaire et de mode de vie (Petersen, 2003).

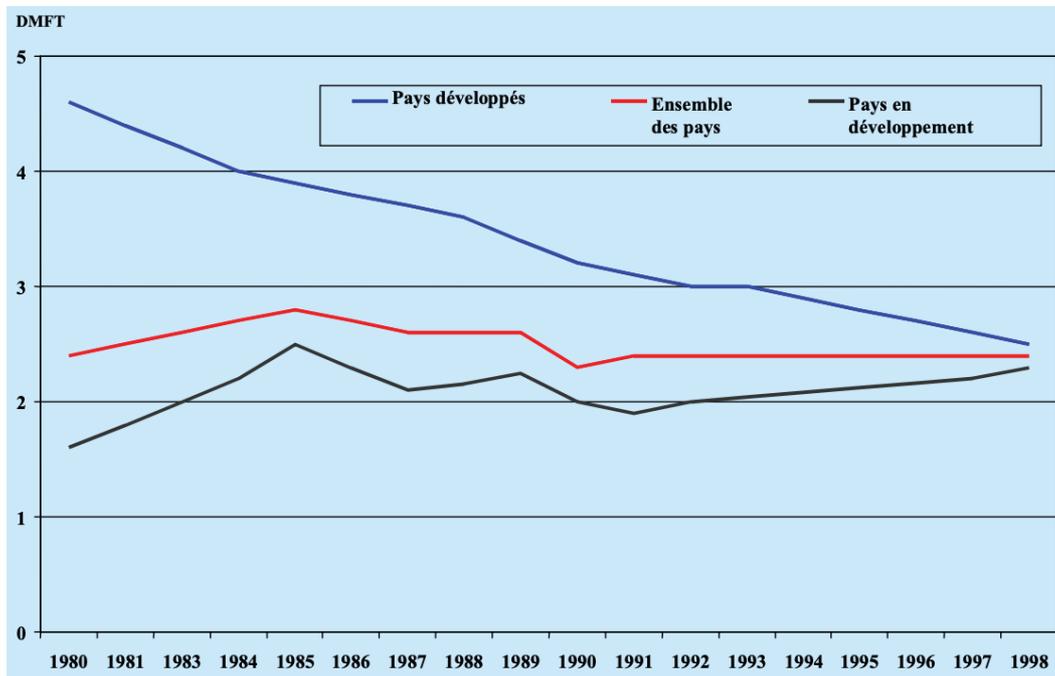


Figure 38 : variation du CAOD chez les enfants âgés de 12 ans dans les pays développés et en voie de développement (source : Petersen, 2003)

Concernant les enfants de 6 ans, de nouvelles données ont permis de mettre à jour leur situation au niveau mondial grâce à l'OMS pour le programme et la recherche en santé bucco-dentaire communautaire à Copenhague. On peut observer sur la cartographie ci-dessous (figure 39) qu'un nombre important d'enfants sont atteints par la carie dentaire dans le monde. En France, le pourcentage d'enfants touchés par la carie de la petite enfance se situe entre 35% et 69% ; une situation que l'on pourrait qualifier de moyenne en comparaison avec les pays les plus touchés (plus de 70% des enfants atteints par la carie dentaire) comme la Russie ou le Mexique et les pays les moins touchés (moins de 35%) comme la Finlande ou l'Australie (OMS, 2021).

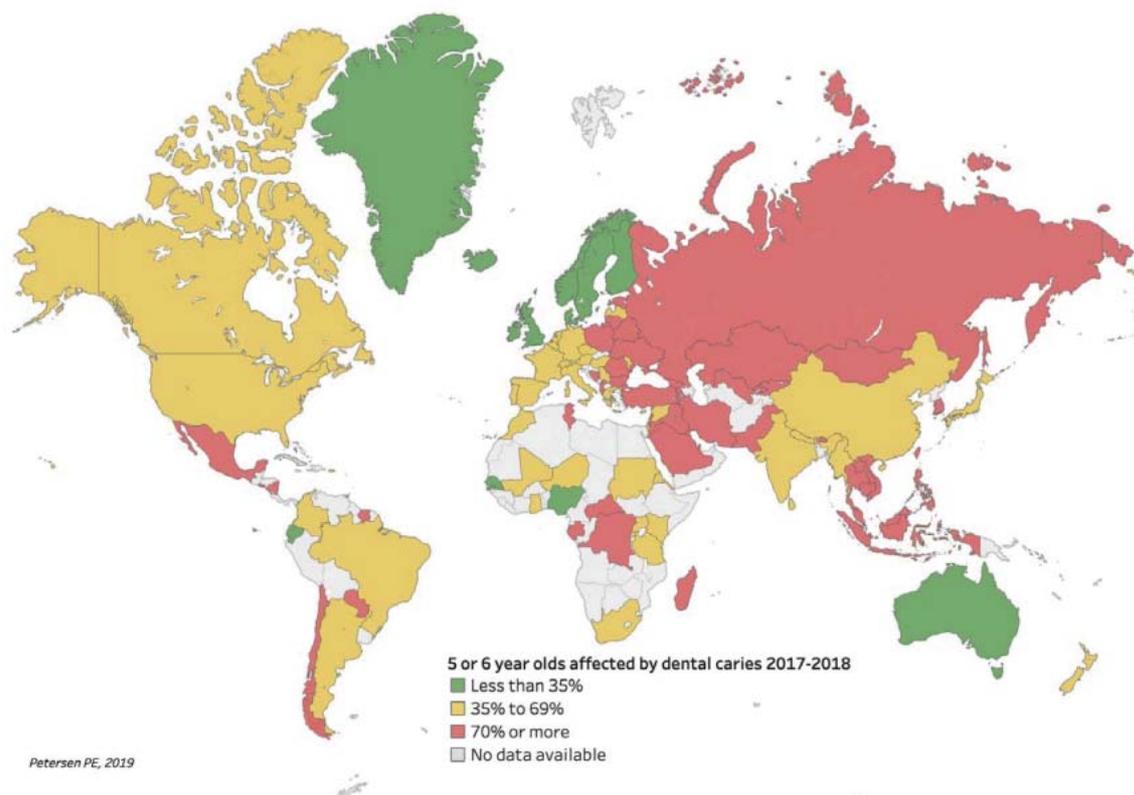


Figure 39 : pourcentage d'enfants de 5 et 6 ans atteints de carie dentaire dans le monde entre 2017 et 2018 (source : OMS, 2021)

- Quelques chiffres sur le recours aux soins dentaires en France

Depuis 1992, l'INPES élabore des Baromètres santé. Il s'agit d'enquêtes téléphoniques périodiques menées auprès de la population et concernant différents domaines de la santé publique. En 2014, le Baromètre santé, élaboré avec l'aide de l'UFSBD, disposait d'un module concernant la santé bucco-dentaire chez les adultes de 15 à 75 ans. Les questions portaient notamment sur la fréquence de renoncements aux soins pour cause financière, la date et le motif de la dernière visite effectuée chez le dentiste, les habitudes d'hygiène dentaire, le recours à la visite annuelle (déjà évaluée lors du Baromètre santé 2010). Le sous échantillon interrogé pour ce module représentait 5294 personnes. Plusieurs indicateurs ont été pris en compte lors de cette enquête : sociodémographiques (âge, sexe, diplômes, profession), socioéconomiques (revenus, visualisation de son aisance financière, situation familiale du foyer) ainsi que l'état de santé général de la personne (maladies chroniques éventuelles, tabagisme, consommation d'alcool). Il en résulte que 71,1 % des Français ont réalisé un brossage

dentaire biquotidien, 15,5% n'auraient pas réalisé les soins prodigués pour des raisons financières et 63,7% de la population a consulté un chirurgien-dentiste au cours des 12 derniers mois contre 56,2% en 2010 (Ménard et al, 2016).

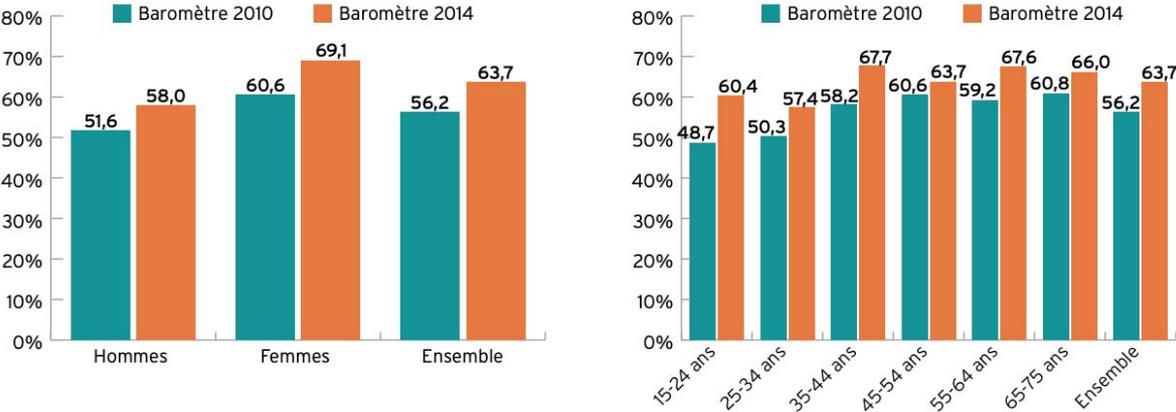


Figure 40 : consultation annuelle d'un chirurgien- dentiste chez les 15-75 ans au cours des 12 derniers mois et comparaison des données avec le Baromètre 2010 (source : Ménard et coll., 2016)

Concernant les raisons de la dernière visite chez le dentiste, plus de la moitié des Français l'ont consulté pour un détartrage ou un examen de contrôle. On remarque néanmoins qu'avec l'âge, le motif de la visite évolue en faveur d'un problème dentaire (gêne, douleur) (Ménard et coll., 2016).

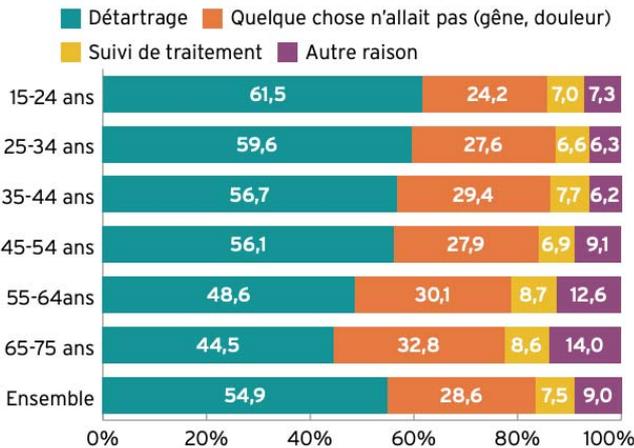


Figure 41 : motif de la dernière visite chez le dentiste en fonction de l'âge (en %) (source : Ménard et coll., 2016)

Les personnes les plus fragilisées socialement restent les plus touchées par les problèmes dentaires et des inégalités démographiques persistent en raison du manque de professionnels dans certaines régions en particulier le nord de la France. Des marges de progression existent, en particulier chez les patients plus à risques de développer des problèmes bucco-dentaire comme les fumeurs, les personnes âgées, les personnes atteintes de maladies chroniques ainsi que les consommateurs d'alcool.

Le Baromètre santé 2014 met en lumière un renoncement aux soins dentaires en particulier pour les personnes en difficultés sociales économiques et culturelles, les personnes atteintes d'autres pathologies chroniques ou encore nécessitant une prise en charge bucco-dentaire importante (Ménard et coll, 2016).

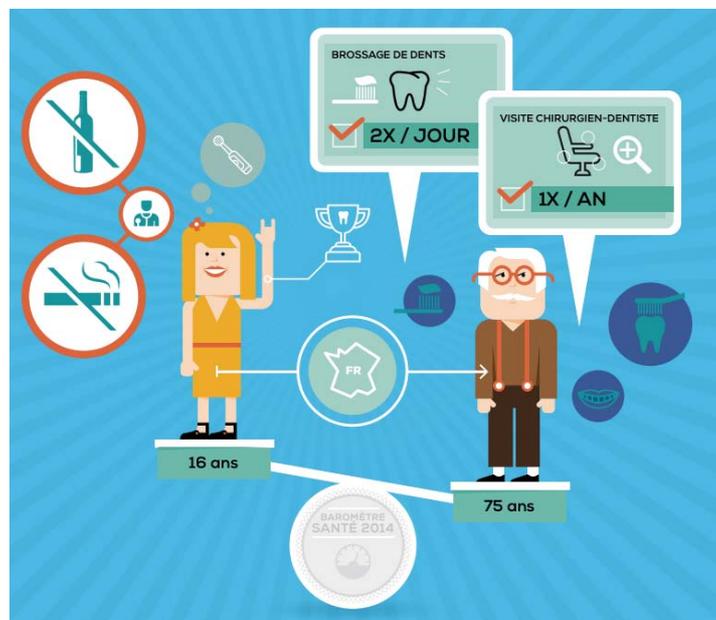


Figure 42 : illustration du Baromètre santé 2014 (source : www.INPES.fr)

L'absence de données plus récentes ne permet pas d'évaluer cette marge de progression.

3.2.2. Comparaison de l'évolution de la consommation en sucre et de la prévalence de la maladie carieuse au cours des dernières années.

Concernant la consommation de sucres libres en France, nous savons selon l'enquête menée par santé publique France en 2014 qu'elle a augmenté entre 2006 et 2015 que ce soit chez les adultes ou chez les enfants. Une augmentation de consommation qui ne concerne pas seulement les boissons sucrées ou les confiseries mais également une augmentation de consommation des plats préparés et déjà cuisinés pouvant contenir des sucres « cachés ».

La prévalence de la carie dentaire en France avait, quant à elle, tendance à diminuer au vu des dernières études épidémiologiques avec un CAOD moyen de 1,23 en 2006. Cependant la dernière étude nationale fut réalisée en 2006 par l'UFSBD et ne peut donc pas refléter l'état de santé buccodentaire actuel des Français. De plus, des disparités géographiques et socio-économiques existent. Des enquêtes régionales montrent une stagnation voire une régression de l'indice CAOD dans certaines régions où l'on passe à 1,6 en 2008 dans la région Grand Est ou 1,4 en 2009 dans le département de l'Hérault (Muller-Bolla, 2015).

Comparer l'évolution de la consommation de sucre en France avec la prévalence de la maladie carieuse, n'est pas chose aisée en raison de l'absence de données actuelles. Ainsi, il serait intéressant de mettre à jour ces données en réalisant une nouvelle étude nationale.

4. Moyens de prévention de la surconsommation de sucres

4.1. D'un point de vue alimentaire : modérateurs et substituts

4.1.1. Sucres de substitutions : les édulcorants

Les édulcorants font partie des additifs alimentaires et désignent une substance qui diffère du sucre, naturelle ou de synthèse, ajoutée aux denrées alimentaires et retrouvée en grande partie dans les produits minceurs, allégés ou sans sucres ajoutés. L'avantage des édulcorants est leur capacité à apporter ce même goût sucré que le saccharose sans les calories ou avec une valeur énergétique beaucoup plus faible.

On distingue deux groupes d'édulcorants en fonction de leur pouvoir sucrant :

- **Les édulcorants de masse ou de charge ou polyols** : leur pouvoir sucrant est inférieur ou égal à celui du saccharose. Ils sont utilisés principalement dans les confiseries sans sucres. Étant considérés sans danger, ils n'ont pas de dose journalière admissible (DJA). Cependant on notera qu'une forte consommation peut entraîner des effets laxatifs.
- **Les édulcorants intenses** : Ils peuvent être d'origine naturelle ou de synthèse et ont un fort pouvoir sucrant. Ceux autorisés dans l'UE possèdent tous une DJA hormis la thaumatine.

Le pouvoir sucrant est évalué en comparaison avec une solution de saccharose de référence à 30 g/L à 20 °C avec un pouvoir sucrant égal à 1 (Périot, 2014).

	Édulcorants	Pouvoir sucrant (par rapport au saccharose)
ÉDULCORANTS INTENSES	Saccharose	1
	Aspartame (E951)	150-200
	Acésulfame K (E950)	150-200
	Cyclamates (E952)	30-50
	Saccharine (E954)	300-400
	Sucralose (E955)	400-600
	Néotame (E961)	7 000-13 000
	Sel d'aspartame-acésulfame (E962)	350
	Thaumatine (E957)	2500
	Néohespéridine DC (E959)	1 000-1 800
	Glycosides de stéviols ((E960)	200-300
ÉDULCORANTS DE CHARGE OU POLYOLS	Sorbitol (E420)	0,5-0,6
	Mannitol (E421)	0,5-0,6
	Isomalt (E953)	0,5-0,6
	Maltitol (E965)	0,8-0,9
	Lactitol (E966)	0,3-0,4
	Xylitol (E967)	0,9-1
	Érythritol (E968)	0,6-0,8

Figure 43 : classifications des édulcorants selon leur pouvoir sucrant
(source : Périot, 2014)

Les principaux avantages des substituts du saccharose dans les aliments et les boissons résident dans leur contribution au contrôle du poids de l'organisme, du diabète et dans la promotion de la santé bucco-dentaire. Selon les édulcorants envisagés, ces objectifs revêtent différents degrés d'importance. Les deux exigences importantes des substituts de saccharose sont qu'ils ne nuisent pas à la santé et au bien-être de l'individu et qu'ils soient nutritionnellement appropriés pour l'aliment et la boisson concerné.

Au départ, les polyols ont d'abord été introduits pour être utilisés dans les produits spécialisés pour les personnes diabétiques. Aujourd'hui, ils sont utilisés dans une gamme beaucoup plus large de produits sans sucre comme les chewing-gums, le chocolat, les bonbons et les biscuits. Les principaux substituts du saccharose dans

l'industrie sont le xylitol, le sorbitol, le mannitol, le maltitol et le lactitol (Moynihan, 1998).

Les édulcorants intenses ont été utilisés dans les boissons et les sucreries. Ces substituts doivent être non toxiques, non cancérigène, et les effets indésirables sur le tube digestif doivent être limités (Matsukubo et Takazoe, 2006).

L'utilisation d'édulcorants dans les sucreries a contribué en partie à la baisse de la prévalence des caries dentaires dans les pays industrialisés. Ils disposent de plusieurs propriétés carioprotectrices, comme :

- l'inhibition de la synthèse des glucanes insolubles à partir du saccharose par streptocoques mutans,
- la diminution du nombre de streptocoques mutans dans la salive et la plaque dentaire,
- l'augmentation du pouvoir tampon de la salive,
- l'interférence avec la déminéralisation de l'émail et une augmentation de la reminéralisation de l'émail.

Plusieurs édulcorants non cariogènes ont été étudiés dans la littérature scientifique. Concernant les édulcorants de masse on retrouve principalement le **xylitol** et le **sorbitol** (Hayes, 2001). On note également l'existence d'un effet synergique entre le xylitol et l'**érythritol** dans l'inhibition de la croissance de SM (Kõljalg et coll., 2020).

Pour les édulcorants intenses non cariogènes, on retrouve **l'acésulfame-K**, **l'aspartame**, **la saccharine**, **le sucralose** et **la stévia** (Zhu et coll., 2021 ; Ma et Blanksma, 2015).

Au Japon des étiquettes telles que "Ces sucreries ne causent pas de caries dentaires » et « Ces sucreries favorisent la reminéralisation de l'émail dentaire » existent sur certains produits alimentaires, notamment les confiseries. Ces étiquettes peuvent jouer un rôle important dans la prévention bucco-dentaire des consommateurs (Matsukubo et Takazoe, 2006).

En 2018, le *British Dental Journal* publia un article sur une sucrerie qui serait « bonne pour les dents ». Cela se déroule aux Etats-Unis, en 2014, où les premières sucettes sans sucres apparaissent. En effet, les « Zollipops » ont été créés grâce à Alina Morse, une jeune fille de sept ans qui pour la petite anecdote, émit cette idée à son père car elle était agacée par les multiples refus de ses parents concernant la consommation de sucreries. Les sucettes sont fabriquées sans sucre, avec des édulcorants à base de plantes tels que le xylitol et l'érythritol. De nombreuses études concluantes sur les avantages dentaires des édulcorants naturels ont été réalisées et aujourd'hui, ils sont utilisés dans une gamme de bonbons pour enfants (British Dental Journal, 2018).



Figure 44 : sucettes Zollipops à base d'édulcorants (source : www.zollipops.com)

Dans la même idée naissent les sucettes « Lollitol » en France. Des confiseries également fabriquées sans sucre à base de xylitol avec la collaboration d'un dentiste partenaire et le soutien de l'UFSBD (www.lollitol.com).



Figure 45 : sucettes Lollitol à base de xylitol (source : www.lollitol.com)

Cependant des controverses existent quant aux effets secondaires des édulcorants de synthèse. Des recherches ont été menées récemment par des scientifiques de l'INSERM, de l'INRAE, de l'Université de Sorbonne Paris Nord et du Cnam au sein de l'EREN (équipe de recherche en épidémiologie nutritionnelle). L'équipe a procédé à l'analyse de données de plus de 100 000 adultes recueillis au sein de l'enquête NutriNet-Santé (étude de cohorte en ligne sur le site de l'INSERM depuis 2009). L'EREN observe une augmentation de maladies cardio-vasculaires et plus précisément cérébro-vasculaire concernant l'aspartame et l'acésulfame-K et un risque de maladie coronarienne pour le sucralose. L'EREN constate également un lien entre un potentiel risque de cancer et la consommation d'édulcorants de synthèse. D'autres études à grande échelle seront à réaliser afin de confirmer ces résultats (INSERM, 2022).

On retrouve également dans la littérature un lien entre la consommation d'édulcorants et la prise de poids par perturbation des mécanismes de régulation de l'appétit et le développement d'un attrait pour les aliments sucrés (Pepin et Imbeault, 2020).

Remplacer le sucre blanc traditionnel par des édulcorants reste un moyen plutôt efficace dans la lutte contre les caries. Cependant, les édulcorants et en particulier ceux de synthèse, sont à consommer avec parcimonie étant donné leurs effets secondaires et les polémiques les concernant. Il est nécessaire de lire les étiquettes des produits allégés ou sans sucre afin de connaître le type d'édulcorants présents et de gérer la quantité consommée.

4.1.2. Aliments naturels protecteurs et ordre d'ingestion des aliments

En dehors des édulcorants, il existe des aliments naturels disposant de propriétés cariostatiques tels que :

- **Les fibres**

Les aliments riches en fibres et non raffinés sont plus susceptibles de protéger les dents par la stimulation mécanique du flux salivaire qui suit leur consommation. La

salive aide non seulement à éliminer les débris alimentaires de la bouche mais son pH alcalin tamponne la plaque acide et favorise donc la reminéralisation de l'émail (Moynihan, 2000).

- **Le cacao**

L'étude Vipeholm est une étude menée dans un établissement psychiatrique en Suède dans les années 1950. Les patients ont été soumis à différents régimes alimentaires sucrés comme la consommation de saccharose, de pain sucré, de caramels et de chocolat. Le groupe recevant du chocolat a développé moins de caries que les autres. Les quantités de sucre et la fréquence de consommation étaient similaire pour les 4 groupes. Cela généra des interrogations selon lesquelles le chocolat serait carioprotecteur. En effet, les tanins présents dans le cacao sont cariostatiques et inhibe le développement de SM (Moynihan, 2000).

- **Le thé**

Des recherches se sont concentrées sur les possibles propriétés cariostatiques du thé. En effet, le thé contient du fluorure, des polyphénols et des flavonoïdes qui suppriment la croissance de streptococcus mutans et réduit sa capacité à synthétiser le glucane. Il a été rapporté que les composés polyphénoliques ont une large gamme d'activités biologiques, dont beaucoup sont liées à leur action antioxydante. L'analyse de la littérature soutient le rôle antibactérien des polyphénols sur les streptocoques cariogènes, suggérant un effet direct contre SM, une interaction avec les protéines membranaires microbiennes inhibant l'adhérence des cellules bactériennes à la surface de la dent ; et l'inhibition de la glucosyle transférase et de l'amylase. Cependant, d'autres études, notamment *in vivo* et *in situ*, sont nécessaires pour établir des preuves concluantes de l'efficacité et des applications cliniques de ces composés dans la prévention des caries dentaires (Ferrazzano et coll., 2011).

Le thé noir augmente également la concentration de fluorure de la plaque et réduit le potentiel acidogène du saccharose dans des conditions expérimentales *in vivo* (Moynihan, 2000).

- **Le jus de canneberge**

La baie de canneberge possède également une fraction enrichie en polyphénols de haut poids moléculaire qui inhibe la production d'acide, la fixation et la formation de biofilm de SM. En ce qui concerne les maladies parodontales, la même fraction de canneberge inhibe les réponses inflammatoires de l'hôte, la production et l'activité des enzymes qui provoquent la destruction de la matrice extracellulaire, la formation de biofilm et l'adhérence de *Porphyromonas gingivalis*, ainsi que les activités protéolytiques et la coagrégation des parodontopathogènes. Les effets énumérés ci-dessus suggèrent que les composants de la canneberge, en particulier ceux à haut poids moléculaire, pourraient servir de molécules bioactives pour la prévention et/ou le traitement des maladies bucco-dentaires (Bodet et coll., 2008).

- **Lait et fromage**

Le lait de vache contient près de 5 % de sucre, une valeur suffisamment élevée pour classer le lait comme cariogène, mais le sucre présent est majoritairement le lactose, qui est le sucre le moins cariogène ; de plus nous avons vu précédemment que sa cariogénicité était fortement corrélée à son temps d'exposition en bouche ou encore aux sucres ajoutés (sirops, poudre de cacao sucrée...). La plupart des propriétés cariostatiques du lait peuvent être attribuées à la présence de facteurs protecteurs tels que le calcium, le phosphate, la caséine et les lipides. Le calcium et le phosphate sont présents dans le lait de vache en concentration de (125 mg/100 ml et 96 mg/100 ml, respectivement) et sont absorbés efficacement sur les surfaces de l'émail réduisant sa déminéralisation.

Le fromage fait partie des aliments les plus carioprotecteurs. Tout d'abord, il est un puissant stimulant du flux salivaire, ce qui augmente le pH intra oral. Lorsque qu'il est consommé immédiatement après une collation sucrée, la baisse de pH habituellement observée après la consommation de sucre est presque nulle (Rugg-Gunn et al. 1975). De plus sa consommation seule ou au cours d'un repas, entraîne l'augmentation de la concentration de calcium de la plaque dentaire, ce qui prévient la déminéralisation et favorise la reminéralisation (Moynihan et al. 1999 ; Rugg-Gunn et al. 1975).

Comme nous l'avons vu précédemment la caséine est une phosphoprotéine du lait et du fromage qui fait partie des facteurs carioprotecteurs. En effet, les phosphopeptides

de caséine stabilisent le phosphate de calcium par formation de complexes caséine phosphopeptide–phosphate et de calcium phosphate (CPP–CP) à la surface dentaire ce qui crée des réservoirs en ions calcium et phosphate permettant de reminéraliser l'émail (Moynihan, 2000).

Food	Factor	Comments
Milk	Calcium, phosphate, casein	Milk is safe for teeth despite containing almost 5% sugar
Cheese	Calcium, phosphate, casein	Cheese contains protective factors and increases saliva flow Raw and cooked cheese is effective
Milk chocolate	Cocoa factor; casein, calcium phosphate	Protective factors unlikely to override the high sugar content
Unrefined plant foods	Inorganic phosphates, organic phosphates, phytate	Effective in animal studies Disappointing results from human trials Chewing stimulates saliva flow, which may explain protective nature
Apples	Polyphenols	Clinical trials of apples show conflicting results Animal studies show extracted apple polyphenols are effective
Tea	Polyphenols, fluoride	Evidence is based on animal and experimental studies No human trials, and effect of adding milk is unknown
Honey	Esters	Protective factors do not override high sugar content
Liquorice	Glycyrrhizinic acid	Causes dark staining and electrolyte imbalances
Molasses	Calcium	Effect of calcium content does not override sugar content

Figure 46 : aliments et/ou facteurs contenus dans les aliments carioprotecteurs
(source : Moynihan, 2000)

Dans la littérature, nous pouvons retrouver d'autres aliments dotés d'un potentiel anticariogène tels que l'huile d'olive, le réglisse, les protéines contenues dans les œufs ou la volaille, la propolis, le moringa ou encore les noix (Dallimonti, 2016).

Il serait ainsi intéressant de terminer son repas un aliment cariostatique comme le fromage, permettant de limiter la déminéralisation de l'émail dentaire après la consommation d'un aliment cariogène (Moynihan, 2000).

4.1.4. Particularité du miel

Le miel est un produit de la nature utilisé depuis l'antiquité pour ses propriétés gustatives mais également médicinales. En effet, selon la composition du nectar récolté par les abeilles dont est issu le miel, différents effets biologiques peuvent être répertoriés comme une action antibactérienne, anti-inflammatoire, antithrombotique, vasodilatatrice ou encore cicatrisante (Ahmadi-Motamayel et coll., 2013).

La propriété antibactérienne du miel a été reconnue pour la première fois en 1892 par Van Ketel. On a souvent supposé que cela était entièrement dû à l'effet osmotique de sa forte teneur en sucre. Le fait que les propriétés antibactériennes du miel augmentent lorsqu'il est dilué a été clairement observé et rapporté en 1919. L'explication de ce paradoxe apparent est venue de la découverte que le miel contient une enzyme qui produit du peroxyde d'hydrogène lorsqu'il est dilué. Cet agent était appelé « inhibine » avant son identification en tant que peroxyde d'hydrogène. La littérature scientifique montre que le miel aide à inhiber la croissance des bactéries de la plaque dentaire et de ce fait à réduire la quantité d'acide produite en particulier le dextrane (acide bactérien) (Ahmadi-Motamayel et coll., 2013).

Il a un effet inhibiteur sur environ 60 espèces de bactéries, y compris Grams aérobies et anaérobies. Une activité antifongique a également été observée sur certaines espèces de levure, aspergillus et dermatophytes communs (Ahmadi-Motamayel et coll., 2013).

Fatemah Ahmadi-Motamayel, professeur à l'université de médecine en Iran et ses collaborateurs réalisent une étude en 2013 sur l'effet antibactérien du miel sur les souches *Streptococcus Mutans* et *Lactobacillus*. Les concentrations suivantes de miel (miel naturel et non pasteurisé) ont été préparées dans une solution saline stérile : 5 %, 10 %, 20 %, 50 % et 100 % et leur activité antibactérienne a été évaluée en mesurant le diamètre des zones d'inhibition entourant les puits. Des plaques témoins ont été préparées sans miel ajouté. Tous les dosages ont été répétés 10 fois pour chaque concentration de miel.

Antibacterial Effect of Honey on Bacterial Growth

Honey Concentrations	S.M Sample Number	S.M Growth Number (Percent)	L.B Sample Number	L.B growth Number (Percent)
0%(Control)	10	10(100) ^a	10	10(100) ^a
5%	10	10(100) ^a	10	10(100) ^a
10%	10	10(100) ^a	10	10(100) ^a
20%	10	0(0) ^b	10	10(100) ^a
50%	10	0(0) ^b	10	10(100) ^a
100%	10	0(0) ^b	10	0(0) ^b

Figure 47 : effet antibactérien du miel sur les souches *Streptococcus mutans* et *Lactobacillus* (source : Ahmadi-Motamayel et coll, 2013)

Les résultats de cette étude montrent que le miel agit comme antibactérien sur les souches *Streptococcus mutans* et *Lactobacillus*. Cet effet augmente avec le niveau de concentration en miel des différentes solutions. On note également qu'il faut au minimum une concentration de 20% pour que l'effet antibactérien fonctionne sur *streptococcus mutans* et 100% pour *lactobacillus* (Ahmadi-Motamayel et coll., 2013).

Les facteurs antibactériens du miel sont principalement dus à la réaction d'oxydation enzymatique du glucose, à la pression osmotique élevée, à la faible activité de l'eau, au rapport carbone-azote élevé, au faible potentiel redox, aux composés phytochimiques, aux antioxydants, à l'effet d'hyperosmolarité, au pH acide, peroxyde d'hydrogène, le méthylglyoxal et divers composés protéiques, mais la principale activité antimicrobienne de la plupart des miels est due au **peroxyde d'hydrogène** (Beena et coll., 2018).

- À propos du miel de Manuka

De nombreuses variétés de miel sont produites partout dans le monde et les propriétés médicinales de chacune d'entre elles reflètent la source florale particulière originaire de cet endroit.

Le miel de Manuka ne peut être appelé comme tel que si au moins 70% du pollen qui le compose provient de l'arbre manuka (*Leptospermum scoparium*). Les aborigènes exploitent les bienfaits de ce miel depuis des siècles. Ils poussent à l'état sauvage dans la plupart des régions de la Nouvelle-Zélande. Environ 70% du miel de manuka est composé de sucres simples comme le glucose et le fructose et le reste est composé de glucides complexes (Beena et coll., 2018).

Plusieurs chercheurs ont étudié et démontré que le miel de Manuka disposait d'un pouvoir antibactérien plus significatif que les autres miels (Allen et coll., 1991 ; Willix et coll., 1992). Le professeur Peter Molan a analysé l'activité antibactérienne du miel de Manuka et a remarqué l'absence de peroxyde d'hydrogène (présent dans les autres miels), on parle alors d'activité antibactérienne « non peroxydique » et l'étiologie de ce mécanisme n'étant pas connu, le Pr Molan lui a attribué le nom d'UMF (*Unique major factor* autrement dit facteur antimicrobien spécifique). Plus tard en 2008, on découvre que le composant principal du miel de Manuka est le **méthylglyoxal** (MGO) qui est à l'origine de ses multiples propriétés antibactériennes, antifongiques et antiseptiques. Il s'agit d'un produit de dégradation non enzymatique du dihydroxyacétone (DHA), molécule présente dans le nectar des fleurs de Manuka. Les quantités de DHA sont variables selon le type d'arbre ; de ce fait, les quantités de MGO varient également, entre 38 et 1541 mg/kg. Nous pouvons ainsi classer les différents types de miel dans leur efficacité antibactérienne selon l'indice UMF ou encore MGO. Des études montrent qu'un miel avec un UMF supérieur à 15 aura une activité antibactérienne plus intéressante que pour un UMF inférieur à 15 (Yew, 2015 ; Schmidlin et coll., 2014).

Ainsi, le miel de Manuka n'est pas aussi cariogène que les autres sucres et possède des propriétés carioprotectrices. Cet effet reste dépendant de la concentration de miel utilisé et de son UMF. D'autres études restent nécessaires afin d'étayer ces observations (Beena et coll., 2018).

Le miel de Manuka semble présenter également des vertus pour le parodonte. En effet, une étude fut réalisée en 2008 afin d'analyser l'effet du miel de Manuka (avec une activité antibactérienne classée UMF 15) sur la plaque dentaire et les niveaux

cliniques de gingivite. Un « cuir de miel » à mâcher a été produit pour cet essai. Trente volontaires ont été répartis au hasard pour mâcher ou sucer soit le produit à base de miel de Manuka, soit du chewing-gum sans sucre, pendant 10 minutes, trois fois par jour, après chaque repas. Les scores de plaque et de saignement gingival ont été enregistrés avant et après la période d'essai de 21 jours. L'analyse des résultats a indiqué qu'il y avait des réductions statistiquement significatives des scores moyens de plaque (0,99 réduit à 0,65 ; $p = 0,001$) et du pourcentage de sites de saignement (48 % réduit à 17 % ; $p = 0,001$), dans le groupe miel de Manuka, sans changement significatif dans le groupe témoin. Ces résultats suggèrent qu'il pourrait y avoir un rôle thérapeutique potentiel pour la confiserie au miel de Manuka dans le traitement de la gingivite et des maladies parodontales (English et coll., 2004).

En conclusion, il serait intéressant de substituer le sucre blanc traditionnel dans l'alimentation par du miel naturel notamment le miel de Manuka.

4.2. D'un point de vue politique : programmes de prévention en santé publique

4.2.1. Rôle des pouvoirs publics

a) PNNS : Programme National Nutrition Santé

Le Programme National Nutrition Santé (PNNS) lancé en 2001 a pour objectif d'améliorer l'état de santé général des Français en agissant particulièrement sur la nutrition. À cette époque, une question se pose notamment sur la présence des distributeurs automatiques de boissons et de collations sucrées dans les écoles. En effet, leur présence favorise des comportements de grignotage auprès des enfants et des adolescents créant ainsi un facteur de risque pour des problèmes de santé bucco-dentaire, de surpoids, d'obésité ou encore de certaines maladies métaboliques comme le diabète de type 2. À la suite des recommandations issues du PNNS 1, le ministère de la Santé et des Solidarités rédige une loi en août 2004, effective depuis septembre 2005 interdisant la présence des distributeurs automatiques dans les établissements scolaires (ministère de la Santé et des Solidarités, 2005).

Le PNNS est connu du grand public sous le nom du site www.mangerbouger.fr mis en place lors du PNNS1. Il s'agit d'une plateforme permettant de mettre à disposition du grand public des informations validées sur la nutrition, l'obésité ou les pathologies liées à l'alimentation.

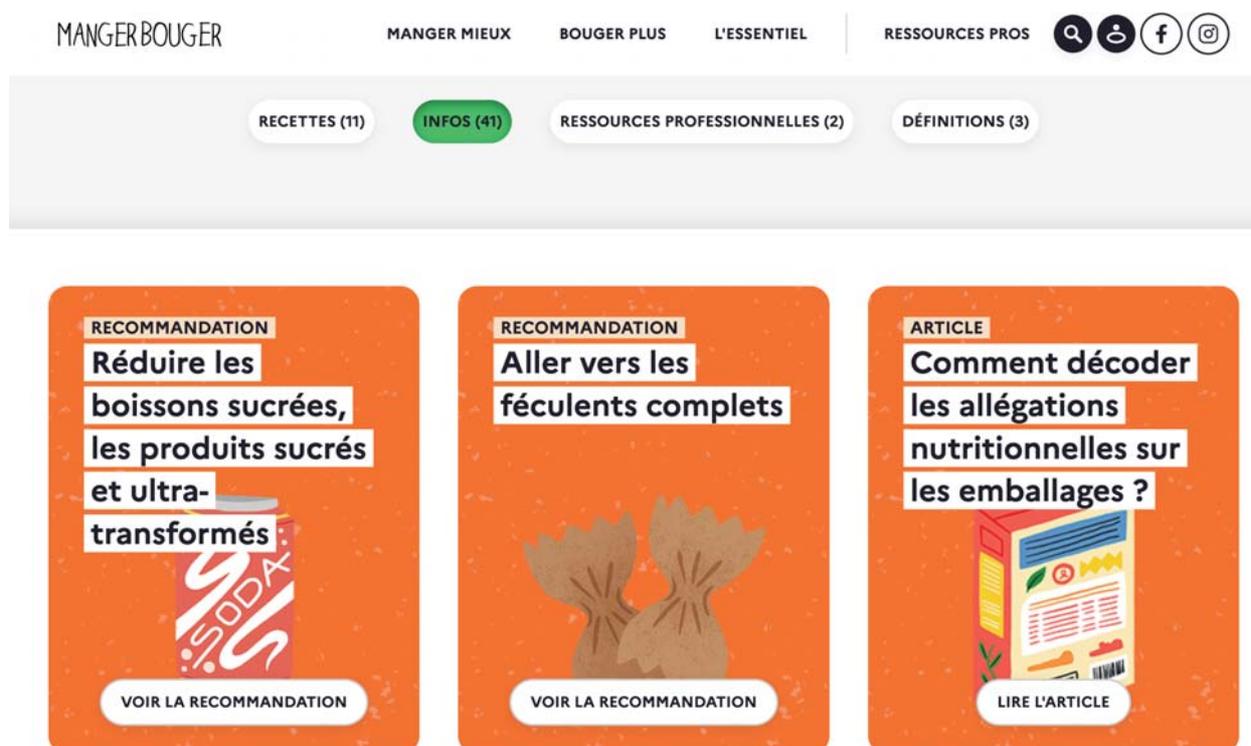


Figure 36 : exemples d'articles retrouvés sur le site (source : www.mangerbouger.fr)

Le PNNS est reconduit en 2006 avec le PNNS 2 puis le PNNS 3 en 2011 et le PNNS 4 en 2019. Depuis 2001, certains indicateurs se sont stabilisés voire légèrement améliorés comme pour la prévalence du surpoids et de l'obésité. Cependant, d'autres axes surveillés dans les PNNS n'ont pas évolués de façon favorable comme pour la prévalence du diabète de type 2 ou la consommation en sucre encore trop importante aujourd'hui. Le PNNS 4 (2019-2023) s'inscrit dans le plan national de santé publique mis en place par le gouvernement et intitulé « Priorité prévention : rester en bonne santé tout au long de sa vie. ». Il est principalement axé sur la promotion d'une nutrition adéquate et s'appuie notamment sur les études INCA et Esteban menées par l'ANSES et santé publique France. De plus, le PNNS 4 met l'accent sur les groupes défavorisés et à faible niveau d'éducation dans le but de réduire les inégalités sociales présentes

dans le domaine de l'alimentation (www.mangerbouger.fr). On y retrouve plusieurs objectifs comme :

- évaluer l'impact de la fiscalité sur les boissons sucrées
- augmenter les fibres et réduire les quantités de sel, de sucres et de gras dans les aliments consommés couramment avec un engagement des acteurs économiques dès 2020 et promouvoir le Nutri-Score en visant à le rendre obligatoire au niveau européen
- encourager l'amélioration des pratiques industrielles concernant les aliments transformés et ultra transformés
- poursuivre le développement du Nutri-Score en France
- adapter le Nutri-Score à la restauration collective et commerciale
- inciter les propriétaires des distributeurs automatiques des espaces publics à proposer des aliments et des boissons plus sains
- réduire la pression marketing
- protéger les enfants et les adolescents d'une exposition à la publicité pour des aliments et des boissons non recommandés
- améliorer l'accès à une alimentation favorable pour la santé pour les personnes en situation de précarité alimentaire
- renouveler les messages sanitaires sur la promotion des aliments
- mettre en place des outils pédagogiques de la maternelle au lycée pour l'éducation à l'alimentation comme la création d'un vadémécum, une boîte à outils éducative sur le portail « alimentation » du site internet Eduscol et le déploiement des classes du goût
- mettre en place des études de surveillance
- mutualiser les actions en nutrition
- s'assurer de la qualité et de la fiabilité des applications nutritionnelles orientant le consommateur dans ses choix alimentaires
- rendre accessible au consommateur les données de l'Observatoire de l'alimentation (Oqali) sur les compositions des différents aliments (PNNS, 2019).

b) L'Observatoire de la qualité de l'alimentation (Oqali)

Les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de la consommation mettent en place l'Oqali en 2008 lors du PNNS 2 en collaboration avec l'ANSES et l'INRAE. Cet outil rassemble et analyse des données nutritionnelles et socio-économiques sur les aliments. Il permet un suivi global de l'offre alimentaire des produits transformés en analysant l'évolution de leur qualité nutritionnelle par des études comparatives sur certaines catégories d'aliments comme les céréales pour le petit déjeuner, les gâteaux, la charcuterie, les plats surgelés, les compotes, les jus et nectars ou encore la panification croustillante ou moelleuse (Anses, 2012).

Par exemple, l'Oqali réalise une étude d'évolution pour les barres de céréales en comparant des données nutritionnelles de 2010 et 2016. Les barres de céréales étudiées représentent 79% du marché en volume de vente en 2010 et 82% en 2016. L'étude montre que la famille des barres de céréales aux fruits et au chocolat présente une teneur moyenne en sucre significativement plus basse en 2016 qu'en 2010, passant de 35,4 à 29,5 g/100g (Oqali, 2017).

L'Oqali réalise également un suivi du Nutri-Score en récoltant les données auprès des fabricants et des industriels du secteur de l'alimentation participant à cette nouvelle forme d'étiquetage (www.oqali.fr).

c) La mise en place du Nutriscore

Après une demande ministérielle des Solidarités et de la Santé, Santé publique France en collaboration avec le Pr Serge Hercberg (président du PNNS en 2017, épidémiologiste et nutritionniste), l'ANSES et le HCSP mettent en place un étiquetage nutritionnel que l'on retrouve aujourd'hui à l'avant des emballages des produits alimentaires : le Nutri Score. Il est utilisé pour la première fois en 2017 et a pour but de simplifier la compréhension des données nutritionnelles par les consommateurs et de guider leur choix vers des aliments considérés plus « sains » par le Nutri Score. Le logo se situe sur la face avant de l'emballage et indique la qualité nutritionnelle du produit en utilisant une échelle colorimétrique composée de 5 couleurs : du vert foncé

à l'orange foncé. Les couleurs sont associées à une note de A à E afin d'optimiser la compréhension par le consommateur (Santé publique France, 2022).



Figure 37 : échelle du Nutri Score (source : www.santepubliquefrance.fr)

La note est attribuée sur la base d'un score qui prend en compte pour 100g ou 100mL de produit, la proportion en nutriments ou aliments favorables (fibres, fruits, légumes, protéines...) et la proportion en nutriments à limiter (lipides, sel, sucres, énergie...). Certaines limites apparaissent avec ce système d'étiquetage. Les notes peuvent parfois porter à confusion comme avec les huiles végétales dont la note ne peut être supérieur à un C ou le fait que le Nutri Score ne prenne pas en compte le degré de transformation industrielle de l'aliment. Une brochure est disponible sur le site www.mangerbouger.fr pour une utilisation optimale du Nutri Score.

Comment bien utiliser le Nutri-Score ?

Vous pouvez utiliser le Nutri-Score pour :

- Comparer les produits au sein d'un même rayon ou d'une même catégorie.**
 Par exemple, au rayon céréales du petit-déjeuner, les scores varient entre A et E. Évitez plutôt celles avec un score D ou E.
- Comparer un même produit de différentes marques.**
 Par exemple, les plats de lasagnes à la bolognaise peuvent être notés A, B, C, ou même D selon les marques. Choisissez plutôt les mieux classés.
- Comparer des produits qui se consomment à la même occasion.**
 En entrée, en plat, en dessert, au petit-déjeuner, au goûter. Par exemple, pour le dessert, vous pouvez comparer une mousse au chocolat avec un yaourt au fruit ou une crème caramel.

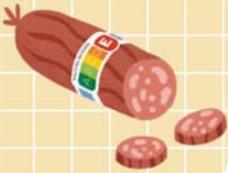




Faut-il consommer uniquement des produits Nutri-Score A et B ?

Au quotidien, ne cherchez pas à consommer que des produits Nutri-Score A et B !

Les aliments classés D et E peuvent tout à fait s'inscrire dans une alimentation équilibrée, à condition de les consommer en petite quantité et pas trop souvent.



BON À SAVOIR!

Pour vous aider à mieux manger en toute occasion, le Nutri-Score se développe aussi sur les plats proposés dans les menus des restaurants d'entreprises et dans la restauration rapide.

Un Nutri-Score C c'est bon ou mauvais ?

Le Nutri-Score permet de comparer la qualité nutritionnelle des produits au sein d'un même rayon ou qui se mangent à la même occasion.

Pour un yaourt, un Nutri-Score C n'est pas un très bon score, car il en existe beaucoup qui sont A ou B. Mais pour une huile, le Nutri-Score C est le meilleur score possible. Les huiles d'olive, de colza, de noix classées C sont les plus favorables d'un point de vue nutritionnel.



Un Nutri-Score C, ce n'est donc pas forcément bon ou mauvais : tout dépend du produit.

Figure 38 : instructions pour l'utilisation du Nutri Score
 (source : www.mangerbouger.fr)

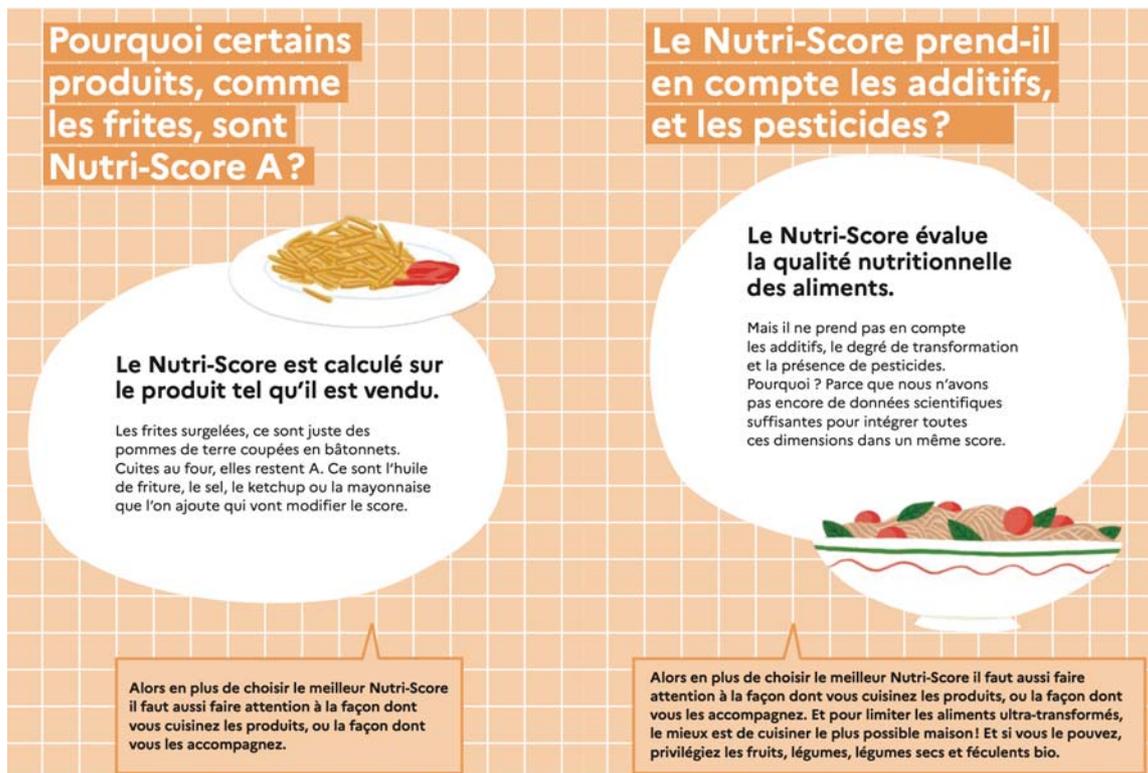


Figure 38 : (suite)

Ainsi, le comité scientifique, dans son rapport de juin 2022, souhaite faire évoluer l'algorithme concernant certains aliments afin d'améliorer la cohérence du Nutri Score avec les recommandations alimentaires. Les groupes alimentaires concernés sont notamment : les huiles végétales, les fromages, les produits céréaliers en particulier le pain et les poissons et produits de la mer.

Malheureusement, le Nutri Score n'est pas obligatoire, seules les entreprises industrielles volontaires l'affichent sur leurs produits (Santé publique France, 2022).

d) La Table Ciqual

La Table de composition nutritionnelle des aliments ou Table Ciqual a été créée en 1985 par les pouvoirs publics et certaines industries agro-alimentaires. Il s'agit d'un outil mis en place afin de créer une banque de données sur la composition nutritionnelle des aliments les plus consommés en France. Elle permet d'évaluer les risques nutritionnels et sanitaires des différents aliments et permet la diffusion de ses données disponibles sur le site www.ciqual.anses.fr. Par la suite, le projet Ciqual a été

piloté par l'ANSES. Il a été mis à jour en 2020 avec plus de 3000 aliments répertoriés, 67 constituants (glucides, sucres, lactose, maltose...) et les sucres individuels contenus dans les aliments sont désormais détaillés. La table Ciqual utilise un « code de confiance » administrant une note de A (données fiables) à D (moins fiables) pour évaluer la fiabilité de ses données. Il est intéressant de réaliser une recherche par constituants comme le saccharose, ce qui permet d'avoir une liste des aliments répertoriés, classés par ordre décroissant en fonction de leur teneur en saccharose pour 100g d'aliment comestible. Cela permet d'identifier les aliments trop riches en sucres cariogènes comme le saccharose (www.ciqual.anses.fr).

The screenshot shows the Ciqual website interface. At the top, there is a search bar with 'saccharose' entered. Below the search bar, there are navigation options for 'Aliments' and 'Constituants', and a filter button 'Filtrer par groupe d'aliments'. The search results are displayed in a table format. The table has columns for 'Nom', 'Teneur moyenne', 'Min', 'Max', and 'Code confiance'. The results are sorted by 'Teneurs décroissantes'.

Nom	Teneur moyenne	Min	Max	Code confiance
Sucre blanc	99,8		99,9	D
Meringue	94,3		95,3	D
Sucre roux	93,8	90,1	97,2	D
Chewing-gum, sucré	61,5	61,4	69	A
Sirop d'érable	61,5	48,8	65,6	D
Poudre cacaoïée ou au chocolat pour boisson, sucrée	54,4		70,3	A
Barre chocolat au lait avec nougat	50,6		52	D
Pâte à tartiner chocolat et noisette	50,2	49,4	54,1	D
Bonbon dur au caramel	49,8	49,4	50,2	C
Bonbon dur et sucette	49,7	22,5	98,2	D
Crème de marrons	49,5			A
Pâte d'amande, préemballée	48,8			A
Chocolat noir fourrage confiseur à la menthe	48,7		59,7	A

Figure 39 : exemple de recherche réalisable sur la Table Ciqual (source : www.ciqual.anses.fr)

e) Une taxe supplémentaire pour les boissons sucrées

La 1^{ère} taxe « sodas » fut mise en place en 2012 dans le but d'inciter les entreprises de l'agro-alimentaire à reformuler leurs produits et réduire les teneurs en sucre dans les boissons mais également les teneurs en édulcorant de synthèse pour celles qui en contiennent. Toutefois, cette taxe ne prenait pas en compte la quantité de sucre présente dans la boisson et était au prix de 8 centimes le litre environ.

Une nouvelle taxe a été mise en place plus récemment, en 2018 dans le cadre de la loi finance de la sécurité sociale, on parle de « la taxe sodas nouvelle génération ». Contrairement à son ancienne version, celle-ci prend en compte la quantité de sucre présente dans les boissons. Son impact sera évalué dans le cadre du PNNS 4 (ministère de la Santé et des Solidarités, 2021).

4.2.2. Au-delà des frontières

a) Les recommandations de l'OMS

L'OMS recommande, depuis 2015, une consommation inférieure à 10% de la portion énergétique totale chez l'adulte et l'enfant en sucres libres, ce qui représente environ 50g par jour pour un apport de 2000 kcal soit 18,250 kg/an/individu. Limiter sa consommation à moins de 5% serait idéale, soit 25g par jour ce qui représente environ 9,125 kg/an/individu. Les sucres libres étant définis comme tous les monosaccharides et disaccharides qui sont ajoutés aux aliments par le fabricant, le consommateur ou le cuisinier et les sucres naturellement présents dans les jus de fruits, concentré de jus de fruits, les sirops ou encore le miel.

b) Plan d'action européen d'une politique alimentaire et nutritionnelle 2015-2020

À Copenhague en 2014, le bureau régional de l'Europe de l'OMS rédige un plan d'action porté sur l'alimentation et la nutrition des européens. L'objectif était de remédier aux dégâts d'une alimentation trop sucrée encore trop présente. Plusieurs missions y sont détaillées comme :

- Donner la possibilité à l'ensemble des citoyens européens d'avoir accès à une alimentation saine et équilibrée et à un prix abordable afin de lutter contre les inégalités socio-économiques.
- Travailler sur les étiquetages des produits afin de faciliter et guider les choix du consommateur vers une meilleure alimentation.

- Adopter des mesures restrictives concernant le marketing et la publicité des aliments trop sucrés notamment dans tous les établissements accueillant des enfants. Inciter les pays à intégrer des réseaux tel que *L'European Network on reducing marketing pressure on children*, un réseau visant à réduire la pression marketing chez les enfants (OMS, 2014).

c) Le Nutri Score en Europe

Depuis 2021, six autres pays participent au déploiement du Nutri Score. On y retrouve les autorités compétentes de la Belgique, l'Espagne, l'Allemagne, les Pays-Bas, le Luxembourg et la Suisse qui, avec la France mettent en place un système de coordination transnational afin de faciliter l'usage du Nutri Score. Un comité scientifique et un comité de pilotage est mis en place afin de développer le Nutri Score à l'échelle européenne. L'objectif est de simplifier son utilisation par les industriels du secteur agro-alimentaire et faire le lien avec le consommateur en utilisant un système d'étiquetage commun (Santé publique France, 2021).

4.3. L'ère du digital au service de l'alimentation

4.3.1. Influence des réseaux sociaux sur l'alimentation

John Arundel Barnes, anthropologue australien, introduit le terme de réseaux social en 1954. Il définit un ensemble de liens qui s'agencent entre des organisations ou des individus et qui constituent un groupe comme la famille, les collègues ou les amis. En sciences sociales, la théorie de la diffusion des innovations analyse les réseaux sociaux et leur impact dans la diffusion de nouvelles pratiques ou de nouvelles connaissances à grande échelle (www.wikipédia.fr).

Les plateformes de réseaux sociaux font désormais partie de la vie de nombreuses personnes. Les utilisateurs dépensent de plus en plus de temps sur ces plateformes, créant une empreinte numérique active grâce à leurs interactions. Les chercheurs ont constaté que l'utilisation des réseaux sociaux a un impact sur les adolescents en ce qui concerne leur comportement alimentaire. Si nous définissons les adolescents

comme des individus âgés de 10 à 24 ans (définition de l'OMS), 76% des jeunes américains âgés de 18 à 24 ans utilisent la plateforme de réseau social Instagram (Pilar et coll., 2021).

Cette plateforme a changé la façon dont de nombreuses personnes consomment de la nourriture. Des photos de nourriture sont utilisées sur Instagram dans des échanges photographiques pour identifier et interagir avec la communauté et représentent le deuxième centre d'intérêt d'Instagram après les selfies. Les utilisateurs populaires des médias sociaux appelés influenceurs ont un fort impact sur la prise de décision de leurs abonnés. Ils ont la possibilité d'influencer leurs préférences alimentaires et jouent ainsi un rôle non négligeable dans la santé.

Une revue systématique de la littérature sur 10 ans a été réalisée en mars 2013. Les données ont été récoltées sur PubMed, Embase, CINAHL, ACM Digital et PsycINFO, en utilisant plusieurs mots clés concernant les médias sociaux, les réseaux sociaux et le changement de comportement des utilisateurs en matière de santé. Les participants des 12 études incluses, sont représentés en majeure partie par de jeunes adultes. Les types de réseaux sociaux analysés étaient soit spécifiques au domaine de la santé soit généraux comme Facebook ou Twitter, ces derniers ayant une portée énorme avec des millions voire des milliards d'utilisateurs. Le domaine de santé prédominant parmi les études incluses était lié à la forme physique comme la perte de poids, l'alimentation ou l'activité physique, ce qui reflète un intérêt croissant de l'informatique médicale dans le domaine du bien-être et de la nutrition.

Selon cette étude, les réseaux sociaux influencent de façon positive et significative le comportement de ses utilisateurs dans le domaine de la santé. Des recherches supplémentaires concernant l'utilisation de ces outils prometteurs sont justifiées (Laranjo et coll., 2014).

Le marketing d'influence est l'équivalent numérique du marketing du « bouche à oreille ». Il est défini comme "un type de marketing qui se concentre sur l'utilisation de mots clés ou « hashtags » pour faire passer le message d'une marque sur un marché plus large. Aujourd'hui, les médias sociaux et la technologie inondent Internet, avec plus de 200 millions de contenus par minute. L'essor et l'expansion des plateformes de médias sociaux comme Instagram, Twitter ou Facebook, a conduit à une

augmentation du nombre d'influenceurs sociaux partageant des recettes de cuisine et des conseils nutritionnels en ligne. Par conséquent, les influenceurs présents sur les réseaux sociaux ont le pouvoir de changer le comportement de leurs abonnés autour de leurs choix alimentaires. Une autre étude a analysé le marketing d'influence en santé publique, son rôle dans l'influence du régime alimentaire des utilisateurs ainsi que les risques et avantages qu'il représente. Le projet a été divisé en deux phases. Tout d'abord, les données ont été collectées au moyen d'un questionnaire en ligne développé via le logiciel *Survey Monkey* et une analyse statistique a été calculée. On compte un total de 232 (n = 232) participants. L'échantillon comprenait des individus de chaque sexe (65 % de femmes : 35 % d'hommes) et de tous les groupes d'âge. La deuxième phase consistait à suivre les conversations des influenceurs sociaux autour de sujets particuliers (par exemple : le sucre). Le marketing d'influence joue un rôle fondamental dans la santé publique ; 59 % des participants à l'enquête suivaient des influenceurs sociaux sur les réseaux sociaux, 16 % des participants ont déclaré que les influenceurs exerçaient une grande influence sur la détermination de leurs choix alimentaires et 32 % des participants ont déclaré que les influenceurs les motivaient à faire des choix alimentaires plus sains. Ainsi les influenceurs sociaux peuvent aider à motiver les individus à adopter une alimentation plus saine (Byrne et coll., 2017).

Cependant, il faut rester vigilants et vérifier ces informations auprès des professionnels de santé car les influenceurs ne sont pas forcément des diététiciens qualifiés ou des nutritionnistes et peuvent être amenés à faire de la désinformation en partageant des informations fausses ou trompeuses sans preuve scientifique. Cela peut avoir un impact négatif sur la santé en général comme avec les régimes sans gluten, sans produits laitiers ou encore végétaliens qui sont perçus comme des « régimes à la mode » mais qui nécessitent un avis médical (Byrne et coll., 2017).

4.3.2. Les applications mobiles au service de la santé

Aujourd'hui, on retrouve de nombreuses applications mobiles spécialisées dans la nutrition, dont une des plus connue nommée « Yuka ». Elles permettent, à travers un système de notation, basé sur différents critères tels que la présence de sucres ajoutés ou de certains additifs, d'identifier les aliments qui seraient sains pour la santé et ceux

qui le sont moins. On retrouve également l'application « Open Food Facts » labellisé par Santé Publique France, qui permet d'obtenir le Nutri-Score de l'aliment en le scannant. Cependant, des controverses existent quant à l'utilisation de ces applications pointant du doigt des données parfois erronées ou encore des méthodes de calcul peu fiables (Inserm, 2019).

Dans la même idée, il pourrait être intéressant de développer une application permettant de calculer le potentiel cariogène d'un aliment en prenant en compte plusieurs paramètres tels que le type de sucre présent, sa quantité, les propriétés physico-chimiques de l'aliment ou encore son index glycémique.

5. Réalisation d'une plaquette d'information sur les sucres cachés dans notre alimentation

5.1. Objectif

La réalisation de cette plaquette d'information a pour but de sensibiliser les parents et de faire comprendre aux enfants que les sucres sont présents un peu partout dans notre alimentation, pas seulement dans les sucreries et qu'il est important d'en tenir compte pour une bonne prise en charge de notre santé bucco-dentaire. La plaquette se divise en six catégories.

- Une première rappelant les recommandations de l'OMS quant à la consommation de sucre libre.
- Une deuxième informe sur les différentes dénominations du sucre dans les listes d'ingrédients des produits alimentaires industriels.
- La troisième partie met en avant les catégories d'aliments pouvant contenir des sucres cariogènes qu'ils soient ajoutés ou naturellement présents.
- La quatrième partie rappelle que les aliments ultra transformés, raffinés et à IG haut ont un potentiel cariogène plus important.
- La cinquième partie propose des alternatives « moins cariogènes » au sucre blanc traditionnel.
- La dernière partie donne quelques conseils hygiéno-diététiques.

5.2. Présentation de la plaquette d'information

Attention aux aliments raffinés

ILS AUGMENTENT LE RISQUE D'APPARITION ET DE DÉVELOPPEMENT DES CARIES DENTAIRES.

DE MÊME POUR LES ALIMENTS AVEC UN INDEX GLYCÉMIQUE IMPORTANT, NOTAMMENT LES ALIMENTS INDUSTRIELS, ULTRA TRANSFORMÉS ET RAFFINÉS.

ON RETROUVE PAR EXEMPLE : LA FARINE BLANCHE OU LE SUCRE BLANC.

D'AUTRES EXEMPLES SONT DISPONIBLES SUR LE SITE WWW.LANUTRITION.FR

Conseils

FAVORISER UNE ALIMENTATION À BASE DE PRODUITS BRUTS ET COMPLETS

FINIR SES REPAS PAR DES ALIMENTS CARIOPROTECTEURS COMME LE FROMAGE OU UN YAOURT NATURE

SAVOIR DÉCHIFFRER LES ÉTIQUETTES DES PRODUITS ALIMENTAIRES

SE BROSSER LES DENTS AVEC UN DENTIFRICE FLUORÉ APRÈS UN REPAS

QUAND LE BROSSAGE N'EST PAS POSSIBLE, SE RINCER LA BOUCHE À L'EAU CLAIRE OU MASTIQUER UN CHEWING-GUM SANS SUCRE

RÉALISER UN CONTRÔLE ANNUEL CHEZ SON DENTISTE ET CHEZ LES BÉBÉS, 6 MOIS APRÈS L'APPARITION DES PREMIÈRES DENTS



sur les sucres cachés dans notre alimentation



Prévention Bucco - Dentaire

Travail réalisé par Nassima Abouhnaik, encadré par le Dr Jager

UNIVERSITÉ DE LORRAINE | FACULTÉ D'ODONTOLOGIE DE LORRAINE

Par quoi peut-on remplacer le sucre blanc?

SUCRES Complet Fleur de coco Rapadura	ÉDULCORANTS Stevia Xylitol Erythritol
SIROPS Agave Érable Dattes	MIELS Acacia Manuka Chataignier



Les recommandations

L'OMS RECOMMANDE DE CONSOMMER EN MOYENNE MOINS DE :

50G DE SUCRES LIBRES PAR JOUR
= **8 MORCEAUX DE SUCRE**

LES SUCRES LIBRES, CE SONT TOUS LES SUCRES AJOUTÉS ET CEUX NATURELLEMENT PRÉSENTS DANS LES JUS DE FRUITS, LE MIEL, LES CONCENTRÉS DE JUS ET LES SIROPS.

Où se cachent-ils ?

Les Féculents PAIN PAIN DE MIE CÉRÉALES PÂTES ...	Les Chips et Gâteaux apéritifs CHIPS CRACKERS BRETZELS CACAHUËTES ENROBÉES ...
Les Plats préparés CHARCUTERIE SALADES PRÉPARÉES PETITS POTS POUR BÉBÉS LAIT EN POUDRE ...	Les Sauces KETCHUP MAYONNAISE SAUCE TOMATE CUISINÉE VINAIGRETTE ...
Les Yaourts et Compotes YAOURTS AUX FRUITS YAOURTS ALLÉGÉS COMPOTES DE FRUITS COMPOTES SANS SUCRES AJOUTÉS ...	Les Boissons LAITS VÉGÉTAUX JUS DE FRUITS (SANS SUCRES AJOUTÉS, PUR JUS, À BASE DE CONCENTRÉ...) ...
Les étiquettes alimentaires SUR LES ÉTIQUETTES ALIMENTAIRES, LE SUCRE PEUT SE NOMMER AUSSI : <ul style="list-style-type: none"> ● Mélasse ● Dextrose ● Maltodextrine ● Sirop de malt ● Muscovado <p>LISTE NON EXHAUSTIVE. D'AUTRES TERMES SONT UTILISÉS ET CONSULTABLES SUR WWW.LANUTRITION.FR</p>	Les Fruits TOUS LES FRUITS FRAIS LES FRUITS SÉCHÉS : LES DATTES, LES RAISINS SECS ...



Figure 40 : Plaquette d'information « Zoom sur les sucres cachés dans notre alimentation » (source : personnelle)

CONCLUSION

Concernant les différents sucres présents dans le commerce, le saccharose reste le plus cariogène. Il est présent dans la plupart des confiseries mais également dans des produits alimentaires insoupçonnés comme les chips ou le saucisson. Son impact sur la santé bucco-dentaire n'est plus à prouver. Néanmoins il n'est pas le seul sucre cariogène, on retrouve également le fructose présent dans les fruits, le lactose des produits laitiers ou encore l'amidon dans les céréales. La cariogénicité des aliments est clairement dépendante de leur fréquence de consommation mais aussi de leur IG ou encore du type de sucre présent, raffinés ou complet. Ainsi plusieurs caractéristiques sont à prendre en compte dans notre alimentation afin d'identifier les aliments cariogènes qui finalement ne sont pas uniquement représentés par des confiseries ou des biscuits.

Concernant les chiffres en France, les mesures sanitaires de santé publique mises en place ont permis de contrôler et diminuer la consommation en sucre notamment depuis la mise en place du PNNS 1 en 2001. Néanmoins, la consommation en sucre reste aujourd'hui encore au-dessus des recommandations de l'OMS avec plusieurs éléments pouvant influencer cette consommation comme les facteurs socio-économiques, le marketing alimentaire ou encore les lobbys de l'industrie agro-alimentaire. De plus, les dernières données épidémiologiques ont montré une augmentation de la consommation de sucre entre 2006 et 2015.

La prévalence de la carie en France a quant à elle eu tendance à diminuer au vu des dernières études épidémiologiques réalisée en 2006 par l'UFSBD mais ne peut pas totalement refléter l'état de santé buccodentaire actuel des Français. Il serait en effet intéressant de mettre à jour ces données en réalisant une nouvelle étude nationale.

Il est nécessaire de continuer à mettre en place des moyens de prévention afin de limiter cette surconsommation et de continuer à informer la population sur les risques bucco-dentaires qui y sont associés. Les mesures mises en place comme les PNNS ou le Nutri Score peuvent inciter le consommateur à remplacer le traditionnel sucre blanc par des substituts moins cariogènes par exemple, comme le miel ou les édulcorants. Elles permettent également au consommateur d'avoir accès à des bases

de données fiables sur les aliments comme le site www.mangerbouger.fr, l'Oquali ou encore la table Ciqual.

À l'ère du digital, les plateformes de réseaux sociaux tel qu'Instagram ou Facebook sont également un outil intéressant dans la prévention bucco-dentaire et nutritionnelle notamment chez les plus jeunes tout comme les applications nutritionnelles telles que Open Food Facts qui en scannant le code barre de l'aliment donne accès à son Nutri-Score.

Pour finir, il pourrait être intéressant de se pencher sur la création d'une application mobile mettant en avant le potentiel cariogène d'un aliment, ce qui serait un bon moyen de prévention et de sensibilisation pour les adeptes de leur smartphone.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ahmadi-Motamayel F, Hendi SS, Alikhani MY, Khamverdi Z. Antibacterial activity of honey on cariogenic bacteria. *J Dent (Tehran)*. 2013; 10(1): 10-5.
2. Atkinson FS, Khan JH, Brand-Miller JC, Eberhard J. The Impact of Carbohydrate Quality on Dental Plaque pH: Does the Glycemic Index of Starchy Foods Matter for Dental Health? *Nutrients*. 2021; 13(8): 2711.
3. Beena JP, Sahoo P, Konde S, Raj NS, Kumar NC, Agarwal M. Manuka Honey: A Potent Cariostatic Agent- An in vitro Study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2018; 11(2) : 105-9.
4. Beguin MH. *Aliments naturels dents Saines*. La chaux-de-Fonds (Suisse) : Edition de l'Etoile ; 1979. 143 p.
5. Benkimoun P. L'Organisation mondiale de la santé et les lobbies. *Les Tribunes de la santé*. 2013 ; n° 39(2) : 49-55.
6. BIRLOUEZ E. Une brève histoire du sucre. *IAA Industries Agro-Alimentaires*. 2016 ; (7/8) : 48-50.
7. Bodet C, Grenier D, Chandad F, Ofek I, Steinberg D, Weiss EI. Potential Oral Health Benefits of Cranberry. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2008 ; 48 (7) : 672-80.
8. Boulay S. Exploration du phénomène d'astrourfing : une stratégie de communication usurpant l'identité citoyenne dans l'espace public. *Communiquer Revue de communication sociale et publique*. 1 janv 2012 ; (7) : 61-84.
9. Bowen WH. Response to Seow : Biological mechanisms of early childhood caries. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1998; 26(S1): 28-31.
10. *British Dental Journal*. A lollipop that's good for your teeth? *British Dental Journal*. 2018; 224(2): 118-118. OK

11. Byrne E, Kearney J, MacEvilly C. The Role of Influencer Marketing and Social Influencers in Public Health. *Proc Nutr Soc.* 2017; 76(OCE3): E103.
12. Campos Vieira J, Cury JA, Ricomini Filho AP. Combination Effect of Diurnal Exposure to Sucrose and Nocturnal Exposure to Lactose on Enamel Demineralization. *Caries Res.* 2022; 56(1): 47-54.
13. Champ M. Les glucides : classifications et dénominations diverses. *Médecine des Maladies Métaboliques.* sept 2018 ; 12(5) : 400-4.
14. Chandon P, André Q. Les effets du marketing sur les comportements alimentaires. *Cah nutr diét.* déc 2015 ; 50(6) : 6S69-74.
15. CHOW KF. A Review of Excessive Sugar Metabolism on Oral and General Health. *Chin J Dent Res.* 4 déc 2017; 20(4): 193-8.
16. Chyderiotis S, Spilka S, Beck F. Usages de la cigarette électronique en France à 17 ans : résultats de l'enquête nationale ESCAPAD 2017. *Bull. cancer.* 2019; 106(12): 1132-43.
17. Dallimonti L. Impact de la nutrition sur la santé bucco-dentaire. [Nice] : Université Nice Sophia Antipolis. Faculté de chirurgie dentaire de Nice ; 2016. 65.
18. Damon J. Un monde saturé de sucre. *Les Echos.* 2020; numéro : numéro de page du début- numéro de page de fin.
19. Darmon N, Drewnowski A. Does social class predict diet quality? *Am J Clin Nutr.* 1 mai 2008;87(5):1107-17.
20. English HK, Pack AR, Molan PC. The effects of manuka honey on plaque and gingivitis: a pilot study. *J Int Acad Periodontol.* 2004; 6(2): 63-7.

21. Ferrazzano GF, Amato I, Ingenito A, Zarrelli A, Pinto G, Pollio A. Plant polyphenols and their anti-cariogenic properties: a review. *Molecules*. 2011; 16(2): 1486-507.
22. Fioretti F, Haïkel Y. Carie et sucres: Caries and sugars. *Médecine des Maladies Métaboliques*. 2010; 4(5): 543-9.
23. Firestone AR, Schmid R, Mühlemann HR. Cariogenic effects of cooked wheat starch alone or with sucrose and frequency-controlled feedings in rats. *Arch Oral Biol*. 1982; 27(9): 759-63.
24. Flandrin J-L, Montanari M. *Histoire de l'alimentation*. Paris : Fayard ; 1996. 915 p.
25. Folliguet M, Bénétière P. Alimentation et caries de la petite enfance. *Sci Aliments*. 2003 ; 23(2) : 199-207.
26. GBD 2017 Oral Disorders Collaborators, Bernabe E, Marcenes W, Hernandez CR, Bailey J, Abreu LG, et coll. Global, Regional, and National Levels and Trends in Burden of Oral Conditions from 1990 to 2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease 2017 Study. *J Dent Res*. 2020; 99(4): 362-73.
27. Giacaman RA, Muñoz-Sandoval C. Cariogenicity of different commercially available bovine milk types in a biofilm caries model. *Pediatr Dent*. 2014; 36(1): 1E-6E.
28. Hayes C. The Effect of Non-Cariogenic Sweeteners on the Prevention of Dental Caries: A Review of the Evidence. *J Dent Educ*. 2001; 65(10): 1106-9.
29. Horel S. *Lobbytisme: comment les lobbies empoisonnent nos vies et la démocratie*. Paris: La Découverte; 2018. 367 p.
30. HRABANSKI M. La représentation du sucre à Bruxelles : sociohistoire des pratiques de lobbying auprès des instances européennes depuis le début du XXe siècle. *Revue d'études en agriculture et environnement*. 2011 ; 92(2) : 143-60.

31. Hussein I, Pollard MA, Curzon ME. A comparison of the effects of some extrinsic and intrinsic sugars on dental plaque pH. *Int J Paediatr Dent.* juin 1996; 6(2): 81-6.
32. Issa AI, Toumba KJ, Preston AJ, Duggal MS. Comparison of the effects of whole and juiced fruits and vegetables on enamel demineralisation in situ. *Caries Res.* 2011; 45(5): 448-52.
33. Julia C, Hercberg S. Research and lobbying conflicting on the issue of a front-of-pack nutrition labelling in France. *Archives of public health = Archives belges de santé publique.* 2016; 74(1): 51-51.
34. Kassebaum NJ, Bernabé E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJL, Marcenes W. Global burden of untreated caries: a systematic review and metaregression. *J Dent Res.* 2015; 94(5): 650-8.
35. Kim SA, Smith S, Beauchamp C, Song Y, Chiang M, Giuseppetti A, et coll. Cariogenic potential of sweet flavors in electronic-cigarette liquids. *PLoS One.* 2018; 13(9): 22.
36. Kõljalg S, Smidt I, Chakrabarti A, Bosscher D, Mändar R. Exploration of singular and synergistic effect of xylitol and erythritol on causative agents of dental caries. *Sci Rep.* 2020; 10(1): 7.
37. Krempf M. Index glycémique des aliments et risque cardiovasculaire. *Nutrition clinique et métabolisme.* 2000 ; 14(3) : 235-6.
38. Laranjo L, Arguel A, Neves AL, Gallagher AM, Kaplan R, Mortimer N, et coll. The influence of social networking sites on health behavior change: a systematic review and meta-analysis. *J Am Med Inform Assoc.* 2015; 22(1): 243-56.
39. Lingström P, Van Houte J, Kashket S. Food Starches and Dental Caries. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine.* sept 2000; 11(3): 366-80.

40. Ma MS, Blanksma NG. Stevia in the fight against dental caries. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 2015; 122(1): 51-5.
41. Matsukubo T, Takazoe I. Sucrose substitutes and their role in caries prevention. *International Dental Journal.* 2006; 56(3): 119-30.
42. Moynihan P. Foods and factors that protect against dental caries. *British Nutrition Foundation.* 2000; (25): 281-6.
43. Moynihan P j., Kelly S a. m. Effect on Caries of Restricting Sugars Intake: Systematic Review to Inform WHO Guidelines. *Journal of Dental Research.* janv 2014; 93(1): 8-18.
44. Muller-Bolla M. Épidémiologie de la carie et indicateurs de carie. *Clinic.* 2015 ; (338) : 4-8.
45. Muller-Bolla M, Doméjean S. Sucres et santé bucco-dentaire. *Cahiers de Nutrition et de Diététique.* 2018 ; 53(6) : 341-6.
46. Pellegrin B. Le sucre. Enquête sur l'autre poudre. Paris : Tallandier ; 2017. 121 p.
47. Pepin A, Imbeault P. Les édulcorants de la controverse. *Med Sci (Paris).* 2020 ; 36(5) : 472-8.
48. Périot A. Les substances édulcorantes et leur réglementation. *Pratiques en nutrition.* 2014 ; 10(37) : 12-7.
49. Petersen PE. Rapport sur la santé bucco-dentaire dans le monde 2003, OMS. Genève: OMS; 2003. p. 10-3.

50. Pilař L, Stanislavská LK, Kvasnička R, Hartman R, Tichá I. Healthy Food on Instagram Social Network: Vegan, Homemade and Clean Eating. *Nutrients*. 2021 ; 13(6): 1991.
51. Tham R, Bowatte G, Dharmage S, Tan D, Lau M, Dai X, et coll. Breastfeeding and the risk of dental caries: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatr*. déc 2015; 104(467): 62-84.
52. Régnier F, Masullo A. Obésité, goûts et consommation Intégration des normes d'alimentation et appartenance sociale. *Rev Fr Sociol*. 2009 ; 50(4) : 747-73.
53. Saulnier L, Micard V, Della Valle G. Structure du pain et index glycémique. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. 2014; 49(2): 61-6.
54. Schmidlin PR, English H, Duncan W, Belibasakis GN, Thurnheer T. Antibacterial potential of Manuka honey against three oral bacteria in vitro. *Swiss Dent J*. 2014; 124(9): 922-4.
55. Sheiham A, James WPT. Diet and Dental Caries: The Pivotal Role of Free Sugars Reemphasized. *Journal of Dental Research*. oct 2015; 94(10): 1341-7.
56. Tham R, Bowatte G, Dharmage S, Tan D, Lau M, Dai X, et coll. Breastfeeding and the risk of dental caries: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatr*. 2015; 104(S467): 62-84.
57. Vries J de. L'origine du consommateur moderne. Auxerre : Éditions Sciences Humaines ; 2012. 448.
58. Walkowicz M. Le Compteur de glucides. Vergèze : Thierry Souccar Eds ; 2015. 149 p.
59. Woodward M, Rugg-Gunn AJ. Chapter 8: Milk, Yoghurts and Dental Caries. *Monogr Oral Sci*. 2020; 28: 77-90.

60. Yue Yew J. Étude de l'effet de quatre composés contenant du miel sur deux bactéries cariogènes : *Streptococcus mutans* et *Lactobacillus rhamnosus*. [Bordeaux]: Université de Bordeaux. UFR des Sciences Odontologique ; 2015.

61. Zhu J, Liu J, Li Z, Xi R, Li Y, Peng X, et coll. The Effects of Nonnutritive Sweeteners on the Cariogenic Potential of Oral Microbiome. *Biomed Res Int*. 2021; 2021: 9967035.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ELECTRONIQUES

62. Amory C. La carie dentaire 2014 [cité 10 janv 2023]. Disponible sur : https://docs.google.com/document/d/0B44ff40PbAkyMkFEbVpMbU5SQ1E/edit?usp=drive_web&oid=100038991101708744668&resourcekey=0-0b2Qn2WWFQK-XaDME9-PIA&rtpof=true&usp=embed_facebook

63. ANSES. Le projet Ciqual [Internet]. [sans date] [cité 11 janv 2023]. Disponible sur : <https://ciqual.anses.fr/#/cms/le-projet-ciqual/node/18>

64. ANSES. Oqali [Internet]. 2012 [cité 1 déc 2022]. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/oqali-0>

65. ANSES. Disparités socioéconomiques et alimentation des enfants et adolescents : un état des lieux sur un sujet peu [Internet]. 2013 [cité 11 janv 2021]. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/disparit%C3%A9s-socio%C3%A9conomiques-et-alimentation-des-enfants-et-adolescents-un-%C3%A9tat-des-lieux-sur>

66. ANSES. INCA 3: Evolution des habitudes et modes de consommation, de nouveaux enjeux en matière de sécurité sanitaire et de nutrition [Internet]. 2017 [cité 28 juill 2022]. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/inca-3-evolution-des-habitudes-et-modes-de-consommation-de-nouveaux-enjeux-en-mati%C3%A8re-de>

67. Arzate A. Extraction et raffinage du sucre de canne [Internet]. 2005 [cité le 13 sept 2021]. Disponible sur : https://www.franceagrimer.fr/fam/layout/set/ajax/content/download/2411/12196/file/Canne_Publique.pdf

68. ASD. Nos Actions [Internet]. 2018 [cité 11 janv 2023]. Disponible sur : <https://agirsd.fr/nos-actions/>

69. Brigitte Larochette, Joan Sanchez-Gonzalez. Cinquante ans de consommation alimentaire : une croissance modérée, mais de profonds changements [Internet]. 2015 [cité 16 mars 2021]. Disponible sur : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1379769>

70. DGCCRF. Jus de fruits : étiquetage et composition [Internet]. 2017 [cité 6 janv 2022]. Disponible sur : <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/jus-fruits-etiquetage-et-composition>

71. FranceAgriMer. Fiche filière sucre de FranceAgriMer | Page 1 | FranceAgriMer - établissement national des produits de l'agriculture et de la mer [Internet]. 2022 [cité 1 juin 2022]. Disponible sur : https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/70379/document/FICHE_FILIERE_SUCRE_2023.pdf?version=5

72. Guyomard F. Alimentation, cosmétique : les travers de l'application Yuka [Internet]. 2020 [cité 23 févr 2023]. Disponible sur : <https://business.lesechos.fr/directions-marketing/communication/e-reputation/0602636250689-alimentation-cosmetique-les-travers-de-l-application-yuka-334655.php#Xtor=AD-6000>

73. INSERM. Peut-on laisser nos assiettes aux applis ? [Internet]. 2019 [cité 11 janv 2021]. Disponible sur : <https://www.inserm.fr/actualites-et-evenements/actualites/peut-on-laisser-nos-assiettes-applis>

74. INSERM. La consommation d'édulcorants serait associée à un risque accru de maladies cardiovasculaires [Internet]. 2022 [cité 20 sept 2022]. Disponible sur : <https://presse.inserm.fr/la-consommation-dedulcorants-serait-associee-a-un-risque-accru-de-maladies-cardiovasculaires/45775/>

75. Laroche-Signorile V. Qui était Jean-Baptiste Colbert, né il y a 400 ans [Internet]. 2018 [cité 9 janv 2023]. Disponible sur : <https://www.lefigaro.fr/histoire/2018/09/05/26001-20180905ARTFIG00280-qui-etait-jean-baptiste-colbert-mort-il-y-a-335-ans.php>

76. Lollitol. La première Sucette Qui Prend Soins De Vos Dents [Internet]. [sans date] [cité 11 janv 2023]. Disponible sur : <https://lollitol.com/>

77. Manger Bouger. Qu'est-ce que le PNNS ? [Internet]. [sans date] [cité 1 déc 2022]. Disponible sur : <https://www.mangerbouger.fr/ressources-pros/le-plan-national-nutrition-sante-pnns/qu-est-ce-que-le-pnns>

78. Manger Bouger M. Les 10 mesures phares du PNNS 4 [Internet]. [sans date] [cité 5 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.mangerbouger.fr/ressources-pros/le-plan-national-nutrition-sante-pnns/les-10-mesures-phares-du-pnns-4>

79. Max de Génie. Quelles sont les meilleures alternatives au sucre blanc ? [Internet]. Max de Génie. 2020 [cité 18 juill 2022]. Disponible sur : <https://www.maxdegenie.com/conseils-et-astuces/quelles-sont-les-meilleures-alternatives-au-sucre-blanc/>

80. Ménard C, Grizeau-Clemens D, Wemaere J. Santé bucco-dentaire des adultes, SPF [Internet]. 2016 [cité 16 mai 2022]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/notices/sante-bucco-dentaire-des-adultes2>

81. OCDE, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2020-2029 [Internet]. Paris : Éditions OCDE ; 2020 [cité 18 mars 2022]. Sucre ; p. 172-4. Disponible sur : https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/perspectives-agricoles-de-l-ocde-et-de-la-fao-2020-2029_510173a4-fr;jsessionid=dCzJNN5ytsHgSF--j-3zdKExN60YKRVc_7WvkWbQ.ip-10-240-5-106

82. Oqali. Barres céréalières - étude d'évolution 2010 vs 2016 [Internet]. 2017 [cité 11 janv 2023]. Disponible sur : https://www.oqali.fr/media/2021/12/Oqali_2017_Bilan_evolution_secteur_Barres_cerealieres.pdf

83. Organisation Mondiale de la Santé. Plan d'action européen pour une politique alimentaire et nutritionnelle 2015-2020 [Internet]. 2014 [cité 13 déc 2022]. Disponible sur: https://gimb.public.lu/dam-assets/publications/publications_internationales/WHO-Europe-plan-action-politique-alimentaire-et-nutritionnelle.pdf

84. Organisation mondiale de la Santé. Mettre fin à la carie de la petite enfance : manuel de mise en œuvre de l'OMS [Internet]. 2021 [cité 16 mai 2022]. Disponible sur : <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/340444/9789240019201-fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

85. Santé Publique France. Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban 2014-2016): Chapitre Consommations alimentaires: Volet Nutrition [Internet]. 2018 [cité 30 mai 2022]. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/content/download/186714/2319852?version=1>

86. Sénat. Distributeurs automatiques dans les écoles [Internet]. 2005 [cité 6 déc 2022]. Disponible sur : <https://www.senat.fr/questions/base/2005/qSEQ050618496.html>

87. Sénat. Taxe soda nouvelle génération [Internet]. 2021 [cité 6 déc 2022]. Disponible sur : <https://www.senat.fr/questions/base/2021/qSEQ210321398.html>

88. Santé Publique France. L'essentiel des recommandations sur l'alimentation [Internet]. 2019 [cité 24 mai 2022]. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/import/l-essentiel-des-recommandations-sur-l-alimentation>

89. Santé Publique France. 7 pays européens se sont engagés à faciliter le déploiement du Nutri-Score [Internet]. 2021 [cité 5 déc 2022]. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/7-pays-europeens-se-sont-engages-a-faciliter-le-deploiement-du-nutri-score>

90. Santé Publique France. Nutri-Score [Internet]. 2022 [cité 5 déc 2022]. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/articles/nutri-score>

91. Souccar T. L'industrie du sucre va dire aux élèves ce qu'il faut manger [Internet]. 2017 [cité 28 sept 2022]. Disponible sur : <https://www.lanutrition.fr/bien-dans-son-assiette/aliments/sucre-et-produits-sucres/sucre/lindustrie-du-sucre-va-dire-aux-eleves-ce-quil-faut-manger>

92. Wikipédia. Réseau social [Internet]. 2023 [cité 16 févr 2023]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=R%C3%A9seau_social&oldid=200930775

LISTE DES FIGURES.....	10
LISTE DES TABLEAUX.....	13
INTRODUCTION.....	14
1. Histoire et évolution de notre consommation en sucre.....	16
1.1. Histoire : l'importation du sucre en France et ses acteurs	16
1.2. Consommation du sucre en France.....	20
1.2.1. Apparition du consommateur moderne	20
1.2.2. Facteurs socio-professionnels et influence sur la consommation.....	24
1.3. Marketing alimentaire.....	26
1.3.1. Définition	26
1.3.2. Impact des lobbys de l'industrie du sucre	29
1.4. Consommation du sucre à travers le monde.....	35
1.4.1. Les recommandations.....	35
1.4.2. Consommation réelle	35
2. Le sucre sous toutes ses formes	37
2.1. Les glucides	37
2.1.1. Définition	37
2.1.2. Potentiel cariogène des glucides	40
2.1.3. Impact du raffinage du sucre sur son potentiel cariogène	55
2.2. Potentiel cariogène des aliments.....	73
2.2.1. Pouvoir de rétention buccale	73
2.2.2. Fréquence de consommation	74
2.2.3. Les sucres cachés dans nos assiettes	75
2.3. Cas particulier de la cigarette électronique	78
3. Conséquences bucco-dentaires d'une surconsommation en sucres	83
3.1. La maladie carieuse	83
3.1.1. Définition	83
3.1.2. Le risque carieux individuel et ses multiples facteurs	88

3.2. Prévalence de la carie	90
3.2.1. Prévalence au cours des dernières années.....	90
3.2.2. Comparaison de l'évolution de la consommation en sucre et de la prévalence de la maladie carieuse au cours des dernières années.	98
4. Moyens de prévention de la surconsommation de sucres	99
4.1. D'un point de vue alimentaire : modérateurs et substituts	99
4.1.1. Sucres de substitutions : les édulcorants.....	99
4.1.2. Aliments naturels protecteurs et ordre d'ingestion des aliments.....	103
4.1.4. Particularité du miel	107
4.2. D'un point de vue politique : programmes de prévention en santé publique.....	110
4.2.1. Rôle des pouvoirs publics.....	110
4.2.2. Au-delà des frontières.....	118
4.3. L'ère du digital au service de l'alimentation	119
4.3.1. Influence des réseaux sociaux sur l'alimentation.....	119
4.3.2. Les applications mobiles au service de la santé.....	121
5. Réalisation d'une plaquette d'information sur les sucres cachés dans notre l'alimentation	122
5.1. Objectif	122
5.2. Présentation de la plaquette d'information.....	123
CONCLUSION	124
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	126
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ELECTRONIQUES	133

ABOUHNAIK Nassima – Évolution de la consommation de sucre en France et impact sur la santé bucco-dentaire

Nancy 2023 : 141 pages, 40 figures, 10 tableaux

Th. : Chir.-Dent. : Nancy 2023

Mots-clefs :

- Prévention
- Prévalence
- Glucides
- Alimentation

Résumé :

Dans un premier temps nous nous intéresserons à la consommation du sucre en France. Nous verrons de quelles manières notre société influence notre alimentation et identifierons les facteurs de risques d'une surconsommation en sucres.

Puis nous détaillerons les différents types de sucres connus, nous évaluerons leur potentiel cariogène et ciblerons leur place dans l'alimentation.

Nous verrons de quelle façon cette surconsommation peut avoir un impact sur la santé bucco-dentaire et si l'évolution de la consommation en sucre influence la prévalence de la maladie carieuse. Nous exposerons ensuite les différents moyens de prévention, d'un point de vue diététique et politique.

La dernière partie consiste en la réalisation d'une plaquette d'information sur les sucres cachés. Elle sera à destination des parents dans un but de prévention bucco-dentaire. Il s'agira de mettre en évidence les sucres cachés dans notre alimentation.

Jury :

Président :	Pr Éric MORTIER
Membres :	Dr Alexandre BAUDET Dr Ferdinand WATRIN
Directeur de thèse :	Dr Stéphanie JAGER

Adresse de l'auteur :

Nassima ABOUHNAIK
48 rue Armand Peugeot
25700 Valentigney

Vu la demande du doyen de la faculté d'odontologie de Lorraine sur le rapport du jury :

Président : É. MORTIER – Professeur des universités
Membre du jury : S. JAGER – Maître de conférences des universités (Directrice de thèse)
Membre du jury : A. BAUDET – Maître de conférences des universités
Membre du jury : F. WATRIN – Chef de cliniques des universités – Assistant des hôpitaux

la présidente de l'université de Lorraine autorise

Madame Nassima ABOUHNAIK

née à MONTBÉLIARD (Doubs) le 21 août 1994,

à soutenir et imprimer sa thèse en vue d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire intitulée :

**« ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION DE SUCRE EN FRANCE ET
IMPACT SUR LA SANTÉ BUCCO-DENTAIRE »**

Nancy, le 17 octobre 2023

N° autorisation : 13258 C

La présidente de l'université de Lorraine



H. BOULANGER