



HAL
open science

Le chewing-gum : bienfaits et méfaits sur la santé bucco-dentaire

Juliette Hauvuy

► **To cite this version:**

Juliette Hauvuy. Le chewing-gum : bienfaits et méfaits sur la santé bucco-dentaire. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. hal-03298037

HAL Id: hal-03298037

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03298037v1>

Submitted on 26 Oct 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



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 : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

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

Année 2019

N°10864

THÈSE

Pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Par

Juliette HAUVUY

Née le 11 mars 1995 à Nancy (54)

**LE CHEWING-GUM : BIENFAITS ET MÉFAITS SUR LA SANTÉ
BUCCO-DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le 25 octobre 2019

Examineurs de la thèse :

Pr. J.M. MARTRETTE	Professeur des Universités	Président
<u>Dr. M. VINCENT</u>	<u>Maître de Conférences</u>	<u>Directeur de thèse</u>
Dr. C. EGLOFF-JURAS	Maître de Conférences	Juge
Dr. G. NASREDDINE	Assistante Hospitalo-Universitaire	Juge

« 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 »

Président : Professeur Pierre **MUTZENHARDT**

Doyen : Professeur Jean-Marc **MARTRETTE**

Vice-Doyens : Dr Céline CLEMENT – Dr Rémy BALTHAZARD – Dr Anne-Sophie VAILLANT

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

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

Professeur émérite : Pr M-P FILLEUL

Département Odontologie pédiatrique Sous-section 56-01	Mme	DROZ Dominique	Maître de Conférences *
	Mme	JAGER Stéphanie	Maître de Conférences *
	M.	PREVOST Jacques	Maître de Conférences
	Mme	HERNANDEZ Magali	Maître de Conférences *
	M.	LEFAURE Quentin	Assistant
	Mme	DARSAT Claire	Assistante*
Département Orthopédie dento-faciale Sous-section 56-01	Mme	FANGET Alexia	Assistante
	M.	VANDE VANNET Bart	Maître de Conférences associé *
	Mme	SENG Marilyne	Assistante *
Département Prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale Sous-section 56-02	Mme	CLÉMENT Céline	Maître de Conférences *
	M.	BAUDET Alexandre	Assistant *
	Mme	NASREDDINE Greyce	Assistante
Département Parodontologie Sous-section 57-01	M.	AMBROSINI Pascal	Professeur des Universités *
	Mme	BISSON Catherine	Maître de Conférences *
	M.	JOSEPH David	Maître de Conférences *
	M.	LACH Patrick	Assistant
	Mme	MAYER-COUPIN Florence	Assistante
	Mme	PAOLI Nathalie	Enseignante univ. – Praticien attachée
Département Chirurgie orale Sous-section 57-01	Mme	GUILLET-THIBAUT Julie	Maître de Conférences *
	M.	BRAVETTI Pierre	Maître de Conférences
	Mme	PHULPIN Bérengère	Maître de Conférences *
	M.	CLERC Sébastien	Assistant*
	M.	HASNAOUI Nasr	Assistant
Département Biologie orale Sous-section 57-01	Mme	KICHENBRAND Charlene	Enseignante univ. – Praticien attachée*
	M.	YASUKAWA Kazutoyo	Maître de Conférences *
	M.	MARTRETTE Jean-Marc	Professeur des Universités *
Département Dentisterie restauratrice, endodontie Sous-section 58-01	Mme	EGLOFF-JURAS Claire	Maître de Conférences *
	M.	MORTIER Éric	Professeur des Universités *
	M.	AMORY Christophe	Maître de Conférences
	M.	BALTHAZARD Rémy	Maître de Conférences *
	M.	ENGELS-DEUTSCH Marc	Professeur des Universités *
	M.	VINCENT Marin	Maître de Conférences*
	Mme	GEBHARD Cécile	Assistante
Département Prothèses Sous-section 58-01	M.	GISS Renaud	Assistant *
	M.	DE MARCH Pascal	Maître de Conférences
	M.	SCHOVER Jacques	Maître de Conférences
	Mme	VAILLANT Anne-Sophie	Maître de Conférences *
	Mme	CORNE Pascale	Maître de Conférences *
	M.	CIESLAK Steve	Assistant
	M.	HIRTZ Pierre	Enseignant univ. – Praticien attaché
	M.	MAILLET Maxime	Assistant
	Mme	MOEHREL Bethsabée	Assistante
	M.	VUILLAUME Florian	Assistant
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
	Mme	JANTZEN-OSSOLA Caroline	Assistante associée

Souligné : responsable de département

* temps plein

Mis à jour le 09/09/2019

**À NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE,
Monsieur le Professeur MARTRETTE Jean-Marc,**

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur en Sciences Pharmacologiques
Spécialiste qualifié en Médecine Bucco-Dentaire
Habilité à diriger des Recherches
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Sous-section : Chirurgie orale ; Parodontologie ; Biologie orale
Doyen de la Faculté d'Odontologie de Lorraine

*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,
Monsieur le Docteur VINCENT Marin,**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maître de Conférences – Praticien Hospitalier

Sous-section : Dentisterie restauratrice ; Endodontie ; Prothèses ; Fonction-
Dysfonction ; Imagerie ; Biomatériaux

*Nous vous sommes très reconnaissants de la spontanéité avec laquelle vous
avez accepté de diriger cette thèse.*

*Nous vous remercions pour vos précieux et nombreux conseils durant
l'élaboration de cet ouvrage, mais également pour votre pédagogie, votre
disponibilité et votre gentillesse tout au long de nos études.*

*Veillez trouver dans ce travail, le témoignage de notre sincère gratitude et de notre
profond respect.*

À NOTRE JUGE,

Madame le Docteur EGLOFF-JURAS Claire,

Docteur en Chirurgie Dentaire

Spécialiste qualifié en Médecine Bucco-Dentaire

Ancienne Interne en Médecine Bucco-Dentaire

Maître de Conférences – Praticien Hospitalier

Sous-section : Chirurgie orale ; Parodontologie ; Biologie orale

*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,
Madame le Docteur NASREDDINE Greyce,

Docteur en Chirurgie Dentaire
Assistante Hospitalo-Universitaire
Sous-section : Prévention ; Épidémiologie ; Économie de la santé ; Odontologie
légale

*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.*

*Veillez 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. GENERALITES SUR LE CHEWING-GUM

- 1.1. Historique
- 1.2. Place actuelle sur le marché
- 1.3. Conception du chewing-gum

2. EFFETS GENERAUX DU CHEWING-GUM SUR L'ORGANISME

- 2.1. Effets bénéfiques
- 2.2. Effets négatifs

3. IMPACT DU CHEWING-GUM SUR LA SANTE BUCCO-DENTAIRE

- 3.1. Effets mécaniques
- 3.2. Effets chimiques

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ELECTRONIQUES

LISTE DES FIGURES

Figure 1: le latex issu de l'écorce du Sapotillier est chauffé dans une casserole puis perd peu à peu en humidité jusqu'à acquérir une consistance collante et élastique (source : Eccardi, 2017)	13
Figure 2 : taille du marché du chewing-gum en France en millions d'euros sur la période 2013-2018 (source : Euromonitor International, 2018).....	16
Figure 3 : consommation de chewing-gum en France de 2015 à 2017, par fréquence (source : Statista, 2018).....	17
Figure 4 : les « bubble-gums », coupés et emballés, plus élastiques que les autres. Exemple Malabar® (source : http://www.cafosa.com).....	19
Figure 5 : les « sticks/tabs » sous forme de languettes (source : http://www.cafosa.com)	19
Figure 6 : les « bâtonnets - tablettes » sous forme de pastilles (source : http://www.cafosa.com)	19
Figure 7 : les « billes creuses » sous forme de boules (source : http://www.cafosa.com)	19
Figure 8 : les « dragées fourrées » : chewing-gums remplis avec de liquide (source : http://www.cafosa.com)	19
Figure 9 : les « enrobés » bonbons remplis de chewing-gum (source : http://www.cafosa.com)	19
Figure 10 : les « comprimés » pour l'industrie pharmaceutique par exemple (source : http://www.cafosa.com)	19
Figure 11 : divers emballages de chewing-gums (source : https://www.gumlinkcc.com)	20
Figure 12 : paquet de chewing-gum Wrigley's Freedent® Menthe verte (source : document personnel).....	22

Figure 13 : formulation quantitative moyenne des composants de chewing-gum avec sucres et sans sucre (source : Konar et coll., 2016).....	23
Figure 14 : principales étapes du processus de fabrication classique de chewing-gum (source : Konar et coll., 2016).....	24
Figure 15 : paquet de gommes à mâcher Nicorette® (source : https://www.nicorette.fr).....	27
Figure 16 : paquet de gommes à mâcher Oenobiol® Minceur « Contrôle fringales » (source : https://www.oenobiol.com).....	28
Figure 17 : chewing-gum de voyage anti-nausées - Sea Band® (source : https://www.naturalforme.com).....	30
Figure 18 : illustration de la distribution des vitamines dans la salive et le sang (source : Khoo et coll., 2018).....	34
Figure 19 : schéma de l'articulation temporo-mandibulaire (source : Strube, 2016)	43
Figure 20 : représentation des muscles masséter, temporal et ptérygoïdien (source : Defilippo, 2015).....	44
Figure 21 : présentation du système Dental Prescale mesurant la force occlusale (source : Choi et coll., 2014).....	46
Figure 22 : étape n°2 du test de gomme à mâcher bicolore pour évaluer l'efficacité de la mastication (source : Schimmel et coll., 2018)	48
Figure 23 : étape n°3 du test de gomme à mâcher bicolore pour évaluer l'efficacité de la mastication (source : Schimmel et coll., 2018)	49
Figure 24 : échelle d'évaluation subjective (source : Orophys, 2007).....	49
Figure 25 : gommes à mâcher CB 12 Boost ® contre la mauvaise haleine (source : document personnelle)	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : valeur de la force occlusale avant et après les exercices de chewing-gum (source : Nakagawa et coll., 2017)	46
Tableau 2 : récapitulatif des âges, des surfaces d'amalgames, des concentrations de mercure et de cotinine parmi les mâcheurs de chewing-gums à la nicotine et les témoins (source : Sällsten et coll., 1996).....	53

INTRODUCTION

Qui n'a jamais consommé de chewing-gum ?

Lorsque nous sommes conscients que l'être humain passe des milliards d'heures chaque année à en mâcher, nous sommes obligés d'être interpellés par les effets que cela peut avoir sur notre santé.

Le chewing-gum, également surnommé gomme à mâcher, est un produit répandu dans le monde entier et consommé par de nombreuses personnes, de tout âge, de tout genre et de toute origine, depuis des décennies. Son impact n'est pas seulement environnemental ou économique. En effet, il possède également des effets favorables comme défavorables sur la santé en générale, et notamment, sur la santé orale.

Fréquemment considéré comme une confiserie, il se sépare peu à peu de cette étiquette pour endosser le rôle de promoteur de bonne santé bucco-dentaire, voir même d'outils thérapeutiques. Le chewing-gum sans sucre se présente aujourd'hui comme un véritable complément des règles d'hygiène et fait partie intégrante des actions de prévention. Les recherches ne cessent de se développer sur ce sujet, comme en témoigne le nombre croissant d'articles publiés dans la littérature.

Dans le premier temps de ce travail de thèse, nous développerons l'histoire du chewing-gum, sa place actuelle sur le marché économique, sa composition, sa fabrication ainsi que sa réglementation. Nous poursuivrons sur ses effets positifs et négatifs sur l'organisme à travers une seconde partie, avant de s'intéresser plus particulièrement à la sphère bucco-dentaire. Pour terminer, nous éluciderons les différents aspects de son rôle prophylactique et thérapeutique, notamment sur la carie ou l'halitose, ainsi que ses effets néfastes, comme par exemple les troubles de l'articulation temporo-mandibulaire.

1. GENERALITES SUR LE CHEWING-GUM

1.1. Historique

L'utilisation de la « gomme à mâcher » existe à travers le monde depuis des siècles :

- Les anciens Grecs utilisaient du mastic, une résine issue de l'arbre à mastic ou pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus L.*) (Hunter, 2003).
- Côté Suédois, des archéologues ont retrouvé des chewing-gums datant de la Préhistoire fabriqués à base de résine de bouleau. Après mastication, la gomme était plus malléable et servait en tant que colle pour fabriquer des outils (Kashuba et coll., 2018).
- Les Mayas, dans le Nouveau-Monde, mâchaient du chiclé (prononcer « tchiclé ») (figure 1), une substance blanche collante issue du latex d'un arbre originaire des jungles du sud du Mexique et de l'Amérique centrale nommé Sapotillier (*Manilkara zapota* ou *Achras zapota*). Plus tard, ce chiclé servira de base principale dans les chewing-gums (Hunter, 2003).



Figure 1: le latex issu de l'écorce du Sapotillier est chauffé dans une casserole puis perd peu à peu en humidité jusqu'à acquérir une consistance collante et élastique (source : Eccardi, 2017)

- Les Amérindiens, quant à eux, mâchaient une résine récoltée dans l'épinette noire ou épicéa noire (*Picea mariana*). Ils ont transmis leur coutume aux premiers colons américains. Par la suite, les habitants de la Nouvelle-Angleterre ont vendu et échangé des morceaux de cette résine d'épicéa. En 1848, John Bacon Curtis et son frère ont créé et vendu avec succès le premier chewing-gum commercial, nommé « *State of Maine Pure Spruce Gum* » (gomme pure d'épinette de l'État du Maine).

En 1869, William F. Semple, un dentiste américain de l'Ohio, a breveté un chewing-gum destiné à nettoyer les dents et renforcer la mâchoire. Sa gomme était principalement constituée de caoutchouc naturel mélangé à des solvants (naphta et alcool), de craie et de racines de réglisse. Tout autre produit susceptible de ramollir le caoutchouc pouvait être utilisé à la place des solvants, tel que la paraffine par exemple. La cire de paraffine est d'ailleurs devenue une base de chewing-gum populaire en Amérique du Nord (Hunter, 2003 ; Mathews, 2009).

Le chiclé, cité précédemment, a été importé pour la première fois aux États-Unis en 1857 par le président mexicain Antonio López de Santa Arma, lors de son exil à New-York. La rencontre de cet homme avec Thomas Adams, inventeur américain, a permis à ce dernier de découvrir cette nouvelle substance. Adams a cherché à savoir si le « chiclé » pouvait remplacer le caoutchouc et a alors découvert que le chauffage avec du sucre et des arômes créait un véritable chewing-gum de qualité supérieur, plus lisse et plus épais, par rapport à ceux à base de paraffine. Adams l'a breveté et a lancé « Black Jack® », le premier chewing-gum aromatisé des États-Unis, en 1884.

Une autre figure emblématique dans l'histoire du chewing-gum est William Wrigley Jr. Homme d'affaires américain spécialisé dans la vente de savons et de levures, il décida dans les années 1890 d'offrir un chewing-gum à chaque client pour augmenter ses ventes. Sa démarche publicitaire rencontrant un franc succès, il décida alors de se lancer exclusivement dans la production de chewing-gum au travers de sa société Wrigley Company. Il domina ainsi le monde du chewing-gum au début des années 1900 (Hunter, 2003).

En 1944, les effets du rationnement obligent Wrigley à retirer ses produits du marché pour deux ans, et à les réserver aux troupes américaines. Après la guerre, il va progressivement étendre sa production à plusieurs continents, jusqu'à la Chine en 1989.

En France, le coup de génie est à dédier à Courtland E. Parfet, l'un des soldats américains ayant débarqué en Normandie en 1944. En effet, il décida de revenir en France en 1952 pour lancer la marque Hollywood. Un chewing-gum à la chlorophylle 100% français dont la première usine est installée à Montreuil.

Dès les années 60, le leader national du chewing-gum a été racheté par General Foods, fusionné plus tard dans Kraft Jacobs Suchard, désormais Mondelez International (Fainsilber, 2014).

1.2. Place actuelle sur le marché

1.2.1. Les chiffres

❖ DANS LE MONDE

Selon Euromonitor International, fournisseur mondial de données et d'analyses, la valeur des ventes de chewing-gums représente 25 milliards de dollars américains dans le monde en 2014. Un résultat équivalent est retrouvé dans le rapport 2015 de Statista, une autre entreprise spécialisée dans les études de marché (Konar et coll., 2016 ; Hagbani et Nazzal, 2018). La production annuelle de chewing-gum dans le monde est de 1 740 milliards d'unités. Ainsi, si chaque chewing-gum était mâché pendant 10 minutes, cela représenterait 290 milliards d'heures de chewing-gum en bouche par an (Konar et coll., 2016).

Statista a réalisé une enquête nationale auprès des consommateurs américains qui a révélé qu'environ 56% des ménages consommaient des chewing-gums (Hagbani et Nazzal, 2018). La consommation annuelle moyenne aux Etats-Unis a été estimée à 160 - 180 chewing-gums par personne (Konar et coll., 2016 ; Hagbani et Nazzal, 2018).

D'après le rapport « *Global Chewing Market {...} 2018-2023* » édité par la société d'analyse *Research and Markets*, environ 580 millions de kg de gomme à mâcher ont été consommés en 2016.

Les Etats-Unis constituent le marché le plus important du monde avec notamment une consommation massive de chewing-gums sans sucre. La consommation chinoise devrait dépasser la consommation américaine et devenir le plus gros consommateur mondial en volume d'ici 2023, grâce à une croissance plus rapide. L'Europe reste une zone importante de consommation de chewing-gums, Royaume-Uni et Italie en tête (Research and Markets, 2018).

Le marché du chewing-gum est un secteur concurrentiel pour lequel un grand nombre d'acteurs multinationaux se disputent des parts de marché. L'innovation de nouveaux produits avec des emballages attrayants est la principale stratégie adoptée par les géants de la confiserie (Research and Markets, 2018).

❖ EN FRANCE

En 2018, les ventes de chewing-gums ont enregistré une perte considérable de 4% en volume de vente et de 5% en valeur, tombant à 13 500 tonnes et à 445 millions d'euros (figure 2).

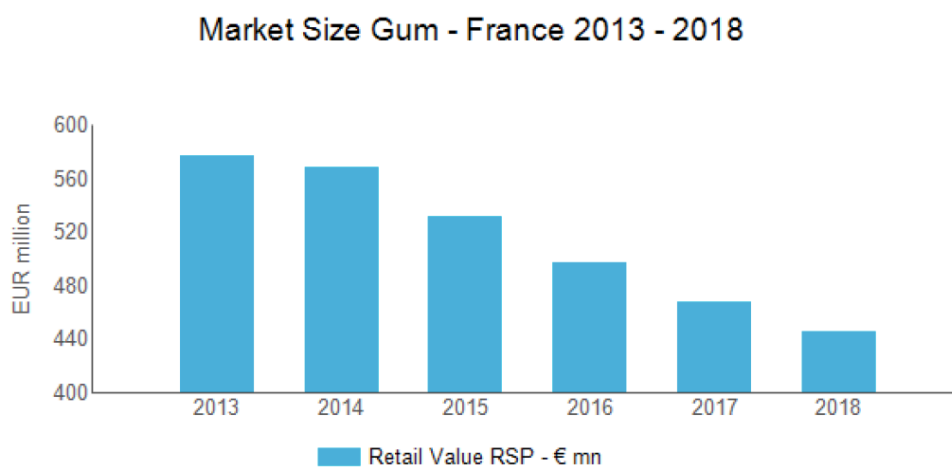


Figure 2 : taille du marché du chewing-gum en France en millions d'euros sur la période 2013-2018 (source : Euromonitor International, 2018)

La figure 3 présente le résultat d'une enquête réalisée à l'aide d'un questionnaire internet auquel 15038 personnes âgées de plus de 15 ans ont répondu concernant leur consommation de chewing-gums.

Au cours de la période d'enquête sur l'année 2017, il a été constaté qu'environ 3,8 millions de personnes en France consommaient du chewing-gum quotidiennement (Statista, 2018).

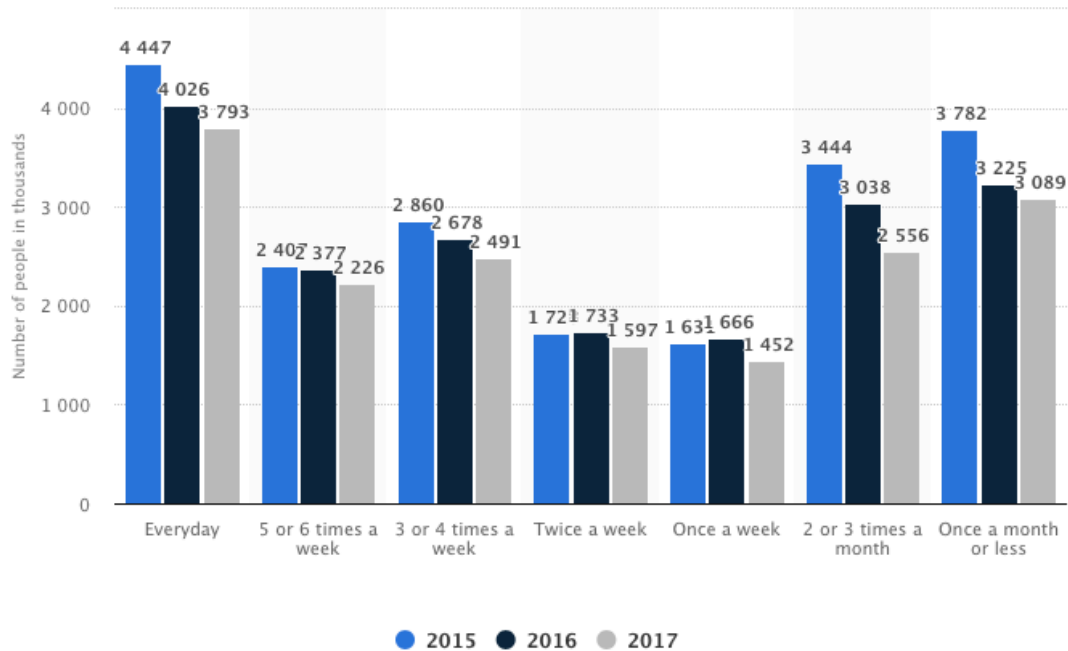


Figure 3 : consommation de chewing-gum en France de 2015 à 2017, par fréquence (source : Statista, 2018)

1.2.2. Les tendances

Le marché du chewing-gum est un oligopole dominé par les deux géants de l'agroalimentaire Mars (avec la marque Freedent par exemple) et Mondelez (avec entre autres les marques Hollywood et Malabar) (Cougard, 2014).

Le recul des ventes de chewing-gum ces dernières années est lié à différentes causes :

- Le développement des achats en ligne,
- Une réduction considérable du temps d'attente aux caisses par l'augmentation des caisses automatiques,
- Les téléphones portables associés aux applications et réseaux sociaux, de telle sorte que les clients qui attendent en caisse ne regardent plus les présentoirs de chewing-gum mais ont les yeux rivés sur leur smartphone. La tentation d'achat est alors diminuée,

- Une offre trop importante avec des innovations et des nouveaux concepts trop vastes,
- Une baisse d'intérêt pour le chewing-gum, notamment à cause des prix trop élevés.

Ainsi, il est alors nécessaire pour les industriels de renouveler l'offre, de proposer d'autres types de produits. Par exemple, les nouvelles pastilles Mini Mints d'Hollywood sont proposées à un prix d'appel inférieur à 1 € mais le prix au kilo reste relativement élevé. Wrigley France (du groupe Mars) a mis en place des nouveaux meubles équipés de leds. Hollywood, de son côté, affirme avoir eu de meilleurs résultats avec des caisses virtuelles habillées aux couleurs de la marque (Lavabre, 2018).

❖ CLASSIFICATION

Les chewing-gums sont principalement classés en fonction :

➤ De leurs propriétés :

- les chewing-gums avec sucres ;
- les chewing-gums sans sucre ;
- les chewing-gums BIO comme les chewing-gums Chicza® : 100 % naturel, biologique et biodégradable ;
- les chewing-gums thérapeutiques comme les chewing-gums Nicorette® : chewing-gum à la nicotine ; ou L.A Fuel Suprême Energy Gum® : chewing-gum énergisant qui réduit la fatigue, le stress, favorise la concentration et améliore les performances sportives.

➤ De leurs formes

Les différentes formes de chewing-gums sont reprises dans les figures 4 à 10 :



Figure 4 : les « bubble-gums », coupés et emballés, plus élastiques que les autres.
Exemple Malabar® (source : <http://www.cafosa.com>)



Figure 5 : les « sticks/tabs » sous forme de languettes (source :
<http://www.cafosa.com>)



Figure 6 : les « bâtonnets - tablettes » sous forme de pastilles (source :
<http://www.cafosa.com>)



Figure 7 : les « billes creuses » sous forme de boules (source :
<http://www.cafosa.com>)



Figure 8 : les « dragées fourrées » : chewing-gums remplis avec de liquide (source :
<http://www.cafosa.com>)



Figure 9 : les « enrobés » bonbons remplis de chewing-gum (source :
<http://www.cafosa.com>)



Figure 10 : les « comprimés » pour l'industrie pharmaceutique par exemple
(source : <http://www.cafosa.com>)

- De leurs emballages : en boîte, en sachet, en tube, *etc.*



Figure 11: divers emballages de chewing-gums (source : <https://www.gumlinkcc.com>)

- De leurs goûts : menthe poivrée, menthe verte, tropical, pastèque, fraise, *etc.*

1.3. Conception du chewing-gum

1.3.1. Principaux composants

Les chewing-gums ont une consistance caoutchouteuse et sont généralement produit à partir de chiclé, matière première provenant du latex naturel, largement remplacée aujourd'hui par des polymères synthétiques aux propriétés « élastiques » (élastomères), comme le polyisobutylène (Baysal et coll., 2010).

La fabrication d'un chewing-gum nécessite l'utilisation de divers ingrédients que l'on peut répartir en deux phases distinctes :

❖ PHASE INSOLUBLE DANS L'EAU

Elle est constituée par la gomme base. Bien que la composition exacte de la gomme base soit souvent un secret industriel, elle inclue dans la plupart des cas :

- Des élastomères : naturels ou synthétiques. L'élastomère joue un rôle important dans la libération des arômes. L'acétate de polyvinyle est l'un des ingrédients clés d'une formulation réussie en raison de sa nature non toxique et de ses caractéristiques physiques appropriées pour la fabrication de chewing-gum (Tisdale et Wilkins, 2014).

- Des solvants : le plus souvent des esters glycériques de colophane ou des résines terpéniques (Tisdale et Wilkins, 2014). Ils permettent de fournir une force et un corps cohésifs. Utilisés en grande quantité, le caractère collant de la gomme augmente à la surface de la dent.
- Des graisses,
- Des cires : leur ajout améliorerait les propriétés sensorielles en termes de libération d'arôme, de durée de conservation et de texture.
- Des émulsifiants : additifs alimentaires qui facilitent les émulsions et leur stabilisation (définition Larousse).
- Des plastifiants : composés ajoutés à un polymère dans le but de faciliter sa mise en forme (définition Larousse).
- Des charges (ou texturants) : ingrédients peu coûteux qui modifient la texture de la gomme base. Le carbonate de calcium, le magnésium, le silicate de magnésium et d'aluminium en sont des exemples.
- Des antioxydants tels que l'hydroxytoluène butylé (BHT), l'hydroxyanisole butylé (BHA) et les tocophérols, utilisés dans la formulation pour protéger certains composants présents dans la gomme base (Konar et coll., 2016).

❖ PHASE SOLUBLE DANS L'EAU

Cette phase s'ajoute à la précédente et est constitué des ingrédients suivants :

- Les sucres (dextrose, saccharose, fructose, maltose, sucre inverti séché), les édulcorants intenses (aspartame, acésulfame K) ou les édulcorants dits « de charge », les polyols (exemple : xylitol, mannitol, sorbitol, isomalt), qui ont un pouvoir sucrant moins élevé que celui du sucre et qui ne sont pas cariogènes (utilisés dans les chewing-gums sans sucre),
- Les arômes : la concentration d'ingrédients aromatisants dans le chewing-gum est d'environ 1% (Potineni et Peterson, 2008),
- Les colorants alimentaires : généralement renseigné par une abréviation débutant par « E » suivi de 3 chiffres. Exemple : E171 qui correspond au dioxyde de titane,
- Les épaississants,
- Les humectants,
- Les agents conservateurs (Konar et coll., 2016).

Exemple de la liste des ingrédients figurant sur le paquet de chewing-gum Wrigley's Freedent® Menthe verte (figure 12) :

- édulcorant sorbitol,
- isomalt,
- mannitol,
- aspartame,
- sel d'aspartame,
- acesulfame-acesulfame-K
- gomme base (contient de la lécithine de soja)
- arômes,
- humectant glycérol,
- agent d'enrobage carbonate de calcium,
- agent d'enrobage cire de carnauba,
- épaississant gomme arabique,
- colorant E 171,
- antioxydant BHA.

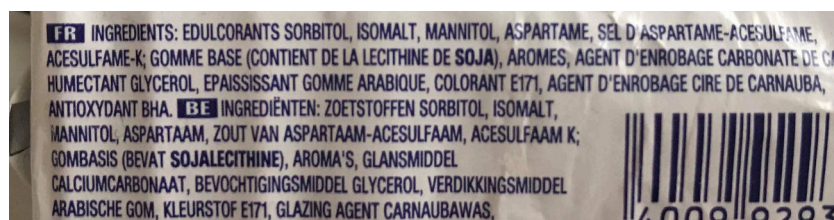


Figure 12 : paquet de chewing-gum Wrigley's Freedent® Menthe verte (source : document personnel)

Les chewing-gums avec sucres contiennent près de 80% en poids de sucre et de sirop de glucose mélangés à une gomme base (figure 13).

La principale différence entre les chewing-gums sucrés et ceux sans sucre repose sur une substitution du sucre (ou sirop de glucose) par des alcools de sucre et des édulcorants de haute intensité (Konar et coll., 2016).

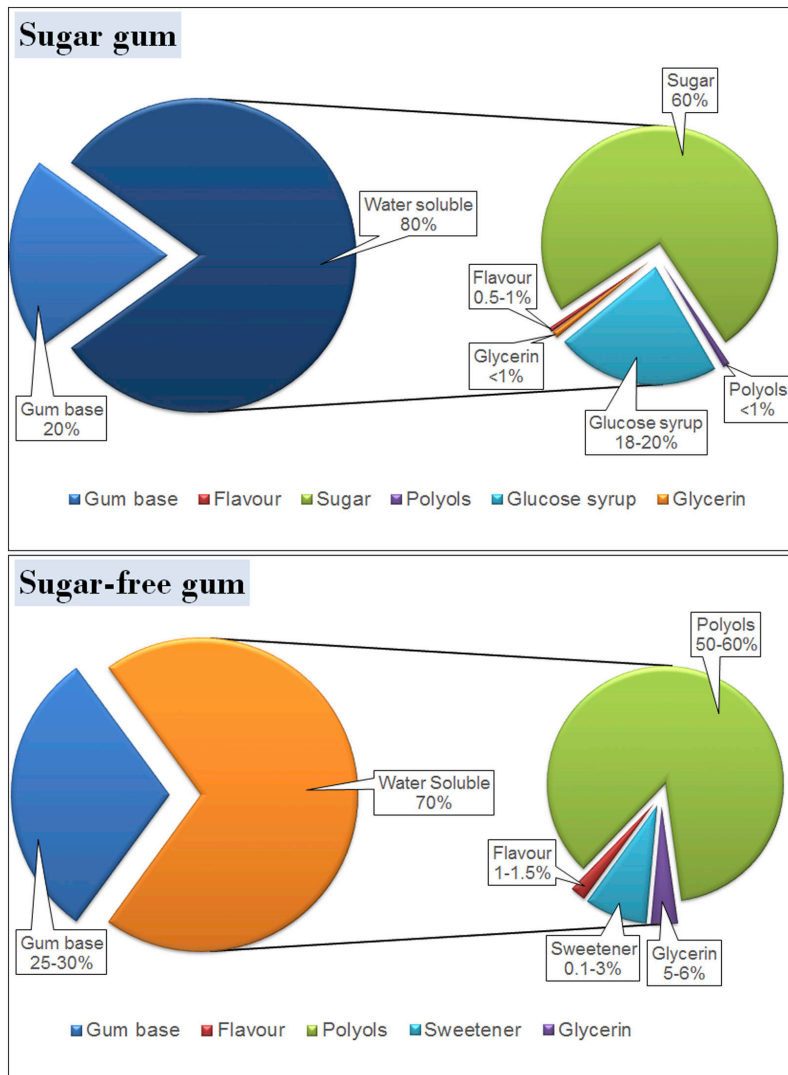


Figure 13 : formulation quantitative moyenne des composants de chewing-gum avec sucres et sans sucre (source : Konar et coll., 2016)

1.3.2. Étapes de fabrication

Après chauffage de la gomme base à une température comprise entre 70 et 120 ° C, un plastifiant liquide (par exemple un polyol, de la glycérine) est ajouté avec ou sans émulsifiant et ils sont mélangés pendant 2 à 8 min.

Puis, environ deux tiers des colorants et du sucre sont ajoutés et pétris pendant 1 à 4 min. Le reste de sucre et du colorant est ensuite ajouté. Enfin, les arômes sont incorporés et mélangés durant 1 à 4 min. En fonction de la formulation, si nécessaire, des antioxydants, des humectants et des charges sont ajoutés et malaxés pendant plus de 1 à 4 min. Vient ensuite le processus de laminage

(étirement et étalement du chewing-gum) et de découpage. En ce qui concerne le chewing-gum « enrobé », à cette étape, l'enrobage est réalisé à l'aide d'ingrédients tels que le sucre en poudre. La dernière étape consiste à emballer le produit fini « packaging » (Konar et coll., 2016).

NB : La durée de mélange mentionnée dépend de la structure de la gomme base, de la composition et du type de chewing-gum.

La figure 14 reprend les différentes étapes énumérées ci-avant.

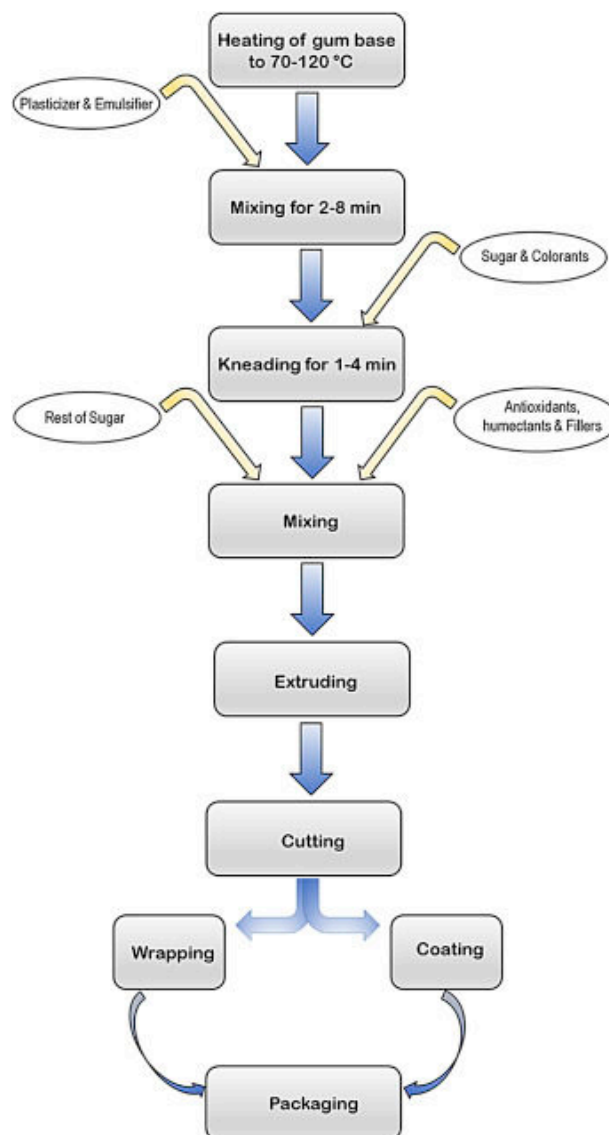


Figure 14 : principales étapes du processus de fabrication classique de chewing-gum (source : Konar et coll., 2016)

1.3.3. Réglementation

En France, un arrêté relatif aux substances entrant dans la composition des gommes à mâcher ou chewing-gums a été acté le 25 juin 2003.

L'article 1 stipule que les composants utilisés ne doivent pas présenter un danger pour la santé humaine et qu'ils doivent se conformer aux dispositions définies à l'annexe. Cette dernière présente une liste exhaustive des substances autorisées pour la fabrication de la gomme base. Nous pouvons y retrouver des gommes végétales telles que le chiclé du Venezuela, la gutta du Niger, le Manilkara achras ou le caoutchouc naturel (latex d'hévéa). Il peut aussi y avoir des gommes obtenues par synthèse, comme notamment, le polyéthylène.

Plusieurs résines et plusieurs cires, végétales ou animales, sont également autorisées dans la législation française en tant qu'agents structurants. Parmi eux, on retrouve, entre autres, des résines terpéniques, des esters glycériques de colophane hydrogénée, de la cire de candelilla, de la cire d'abeilles et de la paraffine raffinée naturelle.

Les critères de pureté et la teneur maximale des éléments chimiques autorisés sont renseignés dans l'annexe, avec par exemple, un taux maximum de 3mg/kg d'arsenic, de 0,5 mg/kg de mercure et de 75 mg/kg de lithium.

À noter que le principe de libre circulation n'est pas impacté par les dispositions du présent arrêté. Ainsi toutes les gommes à mâcher provenant d'autres Etats membres de l'Union européenne, ou d'autres parties contractantes de l'accord sur l'Espace économique européen, sont autorisées sous certaines conditions, telles que :

- la mise en place d'un moyen d'évaluation des risques présentés par l'emploi de ces substances, permettant d'assurer un niveau de sécurité équivalent à celui garanti par le présent article,
- des critères de pureté ayant fait l'objet d'un avis favorable d'une instance scientifique compétente dans l'un de ces pays (Legifrance, 2003).

2. EFFETS GENERAUX DU CHEWING-GUM SUR L'ORGANISME

2.1. Effets bénéfiques

2.1.1. Sur les performances cognitives, la vigilance, le stress et l'humeur

De récentes études confortent le concept selon lequel la mastication est associée à des fonctions cognitives telles que l'apprentissage, la mémoire et l'attention.

Une revue systématique a été réalisée par une équipe japonaise sur le sujet. Ils ont effectué une recherche en ligne dans la base de données PubMed le 5 août 2014 en utilisant les termes clés : « chewing OU mastication » et « attention OU vigilance (alertness) OU cognitif (cognitive) », sans délai spécifié de date de publication.

Un total de 151 résultats a été trouvé. Les études ont été incluses si elles répondaient aux critères suivants :

- présente dans un article original,
- examine l'effet de la mastication chez des enfants ou des adultes en bonne santé, mais pas chez des personnes âgées, afin d'exclure l'influence possible de la santé bucco-dentaire et des troubles cognitifs,
- évalue l'efficacité de l'attention, y compris la vigilance, le temps de réaction, par rapport à la non mastication de chewing-gum,
- rédigée en anglais.

Après l'application de ces critères de sélection, 22 articles ont été retenus dans la revue systématique.

Les études présentes dans ces articles ont montré que la mastication exerce un effet positif sur l'attention, l'humeur et le stress à court terme. Les effets ne perdurent qu'une vingtaine de minutes et les mécanismes de ces effets ne sont pas encore complètement élucidés (Hirano et Onozuka, 2015).

La mastication pourrait augmenter l'afflux sanguin au cerveau, intensifiant ainsi son oxygénation et ses capacités. Des études complémentaires sont nécessaires, mais la mastication pourrait être utile en tant que méthode simple pour améliorer quotidiennement les fonctions cognitives (Konar et coll., 2016).

Toutefois, nous avons trouvé une étude dérogeant à ces hypothèses.

Celle-ci montre, *a contrario*, que la mastication distrait les participants lors d'un exercice d'apprentissage. En effet, il a été constaté que les sujets mâchant de la gomme et devant retenir une série de lettres réalisaient en moyenne 10% de plus d'erreurs que ceux qui n'en mastiquaient pas. Ainsi les bienfaits du chewing-gum sur la mémoire sont discutés (Kozlov et coll., 2012).

2.1.2. Sur le sevrage tabagique

Le chewing-gum permet également l'administration de certaines substances pharmaceutiques, par voie locale (traitement de maladies buccales) mais aussi systémique (par absorption buccale ou ingestion de salive). Il est alors désigné comme « chewing-gum médicamenteux ». Sa forme galénique est à libération prolongée afin d'assurer une libération continue du principe actif. Ce type de formulation permet une meilleure observance des patients, notamment chez les enfants et les adolescents. De plus, son administration est facile car il peut être pris sans eau.

Certaines gommes à mâcher à base de nicotine sont utilisées en tant que substituts nicotiques dans le cadre d'un sevrage tabagique (figure 15). Ces gommes doivent être mâchées lentement afin de libérer progressivement la nicotine. Elles permettent de compenser le manque ressenti par l'absence de cigarette et de prévenir l'obsession de fumer en occupant le sujet à une autre tâche : la mastication. Cela permet aussi, comme cité précédemment en 2.1.1, de diminuer le stress lié à l'arrêt du tabagisme.



Figure 15 : paquet de gommes à mâcher Nicorette® (source : <https://www.nicorette.fr>)

2.1.3. Sur la fonction digestive

❖ EFFET SUR LA SATIETE ET LA REDUCTION DES COLLATIONS

L'exposition aux stimuli alimentaires sensibilise les circuits de récompense du cerveau et renforce l'attrance envers la nourriture. Par conséquent, la réduction de l'attrait des aliments pourrait être bénéfique pour prévenir une alimentation impulsive. La mastication, aux travers des impulsions sensorielles de la bouche, est de plus en plus considérée comme l'une des méthodes de réduction de l'appétit et de l'attrance pour la nourriture.

Dans leur étude, Akitsu Ikeda et coll., ont examiné les effets de cette mastication sur l'appétit au niveau de la voie de la récompense, et ont comparé ces effets dans une situation d'alimentation simulée (mastication de gomme sans goût) avec ceux dans une situation d'alimentation réelle (c'est-à-dire l'ingestion d'un repas standard).

Leurs résultats suggèrent que la mastication réduit l'appétit subjectif et l'attrance envers les aliments. Même en l'absence de goût, d'odeur et d'ingestion, le simple fait de stimuler la mastication, avec une gomme par exemple, peut affecter les circuits de récompense et aider à contrôler le désir de manger.

Des investigations supplémentaires seraient nécessaires pour éclaircir l'effet de la mastication sur la satiété (Ikeda et coll., 2018).



Figure 16 : paquet de gommages à mâcher Oenobiol® Minceur « Contrôle fringales »
(source : <https://www.oenobiol.com>)

La gomme à mâcher « Oenobiol® Contrôle fringales », par exemple, est un complément alimentaire qui a plusieurs vertus (figure 16).

Elle diminue les envies de grignotage grâce à la Caroube, un fruit du caroubier dont la pulpe contenue dans ses gousses a la capacité de gonfler dans l'estomac pour procurer un effet de satiété. Elle diminue aussi les envies de sucré grâce à l'extrait de *Gymnema sylvestre*, inhibiteur de saveur sucrée. Cet actif permet de neutraliser le goût sucré et peut laisser une légère amertume sur la langue lorsqu'il entre en action. Enfin, elle maintient une glycémie normale grâce au Chrome, oligo-élément essentiel, le chrome contribue au maintien d'un taux de sucre normal dans le sang, c'est un bon régulateur de glycémie.

❖ PREVENTION DES MAUX DE TRANSPORTS (NAUSEES, VARIATIONS DE PRESSION)

En 2016, Mansi Paradkar et coll., publient leurs travaux de recherches sur une formulation de chewing-gums médicamenteux, à base de maléate de dompéridone, permettant de soulager rapidement les nausées et les vomissements.

Le maléate de dompéridone, plus connu sous le nom commercial « Motilium® », possède des propriétés antiémétiques.

Ils en tirent la conclusion que la formulation développée de gomme à mâcher pourrait constituer une meilleure alternative par rapport aux comprimés dispersibles existants.

La formulation de ce chewing-gum médicamenteux est une nouvelle approche prometteuse pour le traitement des nausées et des vomissements associés au mal des transports (cinétose) et à d'autres conditions physiopathologiques (grossesse, chimiothérapie). Il améliore la biodisponibilité, par diffusion à travers la muqueuse buccale, et l'observance du traitement par le patient. Cependant, des données pharmacocinétiques sont nécessaires pour le prouver davantage (Paradkar et coll., 2016).

Dans la même année, Abolfazl Aslani et coll., ont réalisé une étude qui a permis de formuler un chewing-gum à base de gingembre, dont certains de ses composés phénoliques tels que les gingérols et les shogaols, sont efficaces contre les nausées et notamment le mal des transports (Aslani et coll., 2016).

Une société anglaise a commercialisé un chewing-gum 100% naturel à base de gingembre, Sea-Band®, pour prévenir les vomissements et lutter contre le mal des transports (figure 17).



Figure 17 : chewing-gum de voyage anti-nausées - Sea Band® (source : <https://www.naturalforme.com>)

De plus, la gomme à mâcher permet aussi de réduire l'inconfort lié aux variations de pression dans les oreilles lors de voyages aériens. Le fait de mâcher de la gomme va inciter les glandes salivaires à produire davantage de salive, et ainsi permettre de déglutir plus souvent. Le fait d'avaler ouvre un conduit tubulaire, qui va de l'oreille moyenne à l'arrière de la gorge, appelé la « trompe d'Eustache ».

Cette action équilibre la pression entre l'oreille moyenne et l'air environnant et aide à s'adapter à la pression de l'avion (Hunter, 2003).

❖ AMELIORATION DU TRANSIT INTESTINAL EN POST-OPERATOIRE

La mastication de chewing-gum est considérée comme une méthode simple, rapide et peu coûteuse pour stimuler la motilité intestinale après une chirurgie abdominale. En effet, lors de la mastication, le réflexe vago-vagal s'active. C'est un circuit réflexe entre le cerveau et l'appareil digestif *via* le nerf vagal (X). Par stimulation indirecte, des hormones gastro-intestinales impliquées dans la digestion sont libérées. Parallèlement, la production salivaire augmente ainsi que la sécrétion de liquide gastrique et pancréatique.

La mastication prépare donc l'estomac à recevoir de la nourriture, en commençant la première phase du processus de digestion, appelée céphalique.

Dans la littérature, il est désormais admis qu'un apport nutritionnel oral précoce après une chirurgie abdominale est associé à une récupération plus rapide des

fonctions intestinales. Cependant, de nombreux cliniciens sont réticents à réintroduire précocement une alimentation orale par peur des complications (exemple : « fausse route »). Le chewing-gum serait alors une bonne alternative, néanmoins, son utilisation n'est pas sans risque non plus : par exemple, s'il est inhalé, il peut obstruer les voies respiratoires. Par conséquent, il doit être prescrit après une évaluation précise de tous les risques et administré après l'évaluation du niveau de conscience du patient et de sa capacité à mastiquer (Boarin et coll., 2017 ; Park et coll., 2018).

Nous retrouvons plusieurs études dans la littérature sur les effets de la mastication de chewing-gum, sous forme d'alimentation simulée, après une intervention chirurgicale abdominale.

Certaines soulèvent des effets positifs telles qu'une reprise plus rapide de la motricité intestinale, une réduction du temps d'apparition des premières flatulences et des premières selles, une réduction de la durée de séjour et donc, du coût de la prise en charge, ainsi qu'un effet analgésique (Ziouziou et coll., 2017).

Quelques exemples de chirurgies abdominales sur lesquelles le chewing-gum a fait ses preuves :

Cystectomie radicale

C'est une dérivation urinaire, dans laquelle une partie du petit intestin, généralement l'iléon, est réséquée et utilisée comme conduit urinaire. Une des fréquentes complications est l'iléus post-opératoire (IPO). Il se caractérise par une distension abdominale et une altération temporaire de la motilité intestinale accompagnées de symptômes tels que nausées, vomissements, douleurs et crampes.

L'ensemble des solutions visant à prévenir ou guérir l'IPO est regroupé dans des protocoles de soins dits « de récupération améliorée », dont le chewing-gum fait partie.

Plusieurs méta-analyses et revues systématiques ont montré que, chez les patients ayant reçu un traitement par chewing-gum, les délais de reprise de gaz, de la première défécation, des mouvements intestinaux et de la durée de séjour hospitalier étaient diminués.

À noter cependant que les avis divergent quant à la durée de séjour, certaines études n'ont pas montré de réduction significative de cette durée (Venara et coll., 2016 ; Boarin et coll., 2017).

Chirurgie gastro-intestinale

Les études sur la chirurgie gastro-intestinale mettent en exergue une efficacité significative du chewing-gum sur des points spécifiques liés au rétablissement de la fonction intestinale (flatulence, mouvements spasmodiques, selles). Au contraire, l'efficacité sur la réduction des complications et du temps d'hospitalisation reste incertaine (Boarin et coll., 2017).

Chirurgie gynécologique

Un essai contrôlé randomisé (ECR) a été conduit dans un hôpital turc sur 149 patients subissant une chirurgie sous anesthésie générale pour différents néoplasmes gynécologiques. Le premier jour post-opératoire, le néoplasme a été retiré et le chewing-gum a été administré trois fois par jour pendant 30 minutes. L'apparition des premières flatulences était plus rapide dans le groupe expérimental que dans le groupe témoin. Le temps moyen pour les premiers mouvements intestinaux dans le groupe expérimental a été réduit, ainsi que le temps moyen de formation des selles.

Un régime alimentaire normal était toléré après 4 jours dans le groupe expérimental et après 5 jours dans le groupe témoin. De plus la durée de séjour était réduite (5,9 versus 7,0 jours) ($p < 0,001$) (Ertas et coll., 2013).

La seule étude secondaire réalisée sur la chirurgie gynécologique est une méta-analyse de 6 ECR sur l'utilisation de chewing-gum chez 939 femmes subissant une césarienne. Les résultats ont montré que l'utilisation de chewing-gum était bénéfique pour la motilité intestinale et la réduction de la durée de séjour (Zhu et coll., 2014 ; Boarin et coll., 2017).

Prostatectomie

La prostatectomie est une ablation de la prostate.

Une équipe de Corée du Sud a comparé différentes méthodes post-opératoires permettant de récupérer sa fonction intestinale après une prostatectomie laparoscopique assistée par robot (RALP).

Ils ont réalisé une étude prospective entre mars 2017 et février 2018 sur 716 patients opérés du RALP à l'Hôpital Severance de Séoul, en Corée du Sud.

Les instructions relatives aux différentes méthodes de récupération post-opératoires (mobilisation, massage abdominal, traitement par compresses chaudes et mastication de chewing-gum) ont été présentées aux patients. Ces derniers ont ensuite indiqué sur un formulaire à quel moment ces tâches avaient été effectuées, ainsi que le temps nécessaire pour voir apparaître les premières flatulences.

Une analyse de Kaplan – Meier a montré que toutes ces méthodes avaient un effet positif sur la motilité intestinale après la RALP.

Toutefois, il y a plusieurs limites dans cette étude. Premièrement, les flatulences ne constituent peut être pas un paramètre fiable car cela nécessite un patient conscient qui doit en informer les investigateurs. Deuxièmement, cette étude est basée sur des questionnaires auto-déclarés par les patients. Lorsque les patients signalent le nombre et la durée de la mobilisation, du massage abdominal, de la thérapie de compresse chaude et de la mastication de gomme après une intervention chirurgicale, il peut y avoir des informations erronées et/ou manquantes (Park et coll., 2018).

Chirurgie colorectale

Selon les preuves actuelles, le chewing-gum constitue une méthode peu coûteuse, bien tolérée, sûre et efficace pour améliorer l'iléus après une chirurgie colorectale. Cependant, des essais multicentriques étroitement contrôlés, randomisés et considérablement plus grands sont nécessaires pour valider ces conclusions (Liu et coll., 2017).

2.1.4. Sur le métabolisme

❖ LIBERATION DE VITAMINES

Une récente étude américaine réalisée sur 15 participants en bonne santé, a prouvé le potentiel des chewing-gums à délivrer des vitamines (figure 18).

Ils ont conclu que lors de la mastication de gommes supplémentées, des vitamines hydrosolubles et liposolubles sont libérées dans la salive ; parmi elles : le rétinol (vitamine A), la thiamine (vitamine B1), la riboflavine (vitamine B2), la niacinamide

(vitamine B3), la pyridoxine (vitamine B6), l'acide folique (vitamine B9), la cyanocobalamine (vitamine B12), l'acide ascorbique (vitamine C) et l' α -tocophérol (vitamine E).

Les concentrations plasmatiques en rétinol, pyridoxine, acide ascorbique et α -tocophérol augmentent également (Khoo et coll., 2018).

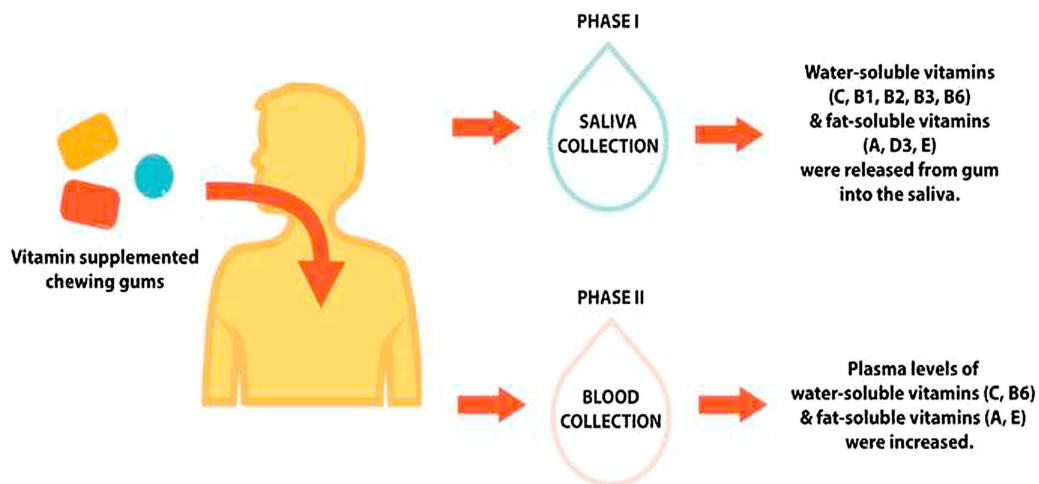


Figure 18 : illustration de la distribution des vitamines dans la salive et le sang (source : Khoo et coll., 2018)

L'utilisation de produits disponibles dans le commerce pour réaliser cette étude est un point fort car cela accroît la pertinence des résultats pour le grand public et facilite les futurs essais cliniques à plus grande échelle. Malgré quelques limites, comme le faible nombre de participants au test, l'étude démontre l'utilité potentielle du chewing-gum en tant que vecteur de distribution des vitamines hydrosolubles et liposolubles. Les recherches futures devront être axées sur la démonstration de l'efficacité des gommes dans la durée (traitement chronique) pour améliorer les carences vitaminiques (Khoo et coll., 2018).

❖ SYSTEME IMMUNITAIRE

Mastiquer du chewing-gum permet d'augmenter les niveaux d'expression dans la peau de deux molécules impliquées dans le système immunitaire, la β -défensine 2 humaine (hBD-2) et l'immunoglobuline A sécrétée (SIgA).

En effet, une récente étude réalisée par le collège dentaire de Tokyo visait à évaluer l'influence de la mastication sur les niveaux d'expression de hBD-2 et de SIgA. L'étude incluait 15 hommes en bonne santé, sans dent manquante (âge moyen: 25,5 ± 2,5 ans). Les sujets ont chacun mâché un chewing-gum pendant 30 minutes.

Des échantillons de salive et de peau ont été recueillis avant et après la mastication à 15 et 30 minutes.

Les concentrations et les niveaux d'expression de hBD-2 et de SIgA dans les échantillons ont été déterminés à l'aide de différents tests.

Le résultat est le suivant : le niveau de hBD-2 dans les échantillons cutanés est significativement différent avant ($99,4 \pm 17,3$ pg / mL) et après avoir mâché le chewing-gum ($142 \pm 23,0$ pg / mL). Le taux de SIgA dans les échantillons cutanés était également significativement différent avant ($2,39 \pm 0,25$ µg / mL) et après la mastication ($3,61 \pm 0,33$ µg / mL).

Cependant, aucune différence significative n'a été notée dans le taux de sécrétion de hBD-2 ou SIgA dans la salive avant et après la mastication (Ishida et coll., 2018).

2.2. Effets négatifs

2.2.1. Sur la fonction digestive

❖ EN POST-OPERATOIRE

A contrario, d'autres études soulignent qu'il n'y a pas d'effet significatif après certaines chirurgies lors de la prise de chewing-gum en post-opératoire. Notamment pour les deux opérations suivantes :

Chirurgie de l'estomac

Entre mars 2014 et mars 2016, un essai contrôlé randomisé a évalué l'efficacité de la mastication de gomme sur la fonction intestinale post-opératoire chez des patients ayant subi une gastrectomie laparoscopique.

75 patients atteints d'un cancer de l'estomac ont subi une chirurgie laparoscopique à l'hôpital de Shanghai Tongji et ont été répartis de manière aléatoire en deux groupes : 38 dans le groupe « gomme à mâcher » et 37 dans le groupe témoin « sans gomme ». Les conclusions sont telles que la mastication de chewing-gum après une gastrectomie laparoscopique n'accélère pas le retour de la fonction

gastro-intestinale. De plus, la mastication de gomme peut augmenter la douleur du patient le deuxième jour post-opératoire (Ge et coll., 2017).

Transplantation de foie

Une étude a évalué l'effet de la mastication de chewing-gum sur la réduction du délai des premières flatulences et sur l'alimentation orale chez des patients subissant une greffe de foie d'un donneur vivant ou décédé.

29 patients ont été randomisés dans le groupe témoin (sans gomme) et 30 dans le groupe expérimental (avec gomme). Il n'y avait pas de différence significative dans l'apparition des premières flatulences et la durée de séjour était également similaire. Ils ont conclu qu'une alimentation simulée avec une gomme à mâcher ne raccourcissait pas la durée de l'iléus post-opératoire et ne facilitait pas la prise orale après une greffe de foie (Lee et coll., 2016).

D'autre part, la mastication envoie, *via* des impulsions sensorielles de la bouche, un message au pancréas pour qu'il sécrète des enzymes digestives, telle que la ptyaline, en prévision de la réception d'aliments.

Une personne qui mâche de la gomme pendant de longues périodes chaque jour, sans envoyer de nourriture dans le tube digestif, initie donc cette procédure mais aucun aliment n'est reçu pour la digestion. Les enzymes digestives sont alors produites sans résultat. Avec le temps, le pancréas peut devenir stressé, produire moins d'enzymes et digérer les aliments avec moins d'efficacité (Hunter, 2003).

❖ EFFET LAXATIF, BALLONNEMENTS, FLATULENCES, SYNDROME DU COLON IRRITABLE (SCI)

Une étude publiée en janvier 2008 dans le British Medical Journal (BMJ) a exposé deux cas de patients, traités par des gastro-entérologues allemands, ayant consommé de grandes quantités de sorbitol.

Une femme de 21 ans souffrant de fortes douleurs abdominales depuis huit mois avait maigri de 11 kg et un homme de 46 ans avait perdu 22 kg en un an.

Le sorbitol fait partie de la famille des polyols, au même titre que le mannitol et le xylitol. Ils sont souvent utilisés comme édulcorant dans les chewing-gums sans sucre. Le sorbitol est mal absorbé par l'intestin grêle et agit comme un agent osmotique. L'ingestion de quantités relativement faibles (5 à 20 grammes) provoque

des symptômes gastro-intestinaux, tels que des gaz, des ballonnements et des crampes abdominales. Des doses plus élevées (20 à 50 grammes) peuvent provoquer une diarrhée osmotique, accompagné d'une perte de poids importante, comme cela a été le cas chez les deux patients dont il est question dans l'étude.

Des examens diagnostiques approfondis ont été réalisés chez ces patients et sont apparus normaux. Seule une analyse minutieuse des antécédents alimentaires et la découverte d'un écart osmotique anormalement élevé ont conduit au diagnostic final.

Ces derniers ont affirmés renouveler fréquemment leur chewing-gum.

La jeune femme consommait quotidiennement l'équivalent de 18 à 20 grammes de sorbitol (un chewing-gum en contient 1,25 gramme), et l'homme mâchait environ 20 chewing-gums, ce qui explique les fortes doses de sorbitol ingérées.

Ces habitudes pourraient en partie expliquer pourquoi seule une minorité de personnes qui mâchent du chewing-gum développent une diarrhée.

L'arrêt de ce type de consommation a rapidement fait cesser les symptômes (Bauditz et coll., 2008).

Enfin, la mastication de la gomme à mâcher induit une production accrue de salive.

En l'avalant, l'individu déglutit de l'air (aérophagie), ce qui peut provoquer des ballonnements et des flatulences.

Les polyols fermentescibles, tels que le sorbitol, maltitol et xylitol, peuvent induire, en plus d'un effet laxatif, des symptômes de flatulence, de malaises abdominaux et accentuer les symptômes des personnes souffrant du syndrome du côlon irritable. Ce syndrome fréquent correspond à un trouble de l'intestin provoquant des douleurs abdominales, associées à une constipation ou une diarrhée, ou une alternance des deux (Silva et coll., 2015 ; Lenhart et Chey, 2017 ; Delaby, 2018).

Les études récentes sur le sujet sont très infimes et méritent d'être approfondies. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les effets de polyols spécifiques sur la fonction gastro-intestinale.

2.2.2. Sur les maux de tête et migraines

Une équipe médicale en Israël a évalué l'influence d'une mastication quotidienne et excessive de chewing-gums chez des enfants et adolescents souffrant de maux de tête chroniques.

Trente patients (dont 25 filles) ont été recrutés parmi les 183 enfants et adolescents vus dans leur clinique. Leur âge était compris entre 6 et 19 ans, l'âge médian était de 16 ans. 60% souffraient de migraines, 40% souffraient de céphalées de type tension. Leurs symptômes étaient présents depuis quatre mois à quatre ans.

Ces personnes ont été classées en quatre groupes en fonction du nombre d'heures quotidiennes de chewing-gum.

Tous les sujets ont cessé de mâcher pendant un mois, puis ont repris l'habitude et ont été interrogés de nouveau après deux à quatre semaines.

Les résultats sont tels qu'après l'arrêt du chewing-gum, 26 patients ont vu une amélioration : 19 d'entre eux ont signalé une résolution complète des symptômes, 7 autres ont signalé une amélioration partielle.

Chez les quatre patients restants, aucune amélioration ne s'est produite.

Parmi les 26 patients ayant signalé un soulagement complet ou partiel, 20 ont repris l'habitude de mastication et ont signalé une rechute en quelques jours.

Un examen des dossiers deux ans plus tard a montré qu'aucun des 26 patients n'était retourné à la clinique pour se plaindre de maux de tête depuis la réalisation de l'étude.

Les médecins-auteurs de cette étude pensent que la sur-utilisation des articulations temporo-mandibulaires (ATM) était le mécanisme responsable des céphalées chez leurs patients, notamment, d'après des rapports antérieurs, chez les patients qui mâchent de la gomme pendant plus de 3 heures par jour.

Un biais potentiel causé par le fait que les investigateurs ont pleinement informé les patients du lien possible entre la mastication de gomme à mâcher et leur mal de tête ne peut pas être exclu. Néanmoins, la majorité des patients ont signalé une amélioration totale ou marquée lors de l'élimination de l'élément déclencheur, ce qui ne peut être le résultat d'une auto suggestion.

La réponse impressionnante suite à l'arrêt de la mastication conforte leurs avis que la mastication, ainsi que la charge appliquée aux articulations temporo-mandibulaires jouent un rôle majeur dans les symptômes.

Toutefois, des études à grande échelle et à plus long terme sont nécessaires pour corroborer le lien apparent entre une mastication quotidienne excessive et des maux de tête chroniques.

Ces études détermineraient également si la charge mécanique sur l'ATM est le mécanisme physiopathologique du mal de tête ou si d'autres facteurs peuvent avoir joué un rôle chez ces patients, comme par exemple, le stress émotionnel, les caractéristiques anatomiques de la face ou l'aspartame, un édulcorant présent dans de nombreuses gommes commerciales (Waternberg et coll., 2014).

En attendant, il semble prudent de suggérer que les sujets souffrant de migraine ou de céphalée de type tension doivent éviter ou limiter la mastication de chewing-gum dans leur mode de vie. Cela devrait faire l'objet d'une plus grande attention dans la littérature médicale. La sensibilisation des médecins et des patients à cette association pourrait avoir un impact significatif sur la qualité de vie des patients souffrant de céphalées chroniques qui mâchent de la gomme de façon excessive (Lippi et coll., 2015).

2.2.3. Des additifs alimentaires

Le colorant blanc E171, correspondant au dioxyde de titane (TiO_2), est un additif largement utilisé par les industriels. Il entre notamment dans la composition des gommes à mâcher et des dentifrices. Le TiO_2 possède des nanoparticules (NPs). L'innocuité de ces dernières est souvent remise en cause car elles seraient probablement cancérogènes.

Une étude de l'institut national de la recherche agronomique (INRA), publiée en 2017 et piloté par l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), montre que l'exposition chronique de rats au TiO_2 par voie orale serait susceptible d'entraîner des lésions précancéreuses, des effets promoteurs potentiels de la cancérogenèse. Toutefois, les résultats ne permettent pas de conclure sur les effets sur l'Homme.

Au vu de ces résultats, les ministères chargés de la consommation, de la santé et de l'alimentation ont décidé de saisir l'Agence afin de réaliser une étude critique détaillée de cette publication de l'INRA et de déterminer si cette seule étude est de nature à remettre en cause les précédentes conclusions de l'European Food Safety Authority (EFSA) relatives à « la réévaluation du E171 » publiée en 2016.

L'ANSES souligne la nécessité de conduire des études pour caractériser le danger associé au E171 et établir une dose journalière admissible pour le E171 (ANSES, 2017).

Pour estimer de manière réaliste le nombre et la quantité de NPs de TiO₂ ingérés avec les aliments, une équipe de chercheurs italiens a appliqué une méthode de microscopie électronique à transmission combinée à une spectrométrie d'émission optique à plasma à couplage inductif.

Différents pourcentages de NP de TiO₂ (6 à 18%) ont été détectés dans le colorant E171 auprès de divers fournisseurs.

Huit chewing-gums ont été analysés. Dans l'un des échantillons, les NPs de TiO₂ étaient absentes. Cependant, dans les sept autres chewing-gums, les NPs de TiO₂ se situaient entre 0,01 et 0,66 mg / gomme, ce qui correspond à 7-568 milliards de NPs / gomme.

Cette étude a estimé que la masse de NP de TiO₂ ingérée avec les chewing-gums par la population européenne allaient de 0,28 à 112,40 µg / kg / jour, et que les enfants ingéraient une quantité de titane plus petite que celle des adolescents et des adultes.

Bien que ce niveau puisse paraître négligeable, il correspond à 0,1–84 milliards de NPs de TiO₂ par kilogramme par jour ce qui soulève des questions importantes concernant leur accumulation potentielle dans le corps, pouvant entraîner des effets à long terme sur la santé des consommateurs (Fiordaliso et coll., 2018).

3. IMPACT DU CHEWING-GUM SUR LA SANTE BUCCO-DENTAIRE

3.1. Effets mécaniques

3.1.1. Sur la plaque dentaire et la gingivite

La plaque dentaire est un terme général pour désigner le biofilm bactérien qui se développe sur les surfaces dentaires.

La carie, quant à elle, est une maladie multifactorielle qui opère une destruction des tissus minéralisés dentaires. Elle résulte de l'intersection de quatre facteurs fondamentaux :

- l'individu : ses dents, sa salive, ses défenses, *etc.* ;
- la plaque dentaire, la flore bactérienne buccale : bactéries agressives *versus* bactéries protectrices ne produisant pas d'acide ;
- le substrat : dans le régime alimentaire, ce qui est le plus susceptible de fournir les nutriments de base aux bactéries ;
- le facteur temps : durée et fréquence durant laquelle les aliments ingérés sont en contact avec la flore de la plaque dentaire.

Lorsque ces quatre éléments sont réunis, la carie peut apparaître.

Des études cliniques ont montré que mâcher des chewing-gums sans sucre pendant vingt minutes après chaque prise alimentaire aide à prévenir l'apparition des lésions carieuses.

En effet, cette mastication permet d'accroître le flux salivaire et de chasser ainsi les débris alimentaires présents sur les surfaces dentaires (balayage mécanique).

À noter que tous les chewing-gums labellisés par l'UFSBD (Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire) sont sans sucre.

Toutefois, il est important de rappeler que mâcher un chewing-gum sans sucre ne remplace pas le brossage des dents ni l'usage du fil dentaire. Ce n'est pas un substitut.

Le brossage des dents est recommandé deux fois par jour avec un dentifrice fluoré et le nettoyage de la plaque entre les dents une fois par jour avec un outil interdentaire (fil dentaire, brossette, etc.).

Cependant, à chaque fois que les dents ne peuvent être nettoyées, comme par exemple après un déjeuner sur son lieu de travail, l'UFSBD recommande de mâcher un chewing-gum sans sucre, ce qui constitue un moyen efficace de lutte contre les caries. Ces dernières années, plus de 25 associations dentaires, dont l'UFSBD en France, ont reconnu la valeur des preuves scientifiques qui démontrent les bénéfices des chewing-gums sans sucre (UFSBD).

Une étude publiée dans le Journal Indien de la Recherche Dentaire (*Indian Journal of Dental Research*) a cherché à comprendre l'effet thérapeutique des chewing-gums sans sucre (l'un à base de xylitol et l'autre à base de sorbitol) sur la plaque dentaire et la gingivite, qui est une inflammation des gencives. Le facteur déclenchant de toutes maladies parodontales, telle que la gingivite, est une accumulation de bactéries. Le but du traitement repose donc sur l'élimination bactérienne, l'élimination de la plaque et du tartre.

Un essai randomisé en double aveugle a été réalisé sur des écoliers âgés de 14 à 15 ans dans une école privée à Bangalore, pendant 14 jours. La taille de l'échantillon était de 48 personnes. Les participants ont été répartis au hasard dans deux groupes tests (xylitol, $n = 12$ et sorbitol, $n = 12$) ainsi que dans un groupe témoin (pas de gomme, $n = 24$).

Une évaluation initiale des scores de plaque et de saignement a été mise en œuvre avant l'expérience. Pendant chacun des 14 jours de l'essai, les enfants sélectionnés ont reçu deux chewing-gums (1,1 g chacun) à mâcher pendant 20 minutes après le petit-déjeuner et le déjeuner.

L'évaluation post-intervention du score de plaque a suggéré qu'il y avait une réduction significative de ce score pour les groupes tests xylitol (18%) et sorbitol (17%) par rapport au groupe témoin (1%). De même, une réduction de 34% de l'indice gingival (GI) pour le xylitol et de 27% pour le sorbitol a été observée, contre 5% dans le groupe témoin.

Ainsi les gommes sans sucre (xylitol et sorbitol) ont considérablement réduit le score de plaque et, *a fortiori*, le saignement (Saheer et coll., 2019).

Se référer à la partie 3.2.1 qui complète cette partie sur les effets mécaniques du chewing-gum. Elle met en exergue les effets chimiques de certaines substances sur la plaque et la gingivite.

Le chewing-gum pourrait également réduire les taches extrinsèques présentes à la surface des dents ou inhiber leur formation. L'efficacité est toutefois plus faible comparée aux traitements au fauteuil.

D'autre part, une clairance orale accélérée des agents de coloration tels que le thé ou le café, à l'aide du flux salivaire stimulé par les chewing-gums, pourrait réduire la formation de taches extrinsèques (Dodds, 2012).

3.1.2. Sur les articulations temporo-mandibulaires et le système musculaire

L'articulation temporo-mandibulaire (ATM) est une articulation entre la mandibule et l'os temporal du crâne (figure 19). Elle est composée de trois principaux éléments :

- le condyle mandibulaire ;
- la cavité glénoïde de l'os temporal ;
- le disque articulaire situé entre les deux précédents.

Cette articulation est située en avant des conduits auditifs. Elle est systématiquement sollicitée lors des mouvements de mastication. Certains muscles sont impliqués dans les mouvements de l'ATM tels que, par exemple, les muscles masséters, temporaux et ptérygoïdiens (figure 20).

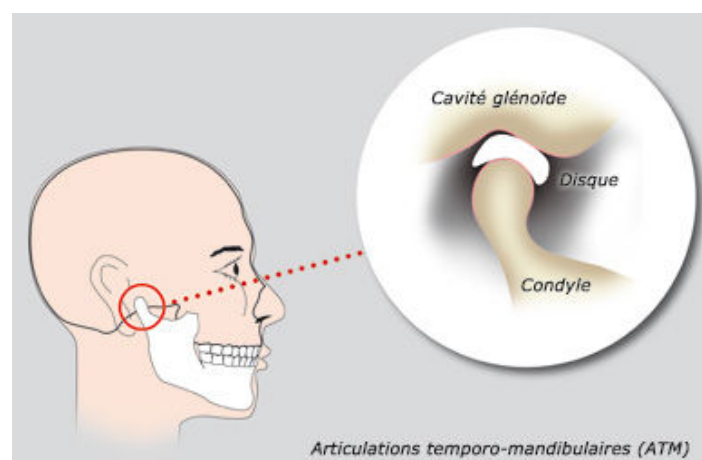


Figure 19 : schéma de l'articulation temporo-mandibulaire (source : Strube, 2016)

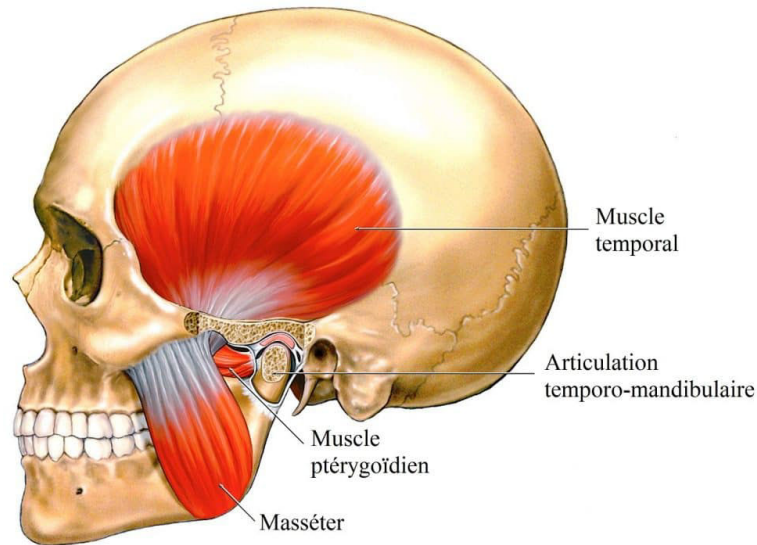


Figure 20 : représentation des muscles masséter, temporal et ptérygoïdien

(source : Defilippo, 2015)

Les ATM sont les articulations les plus mobilisées du corps humain. Elles peuvent parfois présenter des dysfonctions appelées DTM : Dysfonctionnements Temporo Mandibulaires. Plusieurs facteurs étiologiques peuvent intervenir, tels que des facteurs génétiques, environnementaux, le stress, la personnalité, les contraintes physiques et les facteurs occlusaux.

Une étude commune entre une université italienne et une université danoise a étudié les effets d'une mastication prolongée de chewing-gums sur la douleur et la fatigue des muscles masticateurs. Quinze femmes sans troubles temporo-mandibulaires ont été invitées à effectuer les tâches de mastication suivantes : mastication unilatérale de gommes et mastication à vide sans bol alimentaire pendant 40 minutes à une vitesse constante de 80 cycles par minute. À chaque séance, les douleurs musculaires et la fatigue masticatoire ont été évaluées sur des échelles visuelles analogiques (EVA) avant, pendant et après la tâche de mastication. Les scores EVA pour la douleur et la fatigue ont augmenté de manière significative uniquement pendant la mastication de gomme dure, et après 10 minutes de récupération, les scores EVA ont de nouveau diminué, presque à leurs valeurs initiales.

Ainsi, les résultats indiquent que la mastication unilatérale prolongée de chewing-gum chez de jeunes femmes en bonne santé provoque une augmentation de la

douleur et de la fatigue musculaire mais les muscles récupèrent rapidement lorsque la mastication cesse (Farella et coll., 2001 ; Mejersjö et coll., 2016).

Les données de la littérature sur les liens entre la mastication de chewing-gums et les troubles de l'ATM sont très faibles. Il en ressort que le chewing-gum est rarement impliqué dans l'étiologie principale des troubles de l'ATM mais il reste toutefois un facteur qui peut potentialiser les douleurs, principalement musculaires, lorsqu'il est consommé de manière intensive. Il serait donc conseillé aux patients algiques d'éviter la mastication trop fréquente de gommes afin d'éviter les contraintes soumises aux articulations.

Koutris et coll. ont suggéré dans leur étude que les signes et symptômes des troubles de l'ATM pourraient être associés à une hyperactivité des muscles masticateurs. La douleur serait causée par une ischémie de ces muscles et l'accumulation de métabolites (type acide lactique). Cela expliquerait également pourquoi les sentiments de fatigue et de douleur disparaissent si tôt après l'exercice ; le flux sanguin à travers les muscles masticateurs est rétabli rapidement après la cessation de l'exercice (Koutris et coll., 2009).

3.1.3. Sur les fonctions occlusales

Les fonctions occlusales représentent les conditions physiologiques de l'affrontement des dents antagonistes dans l'ensemble des fonctions manducatrices (Orthlieb et coll., 2014).

Les personnes âgées sont exposées à un risque de réduction de la force occlusale. En effet, la diminution de l'activité musculaire masticatoire, ajoutée à la perte des dents, limite considérablement la mastication et l'alimentation et potentialise la malnutrition entraînant des complications systémiques.

Une étude japonaise a testé l'hypothèse selon laquelle des exercices réguliers de mastication de chewing-gums amélioreraient la sécrétion de salive et la force occlusale chez une population âgée.

Douze personnes âgées résidant dans une communauté (3 hommes et 9 femmes) ont participé à cette étude. Les participants ont réalisé des exercices de mastication de gommes (*Gum Chewing Exercises* : GCE) avec une gomme molle (1,25

Newtons), nommée GCE-S pour « *Soft* », puis avec une gomme dure (1,80 N), nommée GCE-H pour « *Hard* ». Chaque exercice a été réalisé sur une période de 2 semaines, avec une période de repos de 2 semaines entre chaque. Les deux GCE ont été effectués deux fois par jour, le matin et l'après-midi, pendant 5 minutes chacun. La dureté du chewing-gum commercial (1,55 N) a été prise comme référence pour développer ces deux types de chewing-gums tests. La force occlusale (en N) a été mesurée à l'aide d'un système Dental Prescale de chez GC® (figure 21) avant et après chaque exercice (Tableau 1) (Nakagawa et coll., 2017).



Figure 21 : présentation du système Dental Prescale mesurant la force occlusale (source : Choi et coll., 2014)

Tableau 1 : valeur de la force occlusale avant et après les exercices de chewing-gum (source : Nakagawa et coll., 2017)

Occlusal force ($\times 10^2$ N)				
	Median	IQR	Minimum	Maximum
Before GCE-S	5.8	4.3-7.8	2.3	13.0
After GCE-S	6.6	4.9-8.1	2.7	15.5*
Before GCE-H	6.5	3.9-8.0	2.2	14.2
After GCE-H	6.9	4.6-8.4	3.0	15.4

* $P < 0,05$.

GCE-H = exercice de chewing-gum avec une gomme dure ; GCE-S = exercice de chewing-gum avec une gomme molle ; IQR = écart interquartile.

Pour la partie qui nous intéresse, les résultats de la présente étude suggèrent que les exercices de mastication de gommes peuvent augmenter la force occlusale chez les personnes âgées. Comme celles-ci ont souvent une force occlusale détériorée, les exercices peuvent être démarrés avec du chewing-gum mou puis être remplacés par du chewing-gum dur quand elles commencent à s'habituer à mâcher du chewing-gum (Nakagawa et coll., 2017).

La mastication est une fonction complexe qui a pour objectifs de fragmenter les aliments, de les mélanger à la salive et de former un bol alimentaire pouvant être déglutit sans danger. Outre ces aspects fonctionnels, la mastication joue aussi un rôle psychosocial important car manger constitue l'un des principaux plaisirs.

Nous l'avons vu, le processus de mastication peut être compromis par plusieurs facteurs comme le manque de dents, de salive ou la réduction des forces occlusales. Le choix des aliments et l'apport nutritionnel sont étroitement liés à l'efficacité de la mastication. En gériatrie notamment, en raison d'une prévalence élevée de dysphagie, il semble impératif de disposer de méthodes permettant une évaluation facile, simple et rapide de la fonction occlusale.

De nos jours, on évalue cette fonction par des tests de fragmentation dans lesquels on utilise des aliments, tels que des cacahuètes par exemple, pour évaluer la distribution granulométrique des fragments obtenus. Ces tests de fragmentation sont toujours considérés comme la référence en matière d'évaluation de l'efficacité de la mastication. Cependant, ils présentent des inconvénients inhérents de part la nécessité d'avoir un équipement spécialisé, ce qui les rend coûteux et lourds.

En outre, le spécimen broyé doit être collecté intégralement après la mastication, ce qui peut s'avérer difficile si les particules sont très petites et si la mobilité des structures buccales est réduite. Les petites particules peuvent aussi constituer un risque d'aspiration chez les patients dysphagiques.

Par conséquent, les tests de fragmentation sont peu adaptés à un environnement clinique tel qu'un service de gériatrie et des méthodes alternatives utilisant un échantillon cohésif, telles que des chewing-gums bicolores, ont été proposées par

une entreprise suisse, Orophys, fondée en 2016. Leur produit phare est appelé Hue-check Gum®.

Le principe est de mastiquer un échantillon bicolore pendant un nombre donné de cycles et d'évaluer le bolus résultant soit visuellement sur une échelle de référence, soit opto-électroniquement (de manière optiques et électroniques).

Ces techniques évaluent la capacité de former un bolus, et dans un même temps, la capacité de mélange des couleurs (capacité masticatoire).

Elles peuvent aussi déterminer la nécessité ou le succès d'une intervention dentaire.

Le Hue-check Gum® permet de tester la capacité des patients à prendre des repas normaux. Le protocole énuméré ci-après permet de réaliser un test très rapide basé sur une évaluation visuelle :

- a) Mouiller un chewing-gum bleu et un chewing-gum rose sous l'eau puis les coller l'un sur l'autre pour qu'il ne fasse plus qu'un (chewing-gum test).
- b) Placer le chewing-gum test dans la bouche (côté bleu face à la langue) (figure 22).



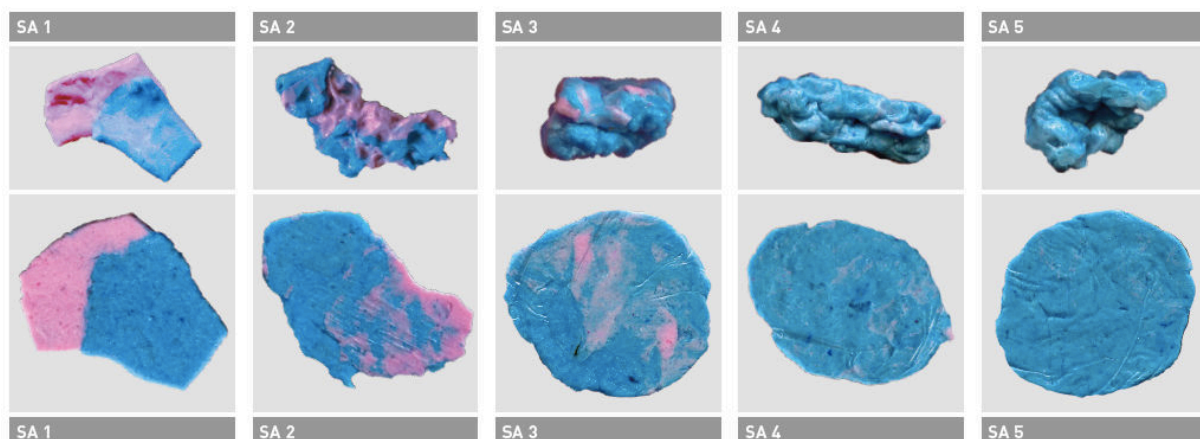
Figure 22 : étape n°2 du test de gomme à mâcher bicolore pour évaluer l'efficacité de la mastication (source : Schimmel et coll., 2018)

- c) Demander au patient de bien mastiquer le chewing-gum. La mastication doit être aussi naturelle que possible, par conséquent, aucune autre instruction ne doit être donnée. La personne peut changer de côté pendant le test. L'opérateur compte silencieusement le cycle de mastication en évaluant le mouvement de va-et-vient de la mandibule. À 20 cycles de mastication, l'opérateur demande au participant d'arrêter immédiatement de mastiquer.



Figure 23 : étape n°3 du test de gomme à mâcher bicolore pour évaluer l'efficacité de la mastication (source : Schimmel et coll., 2018)

d) Le chewing-gum est retiré de la bouche par l'opérateur et analysé avec l'échelle d'évaluation subjective ci-dessous nommée *Subjective Assessment scale* (SA) (figure 24) :



SA 1: chewing-gum non mélangé, plissé une fois et portant l'impression des cuspides dentaires

SA 2: larges plages de chewing-gum non mélangé

SA 3: bol alimentaire légèrement mélangé, mais comportant des petits bouts de couleur originale non mélangée

SA 4: bol alimentaire bien mélangé, mais sans uniformité de couleur (hétérogène)

SA 5: bol alimentaire parfaitement mélangé avec uniformité de couleur (homogène)

Figure 24 : échelle d'évaluation subjective (source : Orophys, 2007)

Si le patient présente un degré de mélange SA 1 ou SA 2, on peut supposer qu'il a des difficultés à prendre des repas normaux.

Une évaluation quantitative et une représentation graphique sont également possibles à l'aide du logiciel ViewGum pour évaluer l'efficacité de la mastication de manière optoélectronique (le manuel d'utilisation est consultable sur le lien suivant : <https://www.orophys.com/wp-content/uploads/2018/01/web-manual-hue-check-gum-acc-schimmel.pdf>).

Le principe consiste à récupérer le chewing-gum en bouche, à le scanner des deux côtés après l'avoir préalablement placé dans un sac plastique pour l'aplatir sur une épaisseur constante de 1 mm, puis à procéder à l'analyse informatique (Schimmel et coll., 2018). Le traitement numérique des images fournit des données quantitatives plus fiables que la technique visuelle sur l'efficacité de la mastication. Les évaluations visuelles sont surtout utiles pour dépister les carences de mastication en milieu clinique (Schimmel et coll., 2015).

Pour conclure, l'utilisation du chewing-gum bicolore constitue une méthode rapide, simple et peu coûteuse d'évaluation des performances masticatoires. Il peut être utilisée dans les services de gériatrie ou dans les cabinets privés sans nécessiter un équipement spécialisé ou du personnel qualifié. De même, il peut aider à visualiser les comorbidités oro-fonctionnelles ou dentaires chez les patients dysphagiques ou souffrant de malnutrition protéino-énergétique (Schimmel et coll., 2007).

Une autre étude, japonaise, a apprécié les effets d'un programme quotidien d'exercices de chewing-gums et a démontré que cette mastication répétée augmentait les zones de contact occlusales et la force occlusale. Toutefois, les paramètres occlusaux (surface et force) ont diminué et sont revenus aux valeurs de référence un mois après la fin du programme d'exercices. Ceci suggère qu'il est primordial de poursuivre les exercices pour en préserver les effets.

De plus, certaines personnes présentent une béance antérieure liée aux dents postérieures extrudées et à la surcroissance verticale du maxillaire. Ces 2 éléments provoquent alors une rotation de la mandibule vers le bas et une ouverture antérieure. Pour traiter cette rotation mandibulaire vers le bas, un traitement orthodontique pour permettre l'intrusion des dents postérieures ou une chirurgie orthognathique pour impacter le maxillaire, sont possibles. En conséquence de ces traitements, la mandibule effectue une rotation ascendante (autorotation) pour fermer

la béance. Pour maintenir cette dernière fermée, il est nécessaire de préserver la position verticale des dents postérieures intruses et du maxillaire impacté.

Le chewing-gum constitue une méthode efficace pour augmenter les effets verticaux sur les dents postérieures, et *a fortiori*, maintenir une rotation vers le haut de la mandibule.

L'exercice du chewing-gum présente une application de force de courte durée et de faible intensité. Cependant, il présente l'avantage d'une bonne observance par le patient, car il est agréable et aide à réduire le stress.

Par conséquent, nous demanderons aux patients ayant une béance antérieure en raison d'une rotation de la mandibule vers le bas, de poursuivre l'exercice de mastication quotidiennement après un traitement orthodontique ou orthognathique pour conserver l'effet du traitement (Masumoto et coll., 2009).

3.1.4. Sur les restaurations à l'amalgame

Le mercure, associé à d'autres métaux pour former des amalgames solides, a longtemps été utilisé en dentisterie restauratrice. Son utilisation est controversée depuis au moins le milieu du XIXe siècle. Les examens de l'exposition et de la charge corporelle en mercure ont systématiquement révélé l'insuffisance d'études épidémiologiques adéquates sur ce sujet. Le poisson et les amalgames dentaires sont deux sources principales d'exposition humaine au mercure organique et inorganique (Varkey et coll., 2014).

Toutes les études confirment que les amalgames dentaires libèrent du mercure et qu'un passage de ce métal vers des organes cibles est possible.

Par ailleurs, certaines situations accroissent cette libération :

- mastication de chewing-gum ;
- pose et dépose d'amalgame ;
- bruxisme ;
- et à un degré moindre, brossage des dents.

Chez le porteur d'amalgame, les taux de mercure sanguin, salivaire, urinaire, cérébral et rénal sont plus importants que chez les individus sans obturation à l'amalgame. Toutefois, la dose d'absorption quotidienne de mercure issu des amalgames dentaires est relativement faible, de l'ordre de 1 à 5 microgrammes par jour.

Les valeurs de relargage mercuriel imputables aux amalgames se rapprochent de celles de l'air ambiant et de celles apportées par l'alimentation, en particulier par la consommation de poissons carnassiers (Bensefa-Colas et coll., 2011).

Concernant le chewing-gum spécifiquement, des études expérimentales ont montré que ce dernier augmente la libération de vapeur de mercure provenant des amalgames dentaires.

Le but de l'étude présentée ci-dessous était d'étudier l'influence d'une mastication fréquente de chewing-gum sur les taux de mercure dans le plasma et l'urine sur le long terme. Les taux de mercure dans le plasma (P-Hg) et l'urine (U-Hg), ainsi que le taux de cotinine urinaire (biomarqueur de l'exposition à la nicotine) et d'albumine urinaire (biomarqueur d'une pathologie glomérulaire rénale), ont été examinés chez 18 sujets qui utilisaient régulièrement du chewing-gum à la nicotine (au moins cinq morceaux par jour pendant au moins six mois) et chez 19 référents (témoins).

L'intervalle d'âge a été limité entre 40 et 66 ans afin de sélectionner des sujets présentant au moins 15 surfaces d'amalgame. Les sujets présentant une maladie rénale, un diabète sucré, de l'hypertension traitée par un médicament ou une exposition professionnelle au mercure ont été exclus.

L'âge, le genre, le nombre de surfaces d'amalgames et la consommation de poisson étaient similaires dans les deux groupes (Tableau 2).

Tableau 2 : récapitulatif des âges, des surfaces d'amalgames, des concentrations de mercure et de cotinine parmi les mâcheurs de chewing-gums à la nicotine et les témoins (source : Sällsten et coll., 1996)

	Chewers (n = 18 ^a)				Referents (n = 19)			
	Mean	SD	Median	Range	Mean	SD	Median	Range
Age	50	5	49	43-58	51	7	50	42-61
Amalgam surfaces (n) ^b								
Total	36	13	37	18-61	37	13	35	16-59
Occlusal	10	4	11	4-17	12	3	12	4-17
Fish meals <i>per</i> week	1.1	1.0	1.0	0-3	1.2	0.5	1.0	0-2
Hg in urine (nmol/mmol creatinine)	7.2	3.2	6.5 ^c	2.8-14	1.5	1.0	1.2	0.4-3.8
Hg in plasma (nmol/L)	26	16	27 ^c	5.1-52	5.0	2.4	4.9	1.8-10
Cotinine in urine (µg/mmol creatinine)	251	115	247 ^c	101-465	< 10	—	< 10	< 10- 73 ^d
Albumin in urine (mg/mmol creatinine)	0.50	0.17	0.46	0.2-0.9	0.65	0.47	0.49	0.3-2.0

^a n = 17 for P-Hg.
^b Maximum 5/tooth.
^c p < 0.001.
^d A snuffer.

Mean = moyenne ; SD = Standard Deviation = écart-type ; Median = médiane ; Range = intervalle.

Les concentrations de mercure dans le plasma et l'urine ont été déterminées par spectrométrie d'absorption atomique à vapeur froide.

Les mâcheurs utilisaient 10 gommes (médianes) par jour depuis 27 mois (médiane). Les taux de P-Hg et d'U-Hg étaient significativement plus élevés chez les mâcheurs (27 nmol / L et 6,5 nmol / mmol de créatinine) que chez les patients témoins (4,9 nmol / L et 1,2 nmol / mmol de créatinine). La créatinine est un déchet métabolique formé par l'organisme et éliminé dans l'urine.

Ainsi, l'impact d'une mastication excessive sur les niveaux de mercure est important (Sällsten et coll., 1996).

3.1.5. Sur les traitements orthodontiques

La douleur et l'inconfort sont les principales préoccupations au début d'un traitement orthodontique. Cela peut avoir un impact négatif sur l'observance ou même décourager les patients d'être traités. Cela est bien connu, la douleur peut être soulagée par des antalgiques, mais qu'en est-il concernant la mastication de chewing-gum ?

Une étude transversale réalisée en 2016 au sein des hôpitaux universitaires de Strasbourg a évalué le niveau de connaissances de 34 praticiens des services

d'Odontologie Pédiatrique et d'Orthopédie-Dento-Faciale (ODF), ainsi que de 135 patients adolescents porteurs d'un dispositif orthodontique fixe, au sujet du rôle thérapeutique et prophylactique du chewing-gum sans sucre.

La plupart des individus des deux populations étudiées pensaient que l'utilisation de ce type de chewing-gum entraînait une augmentation du risque de décollement ou de fracture de l'appareil orthodontique et que cela ne permettait pas de diminuer la douleur orthodontique. Nous observons alors qu'il existe un réel déficit d'informations des professionnels de santé et du grand public sur les intérêts prophylactiques et antalgiques des chewing-gums sans sucre en ODF et que leurs connaissances ne sont pas en accord avec les données actuelles de la littérature internationale présentées ci-dessous (Ferney et coll., 2017).

Tout d'abord il convient de comprendre le mécanisme sous-jacent à la douleur orthodontique. Celle-ci est initiée par des forces orthodontiques qui créent des zones de pression et de tension dans l'espace du ligament desmodontal, entraînant une réaction inflammatoire dans le desmodonte et la pulpe, avec la libération de médiateurs de l'inflammation (prostaglandines, leucotriènes, histamine, etc.).

Il est supposé que la perception de la douleur soit influencée par les modifications du débit sanguin.

Des moyens mécaniques telles que la mastication de chewing-gums (ou de dispositifs en caoutchouc type *Bite Wafer Munchies*®) ont été proposés comme méthodes non médicamenteuses pour soulager la douleur orthodontique.

La pression masticatoire atténue la pression orthodontique et permet de relâcher les fibres du ligament desmodontal bien groupées autour des nerfs et des vaisseaux sanguins, rétablissant ainsi une circulation vasculaire et lymphatique normale au sein du ligament, empêchant la formation de zones ischémiques et inflammatoires.

Cela soulage la douleur et l'inconfort lors de la pose ou de la réactivation d'un dispositif (Penn, 2016).

Une récente étude est parue en 2018 dans laquelle soixante patients âgés de 12 à 18 ans ont été randomisés pour prendre du paracétamol (31 patients) ou du chewing-gum (29 patients) après la mise en place d'un appareil orthodontique fixe.

Les patients ont ensuite évalué la sensation de douleur sur une échelle visuelle analogique. L'étude a établi deux constats :

- d'une part, que l'effet du chewing-gum et du paracétamol sur le soulagement initial de la douleur orthodontique semble être équivalent ;
- d'autre part, que l'utilisation à court terme de chewing-gum n'est pas un facteur de risque de casse du dispositif orthodontique ou du décollement des attaches au cours du premier jour de traitement (Alshammari et Huggare, 2018).

Un essai contrôlé randomisé, mené au Royaume-Uni en 2016 auprès de 1 000 participants soumis à un traitement orthodontique fixe, a conclu que les patients du groupe « chewing-gum » (qui utilisaient du chewing-gum sans sucre pour gérer la douleur orthodontique, avec la possibilité d'utiliser aussi de l'ibuprofène) ont notablement utilisé moins d'ibuprofène pour soulager la douleur que les patients du groupe témoin (qui prenaient l'ibuprofène comme seule méthode de traitement de la douleur).

Cette étude conforte la précédente et confirme l'affirmation selon laquelle le recours au chewing-gum peut réduire considérablement le besoin d'analgésiques et donc le risque d'effets indésirables (Ireland et coll., 2016).

Dans une autre étude britannique plus antérieure datant de 2012, les auteurs suggèrent de la même manière que, lorsque nous installons un appareil fixe, nous pouvons conseiller aux jeunes d'utiliser un chewing-gum sans sucre pour soulager la gêne sans que cela ait un effet néfaste sur leur traitement (Benson et coll., 2012).

L'étude de Farzanegan et coll. affirme que les chewing-gums se sont révélés plus efficaces que l'ibuprofène dans la réduction de la douleur orthodontique.

Les auteurs ont recommandé l'utilisation possible de chewing-gum comme substitut de l'ibuprofène pour soulager la douleur orthodontique.

Ils ont cependant notifié, que les *Bite Wafer* ont des duretés constantes dans le temps (par opposition au chewing-gum avec une dureté décroissante). Cela les rend donc plus efficaces pour résoudre l'ischémie et soulager la douleur (Farzanegan et coll., 2012).

Enfin les chewing-gums sans sucre peuvent être recommandés en complément des mesures d'hygiène orale habituelles pour les patients en ODF qui représentent une population à risque carieux élevé.

Ils peuvent également être consommés lorsque le traitement d'ODF est terminé. Cela permet de poursuivre la prophylaxie et d'aider au traitement des déminéralisations iatrogènes blanchâtres ; bien évidemment, toujours en complément d'un brossage mécanique et d'autres techniques de prévention (fluoruration, etc.) (Ferney et coll., 2017).

3.2. Effets chimiques

3.2.1. Sur la prévention de la carie

Nous avons brièvement décrit le processus carieux en 3.1.1 et nous avons expliqué dans cette même partie que la mastication de chewing-gum sans sucre était un moyen mécanique efficace pour éliminer la plaque sur les parois dentaires, et qu'il permettait de stimuler le flux salivaire, améliorant la clairance des glucides fermentescibles de la cavité buccale.

La salive stimulée par la mastication est riche en ions bicarbonates, ce qui permet une augmentation du pH et du pouvoir tampon salivaire. Cela conduit à la neutralisation des acides produits par les bactéries présentes dans la plaque dentaire. Le processus de déminéralisation initié dans la maladie carieuse est ainsi stoppé.

La salive est également riche en ions calcium et phosphate, principaux constituants de l'hydroxyapatite permettant d'augmenter le potentiel de reminéralisation de l'émail.

Les chewing-gums sans sucre sont principalement édulcorés par du sorbitol, du xylitol ou du mannitol. En plus de leur pouvoir sucrant, le xylitol et le sorbitol permettent d'inhiber le développement de certaines bactéries cariogènes, comme *Streptococcus Mutans*. En effet, ils ne sont pas métabolisés par ces micro-organismes lorsqu'ils sont incorporés dans les chewing-gums et ne diminuent donc pas le pH. Le pH de la plaque ne diminuant pas, la déminéralisation de l'émail est empêchée et les bactéries de la plaque ne prolifèrent pas.

La mastication de gomme au xylitol offre une prévention efficace et rentable contre les caries, susceptible d'améliorer considérablement la qualité de la santé bucco-dentaire (Ferney et coll., 2017).

Dans leur étude, Aluckal et Ankola ont établis une relation entre l'utilisation de xylitol et les modifications du taux de *S. mutans* dans la salive. En effet, une réduction significative de la proportion de *S. mutans* dans le groupe « gomme xylitol » a été observée contrairement au groupe témoin. Cette découverte suggère que l'effet observé dans le groupe xylitol pourrait être dû à l'action antibactérienne du xylitol, ajouté à l'effet de stimulation salivaire des chewing-gums.

Le xylitol est absorbé et s'accumule de manière intracellulaire chez *S. mutans*. Il est en concurrence avec le saccharose. Contrairement au métabolisme du saccharose, qui produit de l'énergie et favorise la croissance bactérienne, *S. mutans* utilise de l'énergie pour décomposer le xylitol accumulé sans générer d'énergie en retour. Ainsi, les bactéries de la plaque ne peuvent pas proliférer.

Les gommes à mâcher contenant du xylitol peuvent donc être utilisées en complément des procédures habituelles de prévention des caries dentaires (Aluckal et Ankola, 2018).

La consommation de chewing-gums à base de Phosphopeptide de Caséine - Phosphate de Calcium Amorphe (CPP ACP) réduit aussi considérablement le taux de *S. mutans* salivaire. Ils interfèrent avec la croissance bactérienne de *S. mutans* permettant une plus grande résistance aux attaques acides et une reminéralisation de l'émail.

Les gommes de CPP-ACP et de xylitol ont toutes deux une capacité remarquable à faire baisser les niveaux de *S. mutans* tout en améliorant simultanément le pH et le pouvoir tampon de la salive. Toutefois, le CPP-ACP a une meilleure capacité que le xylitol (Padminée et coll., 2018).

De même, le fluor et la chlorhexidine sont des agents antimicrobiens qui peuvent également être ajoutés aux chewing-gums pour réduire la prolifération bactérienne de la plaque dentaire en agissant comme un « brossage chimique ». Ils permettent ainsi de créer un environnement propice à la reminéralisation de l'émail (Ferney et coll., 2017).

Des gommages à mâcher médicamenteuses telles que Fluogum® ou Elgydium chewing-gum® contenant du fluorure de sodium sont accessibles en pharmacie, avec comme indication, la prévention de la carie dentaire (Roquier-Charles et Seiller, 2005).

Les différents points précédemment mentionnés confèrent une dimension prophylactique à la consommation de ces chewing-gums sans sucre qui entraînent une diminution du taux de bactéries cariogènes dans la salive et réduisent le risque carieux individuel.

Il a été démontré, dans une revue systématique de la littérature, que la plupart des chewing-gums contenant des agents antimicrobiens (chlorhexidine) ou des extraits de plantes (eucalyptus, thé vert) avaient un effet positif sur les scores de plaque et la gingivite. La preuve la plus convaincante a été fournie pour la gomme à mâcher contenant de la chlorhexidine. Toutefois la réduction du score de plaque en l'absence de brossage est considérée comme faible (Keukenmeester et coll., 2014).

3.2.2. Sur l'halitose

La mauvaise haleine (halitose) peut être physiologique ou pathologique.

Dans le premier cas, elle est transitoire et correspond à la mauvaise haleine typique du lever, par une sécrétion salivaire diminuée au cours du sommeil.

L'halitose physiologique est rattachée à une prise alimentaire ou liquidienne entraînant une odeur désagréable telle que la consommation d'ail, d'épices, de café, d'alcool, de protéines animales (laitage, fromage) mais également au tabagisme (assèchement de la bouche) et au jeûne (transformation des graisses en corps cétoniques odoriférants dans le sang et la salive).

Dans le cas où l'halitose est pathologique, l'origine est buccale dans la majorité des cas. La bouche contient une multitude de bactéries dont certaines dégradent des protéines en peptides, les peptides en acides aminés, eux-mêmes métabolisés en composés sulfurés volatils (CVS) malodorants.

L'origine buccale peut provenir de l'enduit du dos de la langue, de l'inflammation des tissus buccaux (gingivite, carie, bourrage alimentaire, facteurs favorisant la rétention

de plaque), des ulcérations (aphte, gingivite ulcéro-nécrotique, *etc.*) ou de l'hyposialie (médicamenteuse, syndrome de Gougerot Sjögren, radiothérapie ou chimiothérapie).

L'halitose pathologique peut également être d'origine extra-buccale mais cela est plus rare. La formation des mauvaises odeurs se fait de la même manière par dégradation des protéines *via* des bactéries, mais cette fois, dans d'autres parties du corps (appareil respiratoire, tractus gastro-intestinal, désordre métabolique, médicaments), avec production de composés organiques volatils dans le sang qui vont être libérés dans l'air et par la sueur.

Dans ces différents mécanismes de l'halitose, nous retiendrons en particulier le rôle joué par certains facteurs spécifiques : la salive, la plaque dentaire, les caries et la gingivite.

Ces derniers étant des facteurs communs avec la consommation de chewing-gum que l'on a déjà longuement évoqués dans les précédentes parties.

Ainsi une relation inéluctable se dégage entre la consommation de chewing-gum sans sucre et la mauvaise haleine au travers de ces facteurs.

En effet, la consommation de chewing-gum sans sucre permet de stimuler la salive, de se débarrasser en partie de la plaque dentaire, de réduire la gingivite, de prévenir les caries et donc de réduire la mauvaise haleine.

Mais l'effet est temporaire, le principal traitement curatif et préventif de l'halitose reposera sur l'adoption d'une hygiène de vie saine, d'un brossage des dents et de la langue deux fois par jour, d'une alimentation équilibrée, de l'arrêt du tabac et d'une visite annuelle chez le chirurgien-dentiste.

Les bonbons sucrés ou les bains de bouche contenant de l'alcool sont à éviter car ils peuvent accentuer le problème. En effet, les bactéries buccales transforment les sucres en acide et l'alcool du bain de bouche assèche les muqueuses.

En solutions de dépannage, il est recommandé de se rincer la bouche avec de l'eau et de prendre une gomme à mâcher sans sucre pour stimuler la salive et avoir un effet nettoyant.

Si malgré toutes ces mesures, l'halitose persiste, il convient d'en référer à un spécialiste afin d'exclure une cause extra-buccale (Ameli, 2018).

Une revue systématique de la littérature incluant 10 études a démontré que le chewing-gum contenant des bactéries probiotiques réduisait considérablement les scores organoleptiques. De même, les chewing-gums contenant de l'acétate de zinc, de l'extrait d'écorce de magnolia, ainsi que de l'allyl isothiocyanate (AITC) avec du lactate de zinc, ont réduit de manière significative les taux de composés sulfurés volatils (CSV) par rapport à un chewing-gum placebo.

En outre, une gomme à mâcher contenant du bicarbonate de sodium a réduit de manière significative les niveaux de CSV par rapport à un rinçage à l'eau.

De plus, les chewing-gums à l'extrait d'eucalyptus présentaient des réductions significatives des scores organoleptiques et de CSV par rapport à des chewing-gums contrôles.

En définitive, les chewing-gums contenant des probiotiques *Lactobacillus*, de l'acétate de zinc, des extraits d'écorce de magnolia, d'eucalyptus et de l'AITC avec du lactate de zinc peuvent convenir à la prise en charge de l'halitose.

Cependant, le faible nombre d'études incluses et la grande hétérogénéité parmi les études sélectionnées peuvent limiter les applications cliniques de ces résultats (Muniz et coll., 2017).

Nous citerons l'exemple d'une gomme commercialisée en pharmacie contre la mauvaise haleine : CB12 Boost® à base notamment d'acétate de zinc, de xylitol et de sorbitol (figure 25).



Figure 25 : gommes à mâcher CB 12 Boost ® contre la mauvaise haleine (source : document personnelle)

3.2.3. Sur la xérostomie

La mastication de gomme stimule les glandes salivaires, provoquant une multiplication par 10 environ du flux salivaire par rapport à une salivation non stimulée, au cours des 5 premières minutes de mastication.

Une salivation accrue associée à l'action mécanique de la mastication est à la base de nombreux effets du chewing-gum sur la santé bucco-dentaire dont nous avons amplement parlé dans les précédentes parties.

Les personnes qui souffrent de xérostomie (sécheresse buccale) ou qui ont la sensation subjective de sécheresse de la bouche peuvent soulager leurs symptômes en utilisant du chewing-gum sans sucre. Le chewing-gum est généralement préféré par les patients plutôt que l'utilisation de salive artificielle, bien qu'il n'y ait aucune preuve que l'un soit plus efficace que l'autre.

Le soulagement des symptômes est lié à la mastication et à la salivation accrue, et non à un arôme ou additif spécifique incorporé dans les chewing-gums.

Il est important de noter que l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA) a confirmé par des allégations de santé que la gomme à mâcher aide à réduire la sécheresse buccale.

Enfin, la stimulation salivaire a également des fonctions de lubrification, d'hydratation et de protection des surfaces dentaires (Wessel et coll., 2016).

CONCLUSION

Parmi cette longue liste exhaustive sur les potentiels bienfaits et méfaits du chewing-gum, nous pouvons affirmer que ce dernier a été une véritable innovation, depuis sa première utilisation sous forme de résine qui remonte à la Grèce Antique, jusqu'à l'invention du chewing-gum sans sucre que l'on connaît aujourd'hui.

Sa dimension prophylactique, avec son influence positive sur le stress, les performances cognitives, le sevrage tabagique, la satiété, la prévention du mal des transports ou encore des lésions carieuses, lui confère une place privilégiée dans la prévention de certaines affections bucco-dentaires ou de certains troubles généraux.

Son rôle thérapeutique est aussi varié que les substances ou principes actifs qui le composent. Ainsi, il peut délivrer des vitamines, diminuer la douleur après un acte d'orthodontie, réduire l'halitose, la xérostomie ou permettre une récupération plus rapide du transit intestinal après une opération digestive. Il peut être une alternative aux comprimés, son administration est aisée et il améliore l'observance des patients.

Son utilité diagnostique au travers l'évaluation de la capacité masticatoire renforce également sa promotion dans l'exercice médical.

Toutefois, quelque soit le but de son utilisation, il convient, pour conserver ses avantages, de l'utiliser avec modération. Ceci dans le but d'éviter tout effets secondaires indésirables tels que des troubles digestifs, des maux de tête, des douleurs articulaires, musculaires, ou des ingestions de composants tels que le dioxyde de titane présent dans le colorant E171 ou le mercure des amalgames dentaires dont la libération s'accroît lors d'une mastication exagérée. De plus, il ne se substitue en aucun cas à une bonne hygiène de vie, à un brossage régulier des dents et à des visites annuelles chez son chirurgien-dentiste.

Des recherches supplémentaires ainsi que des études à grande échelle et à plus long terme sont nécessaires et méritent d'être approfondies. De même, les campagnes d'information et de prévention bucco-dentaire destinées aussi bien aux

professionnels de santé qu'au grand public portant sur les intérêts prophylactiques des chewing-gums sans sucre doivent s'accroître.

Pour conclure, l'éventail des possibilités d'emploi du chewing-gum dans le domaine de la santé est large et son avenir est prometteur.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Alshammari AK, Huggare J. Pain relief after orthodontic archwire installation - a comparison between intervention with paracetamol and chewing gum: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod*. 2018. doi: 10.1093/ejo/cjy081.
2. Aluckal E, Ankola AV. Effectiveness of xylitol and polyol chewing gum on salivary streptococcus mutans in children: A randomized controlled trial. *Indian J Dent Res*. 2018; 29(4): 445-9.
3. Aslani A, Ghannadi A, Rostami F. Design, formulation, and evaluation of ginger medicated chewing gum. *Adv Biomed Res*. 2016; 5(1): 130.
4. Bauditz J, Norman K, Biering H, Lochs H, Pirlich M. Severe weight loss caused by chewing gum. *BMJ*. 2008; 336(7635): 96-7.
5. Baysal A, Ozbek N, Akman S. A practical solid sampling method for the determination of lead in chewing gum by electrothermal atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry*. 2010; 123(3): 901-4.
6. Bensefa-Colas L, Andujar P, Descatha A. Intoxication par le mercure. *Rev Med Interne*. 2011 ; 32(7) : 416-424.
7. Benson PE, Razi RM, Al-Bloushi RJ. The effect of chewing gum on the impact, pain and breakages associated with fixed orthodontic appliances: a randomized clinical trial. *Orthod Craniofac Res*. 2012; 15(3): 178-87.
8. Boarin M, Villa G, Monte VD, Abbadessa F, Manara DF. The use of chewing gum for postoperative ileus prevention in patients undergoing radical cystectomy. *Int J Urol Nurs*. 2017; 11(3): 129-35.
9. Choi YJ, Lim H, Chung CJ, Park KH, Kim KH. Two-year follow-up of changes in bite force and occlusal contact area after intraoral vertical ramus osteotomy with and without Le Fort I osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014; 43(6): 742-7.

10. Dodds MWJ. The oral health benefits of chewing gum. *J Ir Dent Assoc.* 2012; 58(5): 253-61.
11. Ertas IE, Gungorduk K, Ozdemir A, Solmaz U, Dogan A, Yildirim Y. Influence of gum chewing on postoperative bowel activity after complete staging surgery for gynecological malignancies: a randomized controlled trial. *Gynecol Oncol.* 2013; 131(1): 118-22.
12. Euromonitor International. Gum in France. [Londres]: Euromonitor International; 2018. 22 p.
13. Fainsilber D. Comment le Débarquement a bouleversé nos vies. *Les Echos.* 2014 ; (21703) : 14.
14. Farella M, Bakke M, Michelotti A, Martina R. Effects of prolonged gum chewing on pain and fatigue in human jaw muscles. *Eur J Oral Sci.* 2001; 109(2): 81-5.
15. Farzanegan F, Zebarjad SM, Alizadeh S, Ahrari F. Pain reduction after initial archwire placement in orthodontic patients: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012; 141(2): 169-73.
16. Ferney P, Clauss F, Offner D, Wagner D. [Preventive and therapeutic advantages of sugar-free chewing gums in orthodontics. A study conducted on practitioners and patients]. *Orthod Fr.* 2017; 88(3): 275-81.
17. Fiordaliso F, Foray C, Salio M, Salmona M, Diomede L. Realistic evaluation of titanium dioxide nanoparticle exposure in chewing gum. *J Agric Food Chem.* 2018; 66(26): 6860-8.
18. Ge B, Zhao H, Lin R, Wang J, Chen Q, Liu L, et coll. Influence of gum-chewing on postoperative bowel activity after laparoscopic surgery for gastric cancer: A randomized controlled trial. *Medicine.* 2017; 96(13): e6501.

19. Hagbani TA, Nazzal S. Medicated Chewing Gums (MCGs): Composition, production, and mechanical testing. *AAPS PharmSciTech*. 2018; 19(7): 2908-20.
20. Hirano Y, Onozuka M. Chewing and attention: A positive effect on sustained attention. *Biomed Res Int*. 2015; 2015: 1-6.
21. Hunter BT. The evolution of chewing gum: a repeatedly reinvented product. *Consum Res Mag*. 2003; 86(10): 18-23.
22. Ikeda A, Miyamoto JJ, Usui N, Taira M, Moriyama K. Chewing stimulation reduces appetite ratings and attentional bias toward visual food stimuli in healthy-weight individuals. *Front Psychol*. 2018; 9(99): 1-14.
23. Ireland AJ, Ellis P, Jordan A, Bradley R, Ewings P, Atack NE, et coll. Comparative assessment of chewing gum and ibuprofen in the management of orthodontic pain with fixed appliances: A pragmatic multicenter randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016; 150(2): 220-7.
24. Ishida A, Wada T, Ogami K, Ueda T, Sakurai K. Influence of chewing on expression level of human beta-defensin 2 and secretory immunoglobulin A in the epithelium. *J Prosthodont Res*. 2019; 63(2): 162-166.
25. Kashuba N, Kirdök E, Damlien H, Manninen MA, Nordqvist B, Persson P, et coll. Ancient DNA from chewing gums connects material culture and genetics of Mesolithic hunter-gatherers in Scandinavia. *Commun Biol*. 2018; 2: 185.
26. Keukenmeester R, Slot D, Putt M, Weijden G. The effect of medicated, sugar-free chewing gum on plaque and clinical parameters of gingival inflammation: a systematic review. *Int J Dent Hyg*. 2014; 12(1): 2-16.
27. Khoo WY, Chrisfield BJ, Colantonio AJ, Lambert JD. Vitamin-supplemented chewing gum can increase salivary and plasma levels of a panel of vitamins in healthy human participants. *J Funct Foods*. 2018; 50: 37-44.

28. Konar N, Palabiyik I, Toker OS, Sagdic O. Chewing gum: Production, quality parameters and opportunities for delivering bioactive compounds. *Trends Food Sci Tech.* 2016; 55: 29-38.
29. Koutris M, Lobbezoo F, Naeije M, Wang K, Svensson P, Arendt-Nielsen L, et coll. Effects of intense chewing exercises on the masticatory sensory-motor system. *J Dent Res.* 2009; 88(7): 658-62.
30. Kozlov MD, Hughes RW, Jones DM. Gummed-up memory: chewing gum impairs short-term recall. *Q J Exp Psychol.* 2012; 65(3): 501-13.
31. Lee H, Cho CW, Yoon S, Suh K-S, Ryu HG. Effect of sham feeding with gum chewing on postoperative ileus after liver transplantation-a randomized controlled trial. *Clin Transplant.* 2016; 30(11): 1501-7.
32. Lenhart A, Chey WD. A systematic review of the effects of polyols on gastrointestinal health and irritable bowel syndrome. *Adv Nutr.* 2017; 8(4): 587-596.
33. Lippi G, Cervellin G, Mattiuzzi C. Gum-chewing and headache: An underestimated trigger of headache pain in migraineurs?. *CNS Neurol Disord Drug Targets.* 2015; 14(6): 786-90.
34. Liu Q, Jiang H, Xu D, Jin J. Effect of gum chewing on ameliorating ileus following colorectal surgery: A meta-analysis of 18 randomized controlled trials. *Int J Surg.* 2017; 47: 107-115.
35. Masumoto N, Yamaguchi K, Fujimoto S. Daily chewing gum exercise for stabilizing the vertical occlusion. *J Oral Rehabil.* 2009; 36(12): 857-63.
36. Mathews JP. *Chicle: The chewing gum of the Americas, from the Ancient Maya to William Wrigley.* Tucson: University of Arizona Press; 2009. 142p.

37. Mejersjö C, Ovesson D, Mossberg B. Oral parafunctions, piercing and signs and symptoms of temporomandibular disorders in high school students. *Acta Odontol Scand.* 2016; 74(4): 279-84.
38. Muniz FWMG, Friedrich SA, Silveira CF, Rösing CK. The impact of chewing gum on halitosis parameters: a systematic review. *J Breath Res.* 2017; 11(1): 014001.
39. Nakagawa K, Matsuo K, Takagi D, Morita Y, Ooka T, Hironaka S, et coll. Effects of gum chewing exercises on saliva secretion and occlusal force in community-dwelling elderly individuals: A pilot study. *Geriatr Gerontol Int.* 2017; 17(1): 48-53.
40. Orthlieb J-D, Darmouni L, Pedinielli A, Jouvin Darmouni J. Fonctions occlusales : aspects physiologiques de l'occlusion dentaire humaine. *EMC - Chir orale maxillo-fac.* 2014; 9(4): 1-11.
41. Padminiee K, Poorni S, Diana D, Duraivel D, Srinivasan M. Effectiveness of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and xylitol chewing gums on salivary pH, buffer capacity, and *Streptococcus mutans* levels: An interventional study. *Indian J Dent Res.* 2018; 29(5): 616-621.
42. Paradkar M, Gajra B, Patel B. Formulation development and evaluation of medicated chewing gum of anti-emetic drug. *Saudi Pharm J.* 2016; 24(2): 153-164.
43. Park JS, Kim J, Jang WS, Heo JE, Elghiaty A, Rha KH, et coll. Management of postoperative ileus after robot-assisted laparoscopic prostatectomy. *Medicine.* 2018; 97(44): e13036.
44. Penn D. The bite wafer effect: The use of a viscoelastic appliance in the management of orthodontic pain with sequential aligner therapy. 2016: 16-22.
45. Potineni RV, Peterson DG. Mechanisms of flavor release in chewing gum: cinnamaldehyde. *J Agric Food Chem.* 2008; 56(9): 3260-7.

46. Roquier-Charles D, Seiller M. Hygiène et soins buccodentaires : Prévention et traitement des affections courantes. Paris : Pharmathèmes ; 2005. Chapitre 2, Hygiène buccodentaire chez l'adulte ; p. 17-30.
47. Saheer PA, Parmar P, Bashyam M, Kousalya PS, Marriette TM, Majid SA. Effect of sugar-free chewing gum on plaque and gingivitis among 14-15-year-old school children: A randomized controlled trial. *Indian J Dent Res.* 2019; 30(1): 61-66.
48. Sällsten G, Thorén J, Barregård L, Schütz A, Skarping G. Long-term use of nicotine chewing gum and mercury exposure from dental amalgam fillings. *J Dent Res.* 1996; 75(1): 594-8.
49. Schimmel M, Christou P, Miyazaki H, Halazonetis D, Herrmann F, Müller F. A novel colourimetric technique to assess chewing function using two-coloured specimens: validation and application. *J Dent.* 2015; 43(8): 955-64.
50. Schimmel M, Christou P, Herrmann F, Müller F. A two-colour chewing gum test for masticatory efficiency: development of different assessment methods. *J Oral Rehabil.* 2007; 34(9): 671-8
51. Silva ACV da, Aprile LRO, Dantas RO. Effect of gum chewing on air swallowing, saliva swallowing and belching. *Arq Gastroenterol.* 2015; 52(3): 190-4.
52. Tisdale E, Wilkins C. Method development for compositional analysis of low molecular weight poly(vinyl acetate) by matrix-assisted/laser desorption-mass spectrometry and its application to analysis of chewing gum. *Anal Chim Acta.* 2014; 820: 92-103.
53. Varkey IM, Shetty R, Hegde A. Mercury exposure levels in children with dental amalgam fillings. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2014; 7(3): 180-185.
54. Venara A, Neunlist M, Slim K, Barbieux J, Colas PA, Hamy A, et coll. Postoperative ileus: Pathophysiology, incidence, and prevention. *J Visc Surg.*

2016; 153(6): 439-46.

55. Watemberg N, Matar M, Har-Gil M, Mahajnah M. The influence of excessive chewing gum use on headache frequency and severity among adolescents. *Pediatr Neurol*. 2014; 50(1): 69-72.

56. Wessel SW, van der Mei HC, Maitra A, Dodds MWJ, Busscher HJ. Potential benefits of chewing gum for the delivery of oral therapeutics and its possible role in oral healthcare. *Expert Opin Drug Deliv*. 2016; 13(10): 1421-31.

57. Zhu Y-P, Wang W-J, Zhang S-L, Dai B, Ye D-W. Effects of gum chewing on postoperative bowel motility after caesarean section: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BJOG*. 2014; 121(7): 787-92.

58. Ziouziou I, Ammani A, Karmouni T, El Khader K, Koutani A, Iben Attya Andaloussi A. Le chewing-gum améliore-t-il les résultats postopératoires chez les patients opérés d'une cystectomie radicale ? Revue systématique de la littérature et méta-analyse. *Progrès en Urologie*. 2017; 27(10): 513-20.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ELECTRONIQUES

59. Ameli (l'Assurance Maladie). Mauvaise haleine : que faire ? [Internet]. 2018 [consulté le 8 juin 2019]. Disponible sur : <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/mauvaise-haleine/bons-reflexes-anti-mauvaise-haleine>
60. ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). Dioxyde de titane [Internet]. 2017 [consulté le 15 février 2019]. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/dioxyde-de-titane>
61. Cafosa. Different types of chewing gum [Internet]. [consulté le 3 février 2019]. Disponible sur : http://www.cafosa.com/EN_Different_types_of_chewing_gum
62. Cougard M-J. La France boude un peu moins le chewing-gum. Les Echos [Internet]. 2014 [consulté le 4 janvier 2019] ; (21803) : 15. Disponible sur : <https://www.lesechos.fr/2014/10/la-france-boude-un-peu-moins-le-chewing-gum-296181>
63. Defilippo M. Douleurs à la mâchoire inférieure : causes et solutions utiles [Internet]. 2015 [consulté le 27 janvier 2019]. Disponible sur : <https://www.physiotherapiepourtous.com/douleurs-a-la-machoire-inferieure/>
64. Delaby M-N. Mâcher du chewing-gum est-il bon ou mauvais pour la santé ? [Internet]. 2018 [consulté le 17 février 2019]. Disponible sur : https://www.sciencesetavenir.fr/sante/macher-du-chewing-gum-est-il-bon-ou-mauvais-pour-la-sante_27488
65. Eccardi F. Chicleros, guardianes de la selva maya [Internet]. 2017 [consulté le 30 décembre 2018]. Disponible sur : https://elpais.com/elpais/2017/04/18/album/1492532520_972407.html#foto_gal_1
66. Larousse. Émulsifiant [Internet]. [consulté le 29 juin 2019]. Disponible sur : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%c3%a9mulsifiant/29034?q=%c3%a9mulsif#28911>

67. Larousse. Plastifiant [Internet]. [consulté le 29 juin 2019]. Disponible sur : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/plastifiant/61497?q=plastifiant#61090>
68. Gumlink confectionery company. Chewing gum packaging [Internet]. c2019 [consulté le 12 février 2019]. Disponible sur : <https://www.gumlinkcc.com/chewing-gum/chewing-gum-packaging>
69. Lavabre S. Branle-bas de combat sur le devant de caisse [Internet]. 2018 [consulté le 4 janvier 2019]. Disponible sur : <https://www.lsa-conso.fr/branle-bas-de-combat-sur-le-devant-de-caisse,289391>
70. Legifrance. Arrêté du 25 juin 2003 relatif aux substances entrant dans la composition des gommes à mâcher ou chewing-gums [Internet]. 2003 [consulté le 28 décembre 2018]. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000240078>
71. Naturalforme. Sea band travel gum anti-nausea, 100% natural [Internet]. c2017 [consulté le 27 janvier 2019]. Disponible sur : <https://www.naturalforme.com/chewing-gum-de-voyage-anti-nausees-sea-band.html>
72. Nicorette. Gommes à mâcher Nicorette® - une solution pour occuper la bouche [Internet]. [consulté le 27 janvier 2019]. Disponible sur : <https://www.nicorette.fr/product-gamma/gommes>
73. Oenobiol. Contrôle fringales : La gomme qui lutte contre les fringales [Internet]. [consulté le 3 avril 2019]. Disponible sur : https://www.oenobiol.com/fr_fr/minceur/controle-fringales/
74. Orophys. Orophys Subjective Assessment Scale (SA) pour l'évaluation du Hue-check Gum® fringales [Internet]. [consulté le 20 mai 2019]. Disponible sur : <https://www.orophys.com/wp-content/uploads/2018/01/2018-orophys-skala-fr.pdf>

75. Research and Markets. Global chewing gum market - Segmented by product type, distribution channel and geography - Growth, trends, and forecast (2018 - 2023) [Internet]. 2018 [consulté le 3 janvier 2019]. Disponible sur <https://www.researchandmarkets.com/reports/4534355/global-chewing-gum-market-segmented-by-product#pos-0>
76. Schimmel M. Detailed description for evaluating masticatory performance with a colour mixing ability test using the Hue-check gum [Internet]. 2018 [consulté le 20 mai 2019]. Disponible sur : <https://www.orophys.com/wp-content/uploads/2018/01/web-manual-hue-check-gum-acc-schimmel.pdf>
77. Statista Research Department. Chewing gum usage in France 2015-2017, by frequency [Internet]. 2018 [consulté le 4 janvier 2019]. Disponible sur : <https://www.statista.com/statistics/458627/chewing-gum-usage-by-frequency-in-france/>
78. Strube N. Les articulations temporo-mandibulaires (ATM) [Internet]. 2016 [consulté le 1^{er} juillet 2019]. Disponible sur : <https://dr-strube-nicolas.chirurgiens-dentistes.fr/Les-articulations-temporo-mandibulaires-ATM-Article-19543.aspx>
79. UFSBD (Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire). Focus chewing-gum sans sucres [Internet]. 2013 [consulté le 3 mai 2019]. Disponible sur : <https://www.ufsbd.fr/espace-grand-public/votre-sante-bucco-dentaire/focus-chewing-gum/>

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	8
LISTE DES FIGURES	9
LISTE DES TABLEAUX	11
INTRODUCTION	12
1. GENERALITES SUR LE CHEWING-GUM	13
1.1. Historique	13
1.2. Place actuelle sur le marché	15
1.2.1. Les chiffres	15
1.2.2. Les tendances	17
1.3. Conception du chewing-gum	20
1.3.1. Principaux composants	20
1.3.2. Étapes de fabrication.....	23
1.3.3. Réglementation	25
2. EFFETS GENERAUX DU CHEWING-GUM SUR L'ORGANISME	26
2.1. Effets bénéfiques.....	26
2.1.1. Sur les performances cognitives, la vigilance, le stress et l'humeur	26
2.1.2. Sur le sevrage tabagique	27
2.1.3. Sur la fonction digestive	28
2.1.4. Sur le métabolisme.....	33
2.2. Effets négatifs	35
2.2.1. Sur la fonction digestive	35
2.2.2. Sur les maux de tête et migraines.....	38
2.2.3. Des additifs alimentaires	39
3. IMPACT DU CHEWING-GUM SUR LA SANTE BUCCO-DENTAIRE	41
3.1. Effets mécaniques	41
3.1.1. Sur la plaque dentaire et la gingivite	41
3.1.2. Sur les articulations temporo-mandibulaires et le système musculaire	43
3.1.3. Sur les fonctions occlusales	45

3.1.4.	Sur les restaurations à l'amalgame	51
3.1.5.	Sur les traitements orthodontiques.....	53
3.2.	Effets chimiques	56
3.2.1.	Sur la prévention de la carie.....	56
3.2.2.	Sur l'halitose.....	58
3.2.3.	Sur la xérostomie	61
CONCLUSION	62
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	64
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ELECTRONIQUES	71

HAUVUY Juliette – LE CHEWING-GUM : BIENFAITS ET MÉFAITS SUR LA SANTÉ BUCCO-DENTAIRE.

Nancy 2019 : 77 pages. 25 figures ; 2 tableaux.

Th. : Chir.-Dent. : Nancy 2019

Mots- clés :

- Chewing-gum
- Gomme à mâcher
- Santé bucco-dentaire
- Prévention
- Carie

Résumé :

Le chewing-gum est un produit répandu dans le monde entier et consommé par de nombreuses personnes. Son impact n'est pas seulement environnemental ou économique. En effet, il possède également des effets positifs comme négatifs sur la santé générale et particulièrement sur la santé bucco-dentaire.

L'objectif de cette thèse sera d'aborder dans un premier temps l'histoire du chewing-gum, sa place actuelle sur le marché, sa composition, sa fabrication et sa réglementation afin d'appivoiser ce produit si mystérieux que l'on mâche sans complexe.

La seconde partie de ce travail étudiera ses effets et impacts sur l'organisme avant de terminer par une partie traitant plus particulièrement de la sphère bucco-dentaire.

Cette dernière tentera de détailler les différents aspects de son rôle prophylactique et thérapeutique, notamment sur la carie ou encore la gingivite, ainsi que ses effets néfastes, comme par exemple les troubles de l'articulation temporo-mandibulaire.

Membres du jury :

J.M. MARTRETTE	Professeur des Universités	Président
<u>M. VINCENT</u>	<u>Maître de Conférences des Universités</u>	<u>Directeur</u>
C. EGLOFF-JURAS	Maître de Conférences des Universités	Juge
G. NASREDDINE	Assistante Hospitalo-Universitaire	Juge

Adresse de l'auteur :

Juliette HAUUVUY
59 bis Avenue Anatole France
54000 Nancy

Jury : Président : J.M. MARTRETTE – Professeur des universités
 Juges : M. VINCENT – Maître de conférences des universités
 C. JURAS – Maître de conférences des universités
 G. NASREDDINE – Assistante hospitalo-universitaire

Thèse pour obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire

Présentée par : **Madame HAUVUY Juliette, Marine**


Née à : Nancy (Meurthe et Moselle)

le **11 mars 1995**

et ayant pour titre : **«Le chewing-gum : bienfaits et méfaits sur la santé bucco-dentaire».**

Le président du jury

Le doyen,
de la faculté d'odontologie de Lorraine


J.M. MARTRETTE



FACULTÉ
D'ODONTOLOGIE
DE LORRAINE
J.M. MARTRETTE

autorise à soutenir et imprimer la thèse **10864**

NANCY, le **13 SEP. 2019**

Le président de l'université de Lorraine



P. MUTZENHARDT