



HAL
open science

Les vertus naturelles du thé dans la lutte contre la carie dentaire

Candice Dieusait

► **To cite this version:**

Candice Dieusait. Les vertus naturelles du thé dans la lutte contre la carie dentaire. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-01886317

HAL Id: dumas-01886317

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01886317>

Submitted on 2 Oct 2018

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



UNIVERSITÉ
PARIS
DESCARTES

MEMBRE DE

U-S-PC
Université Sorbonne
Paris Cité

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est 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 toute poursuite pénale.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

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



UNIVERSITÉ
PARIS
DESCARTES

MEMBRE DE

U-PC
Université Sorbonne
Paris Cité

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2018

N° 038

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 11 avril 2018

Par

Candice DIEUSAIT

Les vertus naturelles du thé dans la lutte contre la carie dentaire

Dirigée par M. le Docteur Jean-Claude Tavernier

JURY

Mme le Professeur Marysette Folliguet

Président

M. le Docteur Jean-Claude Tavernier

Assesseur

M. le Docteur Bernard Fleiter

Assesseur

M. le Docteur Nicolas Roche

Assesseur

M le Docteur Emmanuel Boyadjian

Invité



Tableau des enseignants de la Faculté

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DAVIT-BÉAL Mme VITAL	M. COURSON Mme DURSUN Mme JEGAT Mme SMAIL-FAUGERON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE		Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN-GOLDRAT Mme LE NORCY
	PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	Mme FOLLIGUET	Mme GERMA M. PIRNAY M. TAVERNIER
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOI	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD M. ROCHEFORT (PU associé)	M. ARRETO Mme BARDET (MCF) Mme CHARDIN Mme CHERIFI (MCU associée) M. FERRE M. LE MAY
3. RÉHABILITATION ORALE	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme BOUKPESSI Mme CHEMLA	Mme BERÈS (MCU associée) Mme BESNAULT M. BONTE Mme COLLIGNON (MCU associée) M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSES	M. POSTAIRE	M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TIRLET M. TRAMBA Mme WULFMAN
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX		M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON CHABOUIS Mme MANGIONE (MCU associée) M. SALMON Mme TILOTTA
	PROFESSEURS ÉMÉRITES	M. BÉRENHOLC Mme BRION M. LASFARGUES M. LAUTROU M. LEVY	M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW

Mise à jour le 18 décembre 2017

Remerciements

À Mme le Professeur Marysette Folliguet

Docteur en Chirurgie dentaire

Spécialiste Qualifiée en Médecine bucco-dentaire

Docteur en Sciences odontologiques

Docteur d'État en Odontologie

Professeur des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Vice-Doyen de la Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Chevalier de l'ordre national de la Légion d'honneur

Officier de l'ordre des palmes académiques

Je vous remercie de me faire l'honneur de présider mon jury de thèse.
Je vous remercie par ailleurs pour les enseignements que vous m'avez transmis au long de mes études. Soyez assurée de ma reconnaissance la plus sincère.

À M. le Docteur Jean-Claude Tavernier

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Maître de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Chevalier de l'ordre national du mérite

Officier de l'ordre des palmes académiques

Merci à vous d'avoir apporté de la joie et surtout de l'humanité à cette faculté. Merci pour tout ce que vous m'avez appris, et je tiens à souligner votre immense générosité ainsi que la beauté de votre âme. Je ne verrai plus jamais les chouquettes de la même façon.

À M. le Docteur Bernard Fleiter

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Maître de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Merci de me faire l'honneur d'intégrer ce jury, merci pour les connaissances de qualité que vous avez pu m'apporter en occlusodontie, discipline indissociable de notre exercice en omnipratique. Merci pour l'ambiance sereine à laquelle vous avez hautement contribué au sein du centre hospitalo-universitaire.

À M. le Docteur Nicolas Roche

Docteur en Chirurgie dentaire

Assistant hospitalo-universitaire, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Merci de m'avoir fait l'honneur d'intégrer ce jury. Merci pour toutes les connaissances que vous m'avez transmises en chirurgie orale, et je tiens à vous remercier pour la bienveillance dont vous avez fait preuve à mon égard pendant les années (difficiles) de centre hospitalo-universitaire que j'ai connues.

À M. le Docteur Emmanuel Boyadjian

Docteur en Chirurgie dentaire

Ancien assistant hospitalo-universitaire, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Attaché de l'Hôpital Charles Foix, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Merci à toi Emmanuel de me faire l'honneur d'intégrer ce jury. Merci pour tout ce que tu m'as appris et continues de m'apprendre en chirurgie buccale. Merci pour la passion avec laquelle tu aimes apprendre aux autres. Merci pour ta bonne humeur. J'espère que tes patients apprécient tes qualités humaines autant que techniques. Je te souhaite tout le bonheur du monde à toi, Mathilde et votre petite lune.

Table des matières

INTRODUCTION	3
1 : LA CARIE DENTAIRE	7
1.1. LES FACTEURS ETIOLOGIQUES DE LA CARIE DENTAIRE	7
1.1.1 <i>Le terrain</i>	8
1.1.2 <i>Les sucres fermentescibles</i>	8
1.1.3 <i>Les bactéries cariogènes</i>	8
1.2. LES FACTEURS DE VIRULENCE DE STREPTOCOCCUS MUTANS	8
1.2.1 <i>La formation de polymères extra-cellulaires</i>	8
1.2.2 <i>La formation de polymères intra-cellulaires</i>	9
1.2.3 <i>L'acidogénèse</i>	9
1.2.4 <i>L'acidotolérance</i>	10
1.2.5 <i>La production de dextranases ou fructanases inductibles</i>	10
1.3. LES FACTEURS PREVENTIFS DE LA CARIE DENTAIRE	11
1.3.1 <i>Les fluorures et le scellement des sillons</i>	11
1.3.2 <i>L'hygiène buccale et les agents antibactériens</i>	11
1.3.3 <i>Le régime alimentaire</i>	11
2 : LE METABOLISME DES FLUORURES	13
2.1. LES FLUORURES DANS NOTRE ALIMENTATION	13
2.2. L'ABSORPTION ET ELIMINATION DES FLUORURES AU SEIN DE L'ORGANISME	14
2.3. LE METABOLISME DES FLUORURES AU SEIN DE LA CAVITE BUCCALE	14
2.3.1 <i>L'assimilation des fluorures au sein des tissus dentaires</i>	14
2.3.2 <i>Les actions des fluorures au sein des tissus dentaires</i>	14
2.3.3 <i>Les fluorures et la carie dentaire</i>	15
2.3.4 <i>La supplémentation et la réglementation</i>	17
3 : LE THE : PRESENTATION	18
3.1. UN PETIT HISTORIQUE DU THE.....	18
3.1.1 <i>Le thé : des origines asiatiques très lointaines</i>	18
3.1.2 <i>La route du thé</i>	19
3.1.3 <i>Les tasses à moustaches</i>	22
3.2. LES COMPOSANTS PRINCIPAUX ET LA CLASSIFICATION BOTANIQUE DU THE	22
3.2.1 <i>Les composants principaux</i>	22
3.2.2 <i>Les polyphénols</i>	23

3.2.3 <i>La classification botanique</i>	25
3.3. LA FABRICATION DU THE ET LES PROPRIETES DU THE DANS LA CULTURE CHINOISE	26
3.3.1 <i>La fabrication du thé</i>	26
3.3.2 <i>Les propriétés du thé dans la culture chinoise</i>	27
4 : LES FLUORURES DU THE	28
4.1. LES TAUX DE FLUORURES DANS LES DIFFERENTS TYPES DE THE.....	28
4.2. LES FACTEURS INFLUENÇANT LA LIBERATION DES FLUORURES LORS DE L'INFUSION	28
5 : LE POTENTIEL ROLE ANTICARIOGENIQUE DU THE	30
5.1. L'INTERET DES FLUORURES ISSUS DU THE DANS LA LUTTE CONTRE LA CARIE DENTAIRE.....	30
5.2. RESULTATS DES ETUDES IN VIVO	31
5.2.1 <i>L'influence des polyphénols extraits du thé chez les rats</i>	31
5.2.2 <i>L'effet du thé sur la cariogénèse chez les rats : l'étude de Rosen et al.</i>	31
5.2.3 <i>Les effets du thé sur la cariogénèse chez les hamsters : l'étude de Linke et LeGeros</i>	33
5.2.4 <i>Les effets du thé sur la plaque dentaire</i>	33
5.2.5 <i>Les effets du thé sur le pH salivaire et le pH de la plaque dentaire</i>	35
5.2.6 <i>Les effets du thé sur les taux de Streptococcus mutans</i>	38
5.3. RESULTATS DES ETUDES IN VITRO.....	40
5.3.1 <i>L'action bactéricide et bactériostatique du thé in vitro</i>	40
5.3.2 <i>Les actions du thé sur la synthèse de glycanes de Streptococcus mutans et sur l'adhésion de Streptococcus mutans au verre</i>	44
5.3.3 <i>L'inhibition de l'acidogénicité de Streptococcus mutans</i>	46
5.3.4 <i>L'importance de l'environnement de culture</i>	46
5.3.5 <i>Une propriété controversée</i>	46
5.3.6 <i>Les apports d'une méta-analyse de 2009 sur les polyphénols et Streptococcus mutans</i>	47
5.4. L'ANCIENNETE DE LA CONSOMMATION DE THE FAVORISERAIT LA CARIOPROTECTION	47
6 : DISCUSSION	48
CONCLUSION	51
BIBLIOGRAPHIE	53
TABLE DES FIGURES	56
TABLE DES TABLEAUX	58

Introduction

- *Contexte actuel*

La carie dentaire est une maladie buccale infectieuse chronique d'origine multifactorielle. Elle est définie par l'OMS comme « *un processus pathologique localisé, d'origine externe, apparaissant après l'éruption dentaire, s'accompagnant d'un ramollissement des tissus durs évoluant vers la formation d'une cavité* »¹.

Selon les études de l'OMS, la carie dentaire est le troisième fléau mondial. Ainsi, en région parisienne, un adolescent de 12 ans a présenté en moyenne déjà quatre caries. Cette constatation est directement liée à la richesse croissante de l'alimentation en glucides. 60 à 90% des enfants scolarisés et près de 100% des adultes ont des caries dans la bouche, ou connaissent des symptômes associés à la maladie carieuse.

Les affections bucco-dentaires chez les enfants et les adultes, dont les plus fréquentes sont les caries, sont plus répandues au sein des populations défavorisées. Parmi les facteurs de risque de la maladie carieuse, on retrouve le manque d'hygiène dentaire, une mauvaise alimentation, et des déterminants sociaux.

En ce qui concerne le facteur alimentaire, les sucres sont les principaux facteurs de risque externes de la maladie carieuse. Selon un rapport de 2016 de l'OMS, la taxation des boissons sucrées pourrait diminuer la consommation de ces dernières et ainsi contribuer à la diminution de l'incidence du diabète notamment de type II, mais aussi contribuer à lutter contre l'obésité, et la carie dentaire².

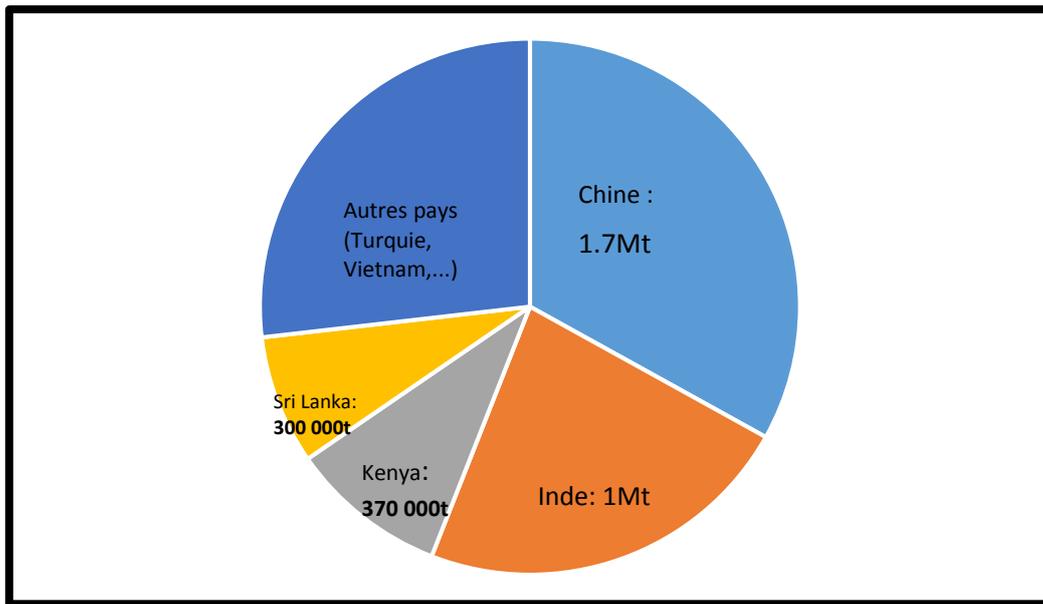
Ce facteur alimentaire est un facteur modifiable. Selon le niveau de développement du pays, bien souvent, il l'est plus ou moins. Nous allons nous intéresser au thé, qui est une boisson justement accessible dans les pays développés comme ceux qui le sont moins. Dans de nombreux pays notamment en de l'Asie, comme la Chine, l'Inde, le Japon, la consommation du thé fait partie intégrante de la culture alimentaire, mais aussi de la tradition. La Chine est le premier producteur mondial de thé, devant l'Inde, le Kenya et le Sri Lanka³.

¹ Organisation mondiale de la santé, « Santé bucco-dentaire ».

² Garwood, « Mesures au niveau mondial pour réduire la consommation de boissons sucrées ».

³ Planetoscope, « Statistiques : production mondiale de thé ».

Figure 1 : Répartition de la production mondiale de thé en 2016 (en tonnes)



Source : Auteur, D'après « Planetoscope », 2017

Le marché du thé profite à tous car les pays producteurs sont également les plus grands consommateurs. Dans les pays d'Asie producteurs de thé, la consommation nationale représente plus de la moitié de ce qui est produit (56%) et parfois peut atteindre quasiment les 100%, comme au Japon où 97% de la production sont consommés sur place⁴.

Plusieurs substances, naturellement présentes dans le thé, comme les polyphénols (antioxydants) ont déjà été étudiés pour leurs vertus anti-cancéreuses. Par ailleurs, le thé est riche en fluorures, considérés comme éléments carioprotecteurs. Ces dernières se libèrent naturellement lors de son infusion.

Dans un monde actuel où la consommation du thé est largement répandue (la deuxième boisson consommée dans le monde après l'eau), il serait intéressant de faire un tour d'horizon des données actuelles de la science traitant des vertus anticariogéniques du thé. Non seulement, son action carioprotectrice peut être analysée via son contenu en fluorures, mais aussi, par l'action de ses antioxydants, pour leur contribution à la perturbation du processus cariogénique des bactéries orales. L'objectif de cette revue est d'évaluer les données actuelles de la littérature traitant du pouvoir potentiel du thé sur la prévention de la maladie carieuse, par ces deux volets d'action principaux.

⁴ Planetoscope.

- *Méthodologie*

Une méthodologie simplifiée a été entreprise afin de construire une base de données scientifiques sur le sujet. Tout d'abord, plusieurs équations de recherche ont été élaborées sur *PubMed* et *Google Scholar*.

Tableau 1 : Équations de recherche PubMed et Google Scholar

Équations de recherche	Nombre de références obtenues
Tea + catechin + dental caries(<i>PubMed</i>)	10
Tea + streptococcus mutans(<i>PubMed</i>)	34
Tea + dental caries(<i>PubMed</i>)	92
Tea OR camellia sinensis + streptococcus mutans (<i>PubMed</i>)	52
Camellia sinensis OR tea + oral health(<i>PubMed</i>)	59
EGCg + tea + streptococcus mutans (<i>Google scholar</i>)	10
Tea + fluorides (<i>PubMed</i>)	184

Source : Auteur, PubMed et Google Scholar, 2017

Après lecture des résumés d'articles, une première sélection a été réalisée en retirant de la collection les articles hors-sujet. Une deuxième sélection a consisté en l'élimination des doublons.

Grâce à cette première phase de tri, une cinquantaine d'articles ont été retenus, et lus un par un.

Une dernière sélection, concernant les articles les plus pertinents a ensuite été réalisée. Nous avons obtenu alors le nombre de références suivant :

- 28 essais cliniques in vivo et in vitro confondus
- Quelques revues de la littérature, une méta-analyse de 2009

Un faible nombre d'articles « anciens » (publiés avant 1995) ont été conservés dans cette revue car ce sont les articles « précurseurs » sur le sujet, mais aussi parce que la dernière thèse de recherche traitant du thé et de son implication en odonto-stomatologie date de 1981⁵, ainsi, nous pouvons nous permettre de disposer d'un large éventail temporel de références afin d'approfondir les hypothèses déjà émises sur le sujet depuis cette période. Bien évidemment, le reste des références a permis d'élaborer l'organisation des autres parties de cette revue.

D'autres documents (ouvrages, thèses) ont été jugés pertinents pour l'étude.

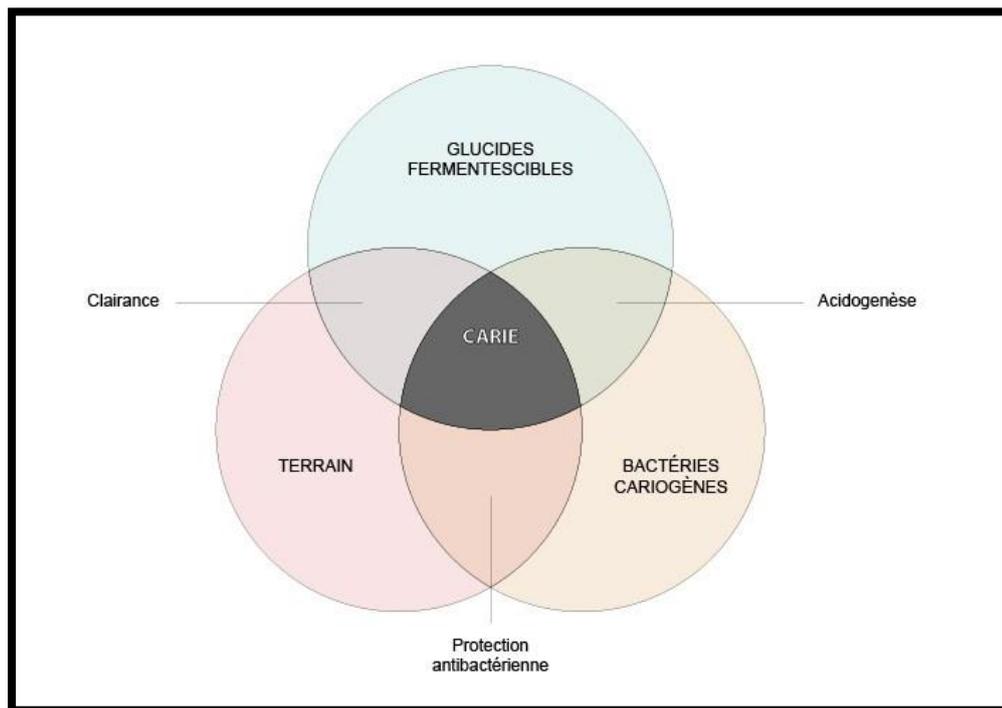
⁵ Suhotoo, « Etude du fluor dans le thé et son intérêt en odontostomatologie ».

1 : La carie dentaire

1.1. Les facteurs étiologiques de la carie dentaire⁶

La carie dentaire est une maladie infectieuse liée à des facteurs multiples qui entraîne la destruction progressive des tissus durs de la dent. Ce n'est que depuis 1960 que la nature infectieuse de la carie a été mise en évidence, grâce aux travaux de Paul Keyes et de ses collaborateurs. Il n'y a apparition de cette maladie que lorsque trois éléments sont réunis : les **bactéries** cariogènes de la plaque, les **sucres** fermentescibles issus de l'alimentation, ainsi que **l'hôte**, la surface dentaire accessible à la plaque bactérienne.

Figure 2 : Les déterminants de la carie dentaire



Source : Courson, Landru et Gerval, *La carie dentaire*, 1998

⁶ Courson, Landru, et Gerval, *La carie dentaire*.

1.1.1 Le terrain

C'est l'hôte, et ses facteurs le composant : les facteurs génétiques, défensifs, et les facteurs de rétention de plaque.

1.1.2 Les sucres fermentescibles⁷

Les principaux sucres fermentescibles de l'alimentation sont le glucose, le fructose, le lactose, le saccharose et l'amidon cuit

1.1.3 Les bactéries cariogènes⁸

Voici les trois précurseurs principaux de la carie dentaire :

- Les *Streptocoques*, de la famille des *Streptococcaceae*, dont **Streptococcus mutans**, à Gram (+), aérobie et anaérobie facultatifs.
- Les *Lactobacilles*, notamment **Lactobacillus acidophilus**, co-responsable du processus carieux.
- Les *Actinomyces* dont un des précurseurs, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, a Gram (-), non mobiles, anaérobies strictes ou facultatifs.

1.2. Les facteurs de virulence de Streptococcus mutans⁹

Ils permettent par leurs interactions au sein de la cavité buccale, l'initiation du processus carieux.

1.2.1 La formation de polymères extra-cellulaires

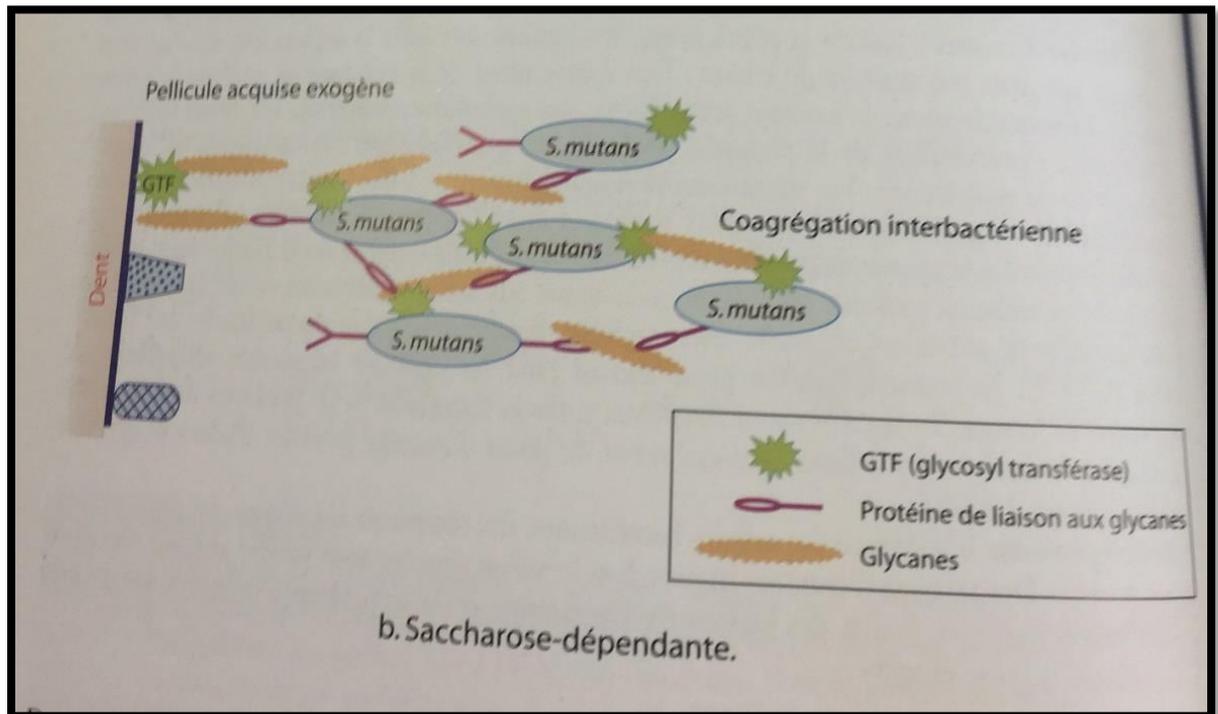
En présence de sucre, la **glycosyl-transférase** (GTF), enzyme à la surface de *Streptococcus mutans*, synthétise des polymères de **glycanes adhérents et insolubles dans l'eau**, ce qui permet à la bactérie d'adhérer à la surface dentaire en formant avec d'autres bactéries, la **pellicule acquise exogène** (cf. figure 3).

⁷ Chardin, Barsotti, et Bonnaure-Mallet, *Microbiologie en odonto-stomatologie*.

⁸ Chardin, Barsotti, et Bonnaure-Mallet.

⁹ Chardin, Barsotti, et Bonnaure-Mallet.

Figure 3 : La formation de polymères extra-cellulaires



Source : Chardin, Barsotti et Bonnaure-Mallet, *Microbiologie en odonto-stomatologie*, 2006

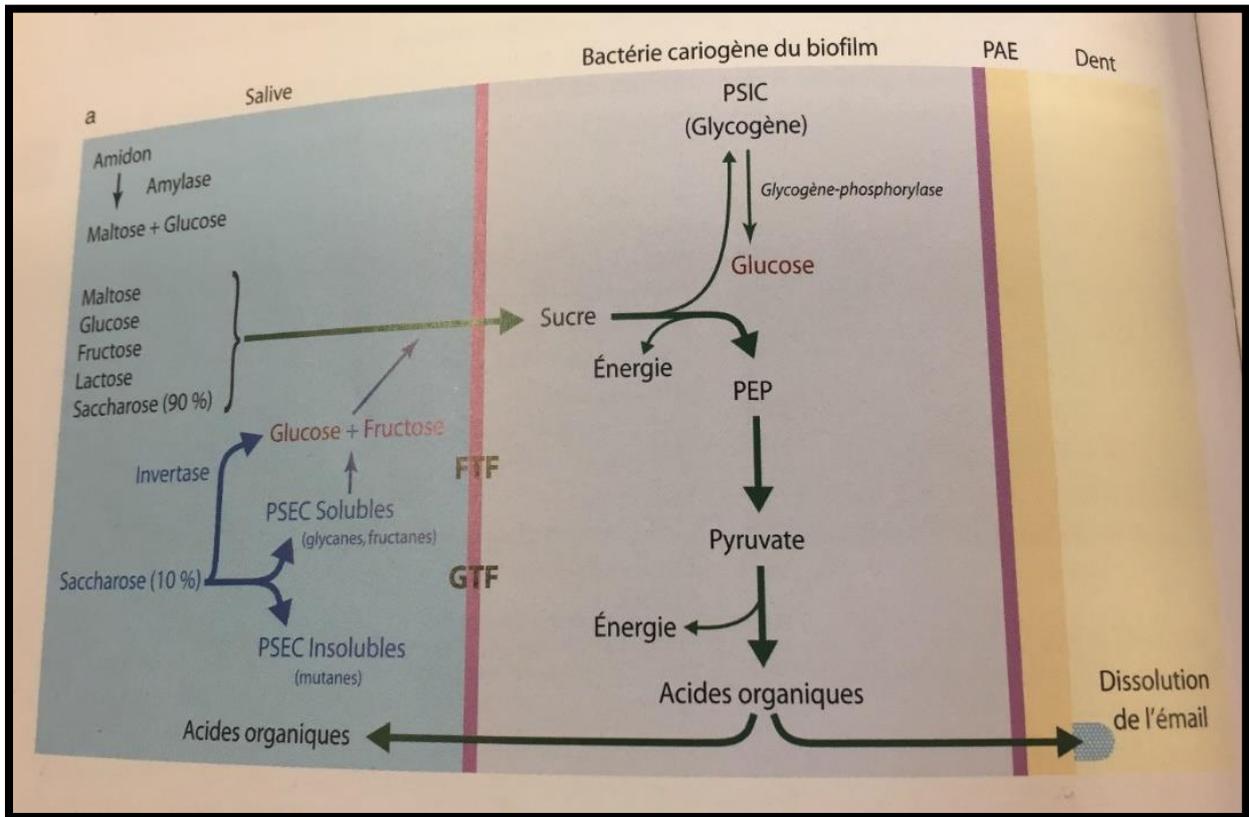
1.2.2 La formation de polymères intra-cellulaires

Ces polymères permettent la **survie** bactérienne, par la production d'acides en absence de saccharose issu de l'alimentation.

1.2.3 L'acidogénèse

La déminéralisation des tissus durs de la dent ainsi que la dégradation organique de la matrice de ces tissus, proviennent de la synthèse d'acides produits par les bactéries acidogènes de la plaque dentaire, lors du métabolisme des sucres fermentescibles de l'alimentation (cf. figure 4).

Figure 4 : L'acidogénèse



Source : Chardin, Barsotti et Bonnaure-Mallet, *Microbiologie en odonto-stomatologie*, 2006

1.2.4 L'acidotolérance

Cette qualité permet la survie en milieu acide.

1.2.5 La production de dextranases ou fructanases inductibles

Elle permet, par l'hydrolyse des polymères extracellulaires, un apport de glucose ou de fructose en cas de carence en nutriments.

1.3. Les facteurs préventifs de la carie dentaire¹⁰

1.3.1 Les fluorures et le scellement des sillons

Dans les pays industrialisés les **fluorures** ont un rôle essentiel dans la réduction du taux de caries. La présence en continu, d'ions fluorure à la surface dentaire entre la plaque et l'émail des dents, à des concentrations plutôt faibles, est considérée comme la clé d'un effet carioprotecteur optimal. L'indication du scellement des sillons par ailleurs, est indiscutable chez les sujets jeunes en période de denture mixte et adolescente jeune.

1.3.2 L'hygiène buccale et les agents antibactériens

Elle permet de contrôler l'**expansion** du biofilm bactérien. Elle passe par le brossage et l'utilisation de produits d'hygiène complémentaires (le fil dentaire et les brossettes interdentaires).

Parmi les agents actifs sur la flore buccale¹¹, on retrouve la **chlorhexidine** (agent le plus efficace de nos jours), mais aussi la povidone iodée, les fluorures, le xylitol et le sorbitol, et d'autres encore.

1.3.3 Le régime alimentaire

La Haute autorité de santé (HAS) en 2010¹² déconseille le grignotage, et encourage à consommer des aliments solides pauvres en sucres simples et en graisse (amidon, fibres, fruits et légumes).

Certaines revues de la littérature décrivent le thé comme un facteur alimentaire protecteur contre le développement de la carie dentaire, au même titre que le café et le cacao¹³ (voir tableau ci-dessous).

¹⁰ Chardin, Barsotti, et Bonnaure-Mallet.

¹¹ Chardin, Barsotti, et Bonnaure-Mallet.

¹² Haute autorité de santé, « Stratégies de prévention de la carie dentaire ».

¹³ Ferrazzano et al., « Anti-cariogenic effects of polyphenols from plant stimulant beverages (cocoa, coffee, tea) ».

Figure 5 : Tableau des vertus thérapeutiques du café arabica et du thé *Camellia sinensis*

Table 1 Folk medicinal uses.				
Botanical name	Country	Uses description	Part used	Preparations
<i>Coffea arabica</i> L.	Brazil	Taken orally for influenza	Seed	Decoction
	Cuba	Orally by males as an anaphrodisiac	Seed	Hot water extract
	Haiti	1) Is taken orally for anemia, edema, asthenia, and rage; 2) orally for hepatitis and liver troubles. 3) used externally for nervous shock; 4) is taken orally or the leaf is applied to the head for headache.	1) Grilled fruit and leaf; 2) fruits; 3) soaked fruit; 4) leaf	1) 4) Decoction; 2) internal use; 4) fresh applied
	Mexico	1) Used to treat fever; 2) taken orally by nursing mothers to increase milk production.	1) Leaves; 2) roasted seed	1) Poultice; 2) hot water extract
	Nicaragua	1) For headache, stomach pain; 2) taken orally for fever and used externally for cuts and hemorrhage	1) Leaves; 2) seed	1) Used externally; 1) hot water extract; 2) decoction
	Peru	1) Is taken orally as a stimulant for sleepiness and drunkenness; 2) is taken orally to induce labor, and the hot water extract is taken orally as an antitussive in flu and lung ailments	1) Dried fruit; 2) leaf	1) Hot water extract 2) infusion
	Thailand	Is taken orally as a cardiotonic and neurotonic	Dried seed	Hot water extract
	West Indies	1) Is taken orally for asthma; 2) is taken orally for scorpion sting	1) Seed; 2) root	1) Hot water extract 2) juice
<i>Camellia sinensis</i> L.	India	1) Taken orally for headache and fever; 2) applied to teeth to prevent tooth decay; 3) is taken orally for abortion; 4) contraceptive and hemostatic.	1) Dried and fresh buds and leaves; 2) dried leaf; 3) 4) fresh leaf	1) 2) Decoction; 2) powder; 3) 4) juice
	Mexico	Taken orally by nursing mothers to increase milk production	Leaf	Hot water extract
	Turkey	To treat diarrhea	Leaves	Are taken orally
	China	Taken orally as a sedative, an antihypertensive, and anti-inflammatory	Dried leaf	Hot water extract
	Guatemala	Used as eyewash for conjunctivitis	Dried leaf	Hot water extract

Source : Ferrazzano, « Anti-cariogenic effects of polyphenols from plant stimulant beverages (cocoa, coffee, tea) », 2009

2 : Le métabolisme des fluorures

Les rappels présentés ci-dessous sont en rapport avec les vertus anticariogéniques du thé, ainsi nous nous permettrons de nous y intéresser succinctement.

2.1. Les fluorures dans notre alimentation¹⁴

Les fluorures sont présents dans un certain nombre d'aliments, à l'état de traces. Les teneurs moyennes dans les boissons, aliments et certaines parties du corps humain sont données dans le tableau ci-dessous.

Figure 6 : Teneurs moyennes en fluorures dans des aliments et des boissons, et diverses parties du corps humain (thé à la cinquième ligne)

Aliments et boissons	Taux	Localisation	Teneurs moyennes en fluor
Eaux minérales françaises (mg/L)	0,1-8		
Vichy Saint-Yorre (mg/L)	8		
Eau potable (UE) (mg/L)	1,5	Dentifrice (UE) (mg/kg)	1500
Sodas (mg/L)	< 1	Os (mg/kg) [361]	600 à 6000
Thé (mg/kg)	3-300	Émail dentaire (mg/kg) [361]	300-2600
Poisson (mg/kg)	0,1-30	Tissus mous (mg/kg)	<< 1
Épinards (mg/kg)	70 max.	Sang (mg/L)	0,028
Choux frisé (mg/kg)	40 max.		
Betterave (mg/kg)	20 max.		
Sel de table (mg/kg)	250		
Briques de thé, Tibet, Chine (mg/kg)	400		

Source : Tressaud, *le fluor : histoire, applications et paradoxes*, 2011

On récupère en moyenne **100 mg de fluorures** pour un kilogramme de feuilles séchées de thé, ce qui correspond environ à 1 à 15 mg/L donc entre 0.4 et 0.8 mg de fluor pour 2 voire 3 tasses de thé. Par conséquent, par litre de thé on aurait en moyenne 1 à 15 ppm de fluorures, ce qui est très loin de la

¹⁴ Tressaud, *Le fluor : histoire, applications et paradoxes*.

concentration en fluorures des produits d'hygiène bucco-dentaire actuellement commercialisés (exemple **Fluocaryl bi-fluoré**® : 2500 ppm de fluorures). La majeure partie des fluorures que nous consommons proviennent de l'eau potable et des pâtes dentifrices.

2.2. L'absorption et élimination des fluorures au sein de l'organisme¹⁵

La biodisponibilité des fluorures dans notre organisme est de **100%**, et il n'y a pas de rétention. L'ion fluorure est très facilement absorbé dans le transit gastro-intestinal. Une partie des fluorures plasmatiques (environ la moitié) est ensuite fixée sur les **tissus calcifiés (dents et os)**, tandis que le reste est éliminé dans les urines.

2.3. Le métabolisme des fluorures au sein de la cavité buccale

2.3.1 L'assimilation des fluorures au sein des tissus dentaires¹⁶

Lorsque la dent achève sa formation, les fluorures s'accumulent notamment dans les couches superficielles de l'émail. Leurs taux diminuent de la surface vers la jonction amélo-dentinaire. La très grande affinité des fluorures pour les tissus minéralisés induit des captages et des échanges ioniques à la surface des **cristaux d'hydroxyapatite** et au sein de la **maille cristalline** de l'émail. Ils peuvent être absorbés par l'émail jusqu'à la fin de la maturation post-éruptive de la dent (environ deux ans).

2.3.2 Les actions des fluorures au sein des tissus dentaires¹⁷

Ils vont être incorporés dans l'émail en remplaçant les ions hydroxyde (OH-) des hydroxyapatites des cellules pour produire des cristaux de **fluoroapatite**. L'ion fluorure va réagir avec l'apatite selon les deux équations chimiques suivantes :

¹⁵ Tressaud.

¹⁶ Samb, « Le fluor et ses effets : les réalités de la fluorose au Sénégal ».

¹⁷ Samb.

Tableau 2 : Équations chimiques présentant les réactions de l'ion fluorure avec l'apatite

<i>Échanges isoioniques entre F- et OH</i>	<i>Croissance cristalline de la fluoroapatite</i>
$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 + 2\text{F}^- \rightarrow \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2 + 2\text{OH}^-$	$10\text{Ca}^{2+} + 6(\text{PO}_4)^{3-} + 2\text{F}^- \rightarrow \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$
Cristal hydroxyapatite + 2fluorures → cristal de fluoroapatite + 2hydroxydes	10ions calcium + 6ions phosphate + 2ions fluorures → cristal de fluoroapatite

Source : Auteur, D'après Samb, 2017

Ces derniers interviennent comme **catalyseurs** au cours de l'amélogénèse, favorisant la précipitation des phosphates de calcium en fluoroapatite plus stable. Ils accélèrent la maturation de l'émail.

Au-delà de la période de minéralisation dentaire, l'incorporation de fluorures à l'émail ou la dentine sera le résultat d'échanges ioniques entre hydroxyapatite et fluorures apportés par voie **topique**.

Les ions fluorure stabilisent la structure originelle de l'hydroxyapatite en comblant les espaces inoccupés par les ions hydroxyde et en favorisant les liaisons avec le calcium sur des sites où auparavant on ne trouvait pas de liaison au sein de la maille cristalline, créant ainsi une barrière plus solide contre l'invasion bactérienne.

2.3.3 Les fluorures et la carie dentaire¹⁸

- *Les fluorures favorisent la reminéralisation de l'émail*

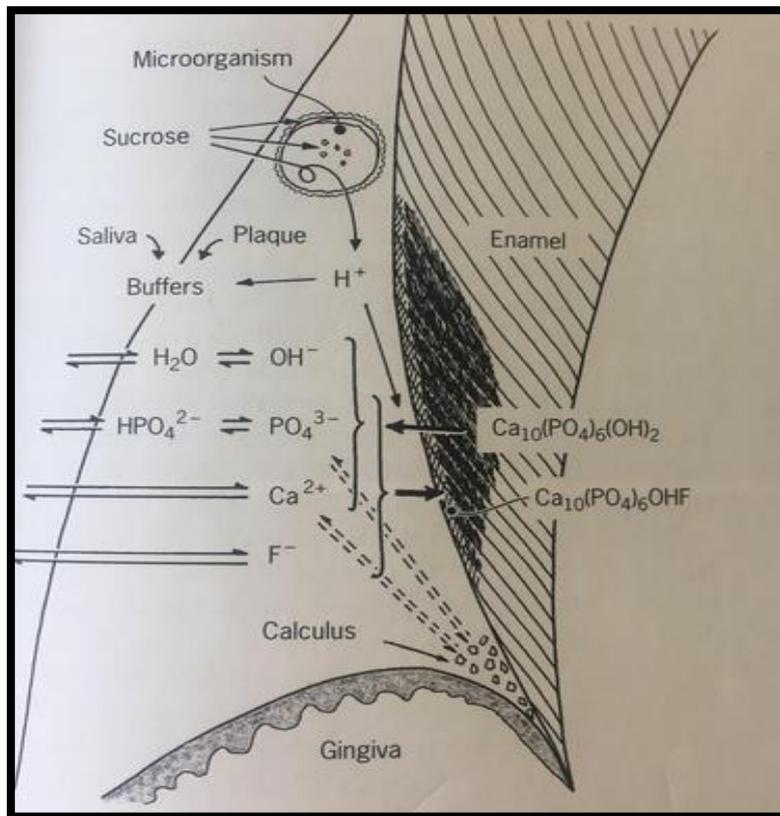
Lors de l'attaque acide, des ions H⁺ sont relargués à la surface de l'émail, dissolvant des cristaux d'hydroxyapatite en ions OH⁻, (PO₄)³⁻, Ca²⁺. Les fluorures présents à cet endroit, issus du tartre dissous, des cristaux dissous, de la plaque ou de la salive, se **recombinent** à ces ions à la surface de l'émail, alors incorporés dans les nouveaux cristaux de fluoroapatite (cf. figure 7).

En présence d'agents topiques fluorés à haute concentration, (bain de bouche, dentifrice ou vernis) les lésions carieuses initiales de l'émail absorbent au sein de leurs **porosités** beaucoup plus de fluorures que les surfaces dentaires saines. Ainsi la déminéralisation est stoppée par la formation de cristaux de fluoroapatite au sein du site déminéralisé¹⁹.

¹⁸ Ekstrand, *Fluoride in dentistry*.

¹⁹ Samb, « Le fluor et ses effets : les réalités de la fluorose au Sénégal ».

Figure 7 : Schéma récapitulatif des interactions chimiques des fluorures et des autres molécules au sein de la plaque dentaire et de la salive lors du processus carieux



Source : Ekstrand, *Fluoride in dentistry*, 1988

- *Les fluorures inhibent la déminéralisation des tissus dentaires périphériques*

Les cristaux de fluoroapatite ainsi formés sont plus gros que l'hydroxyapatite, et permettent d'expliquer pourquoi les lésions reminéralisées de l'émail sont plus résistantes à la récurrence carieuse²⁰. Ces derniers deviennent moins vulnérables à l'attaque bactérienne. Pour toutes ces raisons nous pouvons ainsi valider l'intérêt des suppléments fluorés, des applications topiques au cabinet dentaire, des brossages et des rinçages avec des produits fluorés en odontologie²¹.

²⁰ Wei, *Les utilisations cliniques des fluorures : un bilan des connaissances sur les utilisations cliniques des fluorures en odontologie clinique*.

²¹ Samb, « Le fluor et ses effets : les réalités de la fluorose au Sénégal ».

- *Les fluorures perturbent le métabolisme des bactéries cariogènes*

Les fluorures s'accumulent dans la plaque bactérienne et s'incorporent dans les bactéries sous forme de **fluorure d'hydrogène (HF)** par un processus qui dépend des gradients de pH transmembranaires des bactéries. Quand le pH est acide dans le milieu externe cela favorise le passage du HF dans le cytoplasme alcalin de la bactérie. Suite à la dissociation de HF en H⁺ et F⁻ :

- L'ion F⁻ se fixe à des éléments membranaires et cytoplasmiques de la bactérie
- L'ion H⁺ acidifie le compartiment cytoplasmique de la bactérie et réduit le métabolisme bactérien en modifiant les gradients de pH ainsi que les courants protoniques transmembranaires dont le rôle est capital en physiologie bactérienne

Certaines bactéries comme *Streptococcus mutans* sont très sensibles aux fluorures.

2.3.4 La supplémentation et la réglementation

La supplémentation en fluorures à 0.05 mg/kg par jour (**maximum total fixé à 1 mg**) est indiquée en cas de risque carieux individuel élevé. L'excès de fluorures par voie orale peut être délétère pour les os (développement de fluoroses squelettiques), et les dents (colorations et anomalies structurelles de l'émail)²²

L'Agence Nationale de Sûreté du Médicament (ANSM)²³ rappelle que les fluorures ont une efficacité supérieure lorsqu'ils sont administrés en période **post-éruptive** (action par voie topique essentiellement) en comparaison avec leurs effets en période **pré-éruptive** (action préférentiellement par voie systémique). L'efficacité carioprotectrice maximale équivaut à des apports **faibles mais réguliers** de fluorures dans la cavité buccale, induisant leur présence continue à la surface de l'émail.

²² Lecerf et Schlienger, *Nutrition préventive et thérapeutique*.

²³ Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé, « Mise au point utilisation du fluor dans la prévention de la carie dentaire avant l'âge de 18 ans ».

3 : Le thé : présentation

3.1. Un petit historique du thé

3.1.1 Le thé : des origines asiatiques très lointaines²⁴

Le thé est obtenu à partir de l'infusion des **feuilles** de théier. Il se consomme chaud, froid, même glacé. Il est riche en antioxydants, et possède de nombreuses vertus de plus en plus exploitées, dont certaines, à des fins paramédicales et médicales. Il est non seulement recherché pour ses propriétés énergisantes mais aussi relaxantes. Il possède un impact globalement très positif sur la santé. Le thé prend ses origines dans les montagnes du **Yunnan**, non loin du Tibet, où il est récolté depuis l'Antiquité. La légende chinoise veut que le thé ait été découvert vers 2737 avant Jésus-Christ, sous le règne de l'Empereur Shen Nong (règne : 2737-2697 av. J-C). Ce dernier, père fondateur de la médecine chinoise, et herboriste, s'intéressait aux vertus médicinales des plantes. A cette époque, le peuple chinois connaissait une succession d'épidémies qui amenaient l'empereur à se donner lui-même la mission de guérir les malades, notamment par les plantes (ce sont les prémices de la phytothérapie !)

Figure 8 : L'Empereur Shen Nong infusant le thé sous un théier



Source : Bécaud, *Le thé : la culture chinoise du thé*, 2004

²⁴ Bécaud, *Le thé : la culture chinoise du thé*.

Une première mesure d'hygiène avait auparavant été énoncée par l'empereur, stipulant qu'il était nécessaire de faire bouillir l'eau avant de la consommer car cela la rendait plus pure. Alors qu'il préparait son verre d'eau bouillante à l'ombre d'un théier, les feuilles seraient tombées accidentellement dans le récipient, infusant alors et colorant joliment l'eau, créant ainsi le goût inoubliable de cette boisson désormais internationalement commercialisée.

Un écrit mondialement reconnu puisqu'il s'agit du premier livre sur le thé, le *Cha Jing*²⁵ ou *Traité du thé*, attribue la découverte du thé à ce même empereur mais dans des conditions plus plausibles : Shen Nong, aurait testé près de 72 substances végétales pour en ressentir leurs vertus, ou parfois leur toxicité. Après avoir été largement intoxiqué par certaines substances qui le firent faiblir, il tomba à terre. Il découvrit des feuilles de théier non loin de lui, d'une couleur émeraude, ce qui attira le peu d'attention qui lui restait. En les mâchant, il leur trouva un goût agréable, pur et délicatement parfumé. Lui procurant des bienfaits, il décida de populariser, en Chine, ses vertus thérapeutiques auprès des souffrants.

3.1.2 La route du thé²⁶

L'histoire du thé relève davantage de la conjecture que de la certitude. Des documents nous apprennent qu'en 98 après J-C, l'empereur de Chine Wu-Ti, en décidant de **taxer** les boissons alcoolisées, contribua involontairement à la popularisation du thé en Chine, qui devenait alors une alternative bon marché au vin de riz. Le thé fut longtemps réservé à la cour avant que sa consommation ne se popularise. Il faut attendre le IX^{ème} siècle après J-C pour le voir répandu parmi les notables. Et ce n'est qu'au XIII^{ème} siècle que la consommation du thé profite à toutes les couches de la société.

Le Tibet et le Japon furent les premiers pays à connaître la diffusion du thé, notamment du thé vert, au cours du VI^{ème} siècle. Ce sont alors les Japonais, instituant un véritable cérémonial du thé, qui ont fait du thé un art.

Le thé fut ensuite introduit en Occident au Moyen-âge par les marchands arabes. Au XVII^{ème} siècle le thé devint une vraie boisson consommable en Europe. Les Chinois empruntaient la **route de la Soie** pour y diffuser le thé, jusqu'en Inde et en Asie centrale. La compagnie Hollandaise des Indes ramenait alors aux Pays-Bas les premières cargaisons à cette époque.

À partir de la fin des années 1660, le commerce du thé s'étendit en Angleterre et en France. En Angleterre cette boisson connut un très large succès.

²⁵ Lu, *Le cha jing ou classique du thé*.

²⁶ La route du thé, « les grandes étapes de l'histoire du thé ».

Au XIX^{ème} siècle, le commerce « moderne » du thé se mit en place. Des voiliers initialement utilisés pour le transport de l'opium furent réquisitionnés pour le transport du thé. La Russie fut un des plus grands amateurs de thé dans l'Europe du nord. L'Angleterre qui constituait le principal point de chute géographique d'exportation du thé, connut une explosion de sa consommation à cette même époque. Ensuite, la route du thé s'étendit outre-Atlantique jusque New York, en deuxième position après la ville de Londres dans le marché du thé.

A partir du début du XX^{ème} siècle, la Chine perdit petit à petit le monopole de l'exportation du thé en Europe. C'est alors que **l'Inde, la Malaisie et le Ceylan** devinrent les partenaires du marché du thé dans le cadre de sa diffusion qui ne cessa de traverser les continents.

Figure 9 : Carte du monde représentant les pays producteurs et exportateurs de thé en 1940



Source : MacDonald, Musée du thé français chez Mariage Frères Paris, 1940

3.1.3 Les tasses à moustaches²⁷

La moustache était très en vogue dans la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, notamment en Europe. Signe de distinction et de prestance, elle était largement répandue au sein de la gent masculine. D'où l'embarras répété lorsqu'en buvant le thé, les lèvres devaient tremper dans la boisson laissant au passage des gouttes sur la moustache de ces messieurs. **Henri Mariage**, fondateur moustachu de la maison Mariage en 1854 utilisait pour ses dégustations de thé des tasses spéciales dotées de « repose-moustaches » en céramique, qui permettaient de boire le thé sans salir ni mouiller ses moustaches.

Figure 10 : Photographie des tasses à moustaches



Source : Auteur, Visite du Musée du thé français chez Mariage Frères Paris, XIX^{ème} siècle

3.2. Les composants principaux et la classification botanique du thé

3.2.1 Les composants principaux²⁸

Une simple tasse de thé contient près de **500 substances actives** ! On trouve de l'**eau** en majorité (75%), des **tannins** (4%), des **protéines** (4%), des **acides aminés**, des **lipides**, des **acides organiques**, des **sucres**, des **vitamines et des minéraux**, mais aussi des substances **aromatiques**.

²⁷ Mariage frères, « Musée du thé français ».

²⁸ Suhotoo, « Etude du fluor dans le thé et son intérêt en odontostomatologie ».

La **théine (aussi appelée caféine)** est la molécule stimulante. La libération de la théine est rapide pendant les 2 à 3 premières minutes d'infusion. Puis, les tannins se libèrent progressivement, et viennent neutraliser l'effet de la théine au cours de l'infusion. C'est pourquoi, contrairement à ce qu'on a l'habitude de penser, il faut laisser **plus longtemps** infuser son sachet de thé si l'on souhaite **moins** ressentir les effets de la caféine, et ainsi obtenir une boisson moins stimulante.

3.2.2 Les polyphénols

Le thé est riche en **polyphénols**, qui sont les molécules antioxydantes. Les principaux antioxydants retrouvés notamment dans le thé vert sont les catéchines (**épigallocatechine, gallate d'épicatéchine, épicatéchine, gallate d'épigallocatechine, catéchine gallate, gallocatechine, gallocatechine gallate**)²⁹. Une tasse de thé peut contenir environ 200 mg de catéchines³⁰.

Selon la richesse de l'environnement de culture du thé, la composition en polyphénols n'est pas la même : on préfère récolter un thé qui a poussé dans des forêts près des sources, ayant profité de l'air pur des montagnes, à l'abri de la pollution. De ce fait, sa composition et sa concentration en polyphénols ne peut être que plus grande. Bien entendu, le thé est à consommer avec modération³¹. Plus les feuilles cueillies sont **jeunes**, plus elles sont riches en antioxydants. Ainsi, le thé vert et le thé blanc sont en moyenne les plus chargés en antioxydants³².

La figure 11 ci-dessous représente les catéchines de « base » : la catéchine et l'épicatéchine en bas, mais aussi leurs principaux énantiomères *-cis* et *-trans*, ainsi que les gallates de catéchines présentant le groupement -galloyl. Nous reviendrons sur les propriétés de ces différentes catéchines et sur l'importance de la présence du groupement -galloyl dans le rôle des catéchines du thé.

De plus en plus d'études (figure 12) tentent de démontrer l'intérêt de la catéchine et de ses dérivés dans le cadre de la lutte contre les cancers de la cavité buccale, ainsi que la lutte contre la carie dentaire³³. Ce dernier volet sera développé plus tard dans cette revue.

²⁹ Schmitter, « Les propriétés anticancéreuses des catéchines issues du thé vert ».

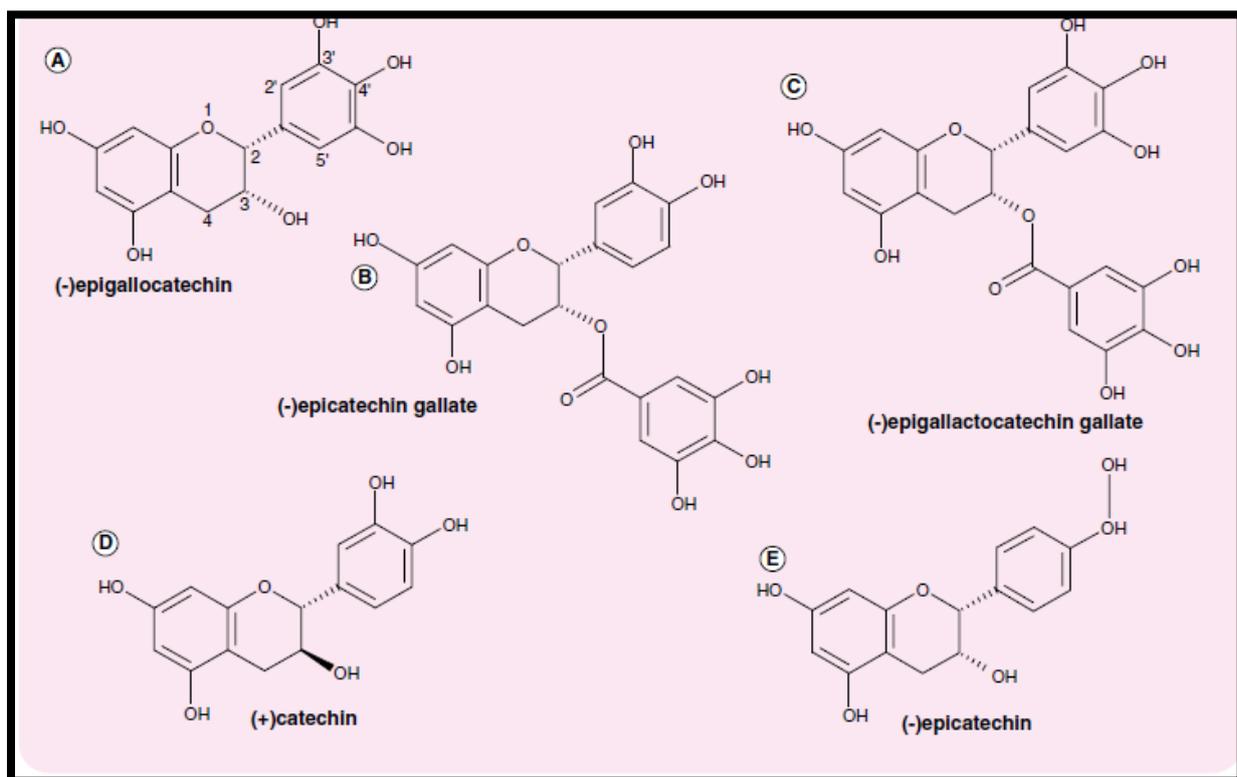
³⁰ Suhotoo, « Étude du fluor dans le thé et son intérêt en odontostomatologie ».

³¹ Bécaud, *Le thé : la culture chinoise du thé*.

³² Malinowska et al., « Assessment of fluoride concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions ».

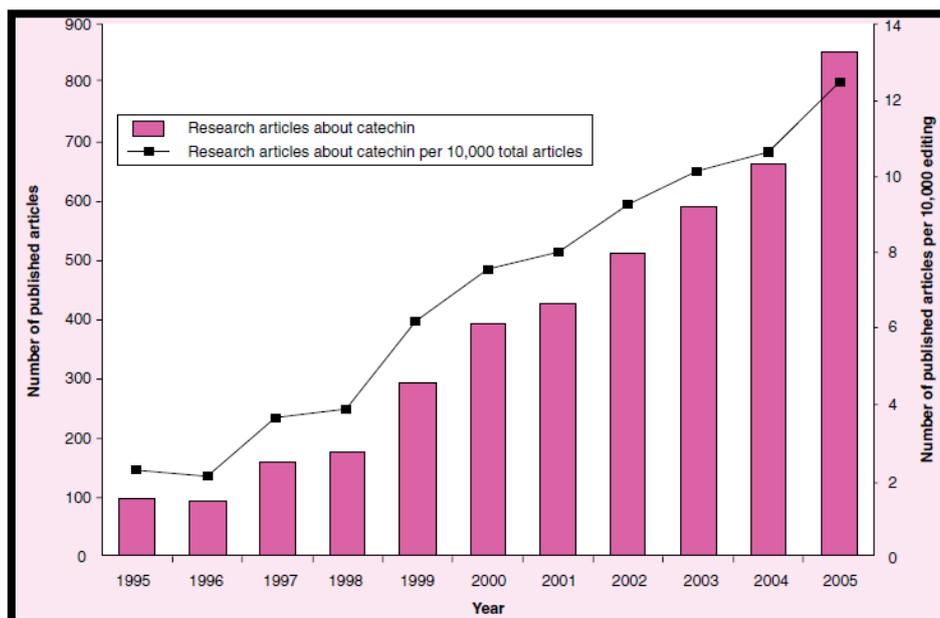
³³ Song et Seong, « Tea catechins as a potential alternative anti-infectious agent ».

Figure 11 : Formules chimiques de différents polyphénols du thé



Source : Song et al., « Tea catechins as a potential alternative anti-infectious agent », 2007

Figure 12 : Etudes sur les catéchines publiées sur PubMed entre 1995 et 2005

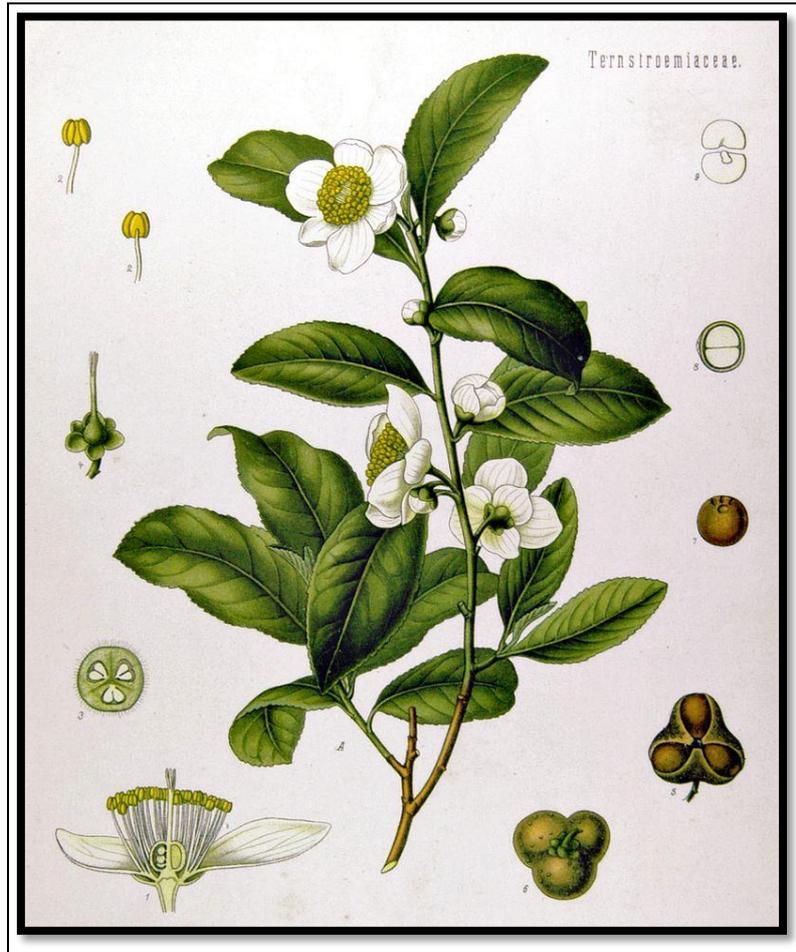


Source : Song et al., « Tea catechins as a potential alternative anti-infectious agent », 2007

3.2.3 La classification botanique

Le théier, (*Camellia sinensis*), est un arbuste originaire d'Extrême-Orient, de la famille des Théacées. Il existe trois espèces de thé cultivées dans le monde : le thé **Assam** (*Camellia sinensis assamica*), le **Yunnan** (*Camellia sinensis sinensis*) et enfin le *Camellia sinensis cambodiensis*³⁴.

Figure 13 : Illustration botanique de *Camellia sinensis* : feuilles, boutons et fleurs



Source : Lassechere, *Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science thérapeutique*, 2003

³⁴ Lassechere, *Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*.

3.3. La fabrication du thé et les propriétés du thé dans la culture chinoise

3.3.1 La fabrication du thé

Les principales étapes du procédé de fabrication du thé sont les suivantes³⁵ :

1. La **cueillette**
2. Le **flétrissage** : cette étape permet de retirer une partie de l'humidité dans les feuilles fraîches
3. Le **roulage** : on brise les cellules des feuilles, ce qui libère les enzymes activant la fermentation
4. L'**oxydation** : on met à reposer les feuilles dans des récipients à 95% d'humidité pour permettre le bon déroulement de la fermentation
5. La **dessiccation** : en augmentant la température du milieu on stoppe la réaction de fermentation et on stabilise le degré d'humidité des feuilles
6. Le **séchage**
7. Le **triage ou tamisage** : on trie les feuilles selon leur taille et leur qualité
8. La **cuisson finale** ou bien torréfaction

En Chine, ces étapes sont encore très souvent réalisées sans machine.

Il existe plusieurs couleurs de thé dues aux différents modes de fermentation³⁶ :

- Le thé vert (non fermenté)
- Le thé blanc (légèrement fermenté)
- Le thé Oolong (semi-fermenté)
- Le thé noir (post-fermenté)

Remarque ³⁷:

Plus le thé est fermenté, plus sa couleur est **sombre**. Il est intéressant de noter que l'étape de fermentation du thé endommage les catéchines (et aussi la chlorophylle, qui donne la couleur verte au thé). Ainsi, on perd en moyenne beaucoup plus de catéchines pendant la fabrication du thé noir, bien plus fermenté que le thé vert au sein duquel ces dernières sont, non seulement plus nombreuses, mais possèdent aussi une structure beaucoup moins modifiée. Il faut aussi noter que lors de la fermentation du thé vert en thé noir, les catéchines subissent une oxydation et se transforment en **théaflavines** et **théarubigines** notamment. Cela explique la différence de saveur et d'effets sur la santé quand on compare les vertus des thés noir et vert. Cependant, il est important de rappeler que la

³⁵ Bécaud, *Le thé : la culture chinoise du thé*.

³⁶ Bécaud.

³⁷ Schweikart, J., « Catéchines dans le thé vert, blanc et noir ».

concentration en catéchines dans les thés dépend hautement de la qualité individuelle des pratiques de chaque jardin de thé dont ils sont issus.

3.3.2 Les propriétés du thé dans la culture chinoise³⁸

La plante s'étant reposée pendant l'hiver, il est conseillé d'utiliser le thé provenant des récoltes nouvelles au printemps. Ainsi on bénéficie du meilleur de ses qualités. D'après les enquêtes alimentaires de source officielle chinoise, les personnes qui vivent longtemps sont celles qui ont bu régulièrement du thé, mais de façon **modérée**. Le docteur Hua Tuo, un célèbre médecin chinois (110-207), recommandait à l'époque dans ses écrits : « *Avoir la coutume de boire du thé amer permet de construire une bonne santé du corps et de l'esprit.* »

Parmi les innombrables vertus du thé dans la médecine chinoise, on retrouve celles-ci :

- Le thé soutient le système cardiaque (thé Oolong)
- Il possède une action anticancérogène (thé vert et thé Oolong)
- Il calme la douleur, désinfecte, renforce l'immunité (via les vitamines B et C du thé vert)
- Il favorise la digestion (thé vert, thé Oolong)
- Il abaisse la température corporelle (thé blanc)
- **Il protège les dents de la carie par l'apport de fluorures (tous types de thé)**

³⁸ Bécaud, *Le thé : la culture chinoise du thé*.

4 : Les fluorures du thé

4.1. Les taux de fluorures dans les différents types de thé

Les ions fluorures sont sélectivement **absorbés du sol de culture à l'arbre** (le théier), et existent dans les feuilles sous forme d'anions³⁹. Près de 98% des fluorures sont emmagasinés dans les **feuilles** de thé⁴⁰. Les sols **acides** sont propices à l'absorption des fluorures par les théiers. D'autre part, le taux de fluorures va augmenter **avec l'âge** de l'arbre à thé⁴¹. Selon le temps de brassage des feuilles de thé, le contenu en fluorures varie. En effet, plus le thé est brassé, plus on récupère des fluorures⁴². Le thé noir, plus fermenté, contient plus de fluorures que le thé vert ou encore le thé blanc **en règle générale**⁴³.

4.2. Les facteurs influençant la libération des fluorures lors de l'infusion

- **La durée d'infusion :**

Elle est directement corrélée au taux de fluorures du thé⁴⁴. Le taux de fluorures augmente avec la durée d'infusion (cf. figure 14).

- **La température du milieu d'infusion du thé :**

Dans l'étude de Gupta et Sandesh⁴⁵ de 2012, le taux de relargage des fluorures était significativement plus grand dans l'eau bouillante que dans l'eau froide ou tempérée. Ainsi, la concentration en fluorures du thé augmente avec la **température** de l'eau lors de son infusion.

³⁹ Malinowska et al., « Assessment of fluoride concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions ».

⁴⁰ Simpson, Shaw, et Smith, « The bio-availability of fluoride from black tea ».

⁴¹ Malinowska et al., « Assessment of fluoride concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions ».

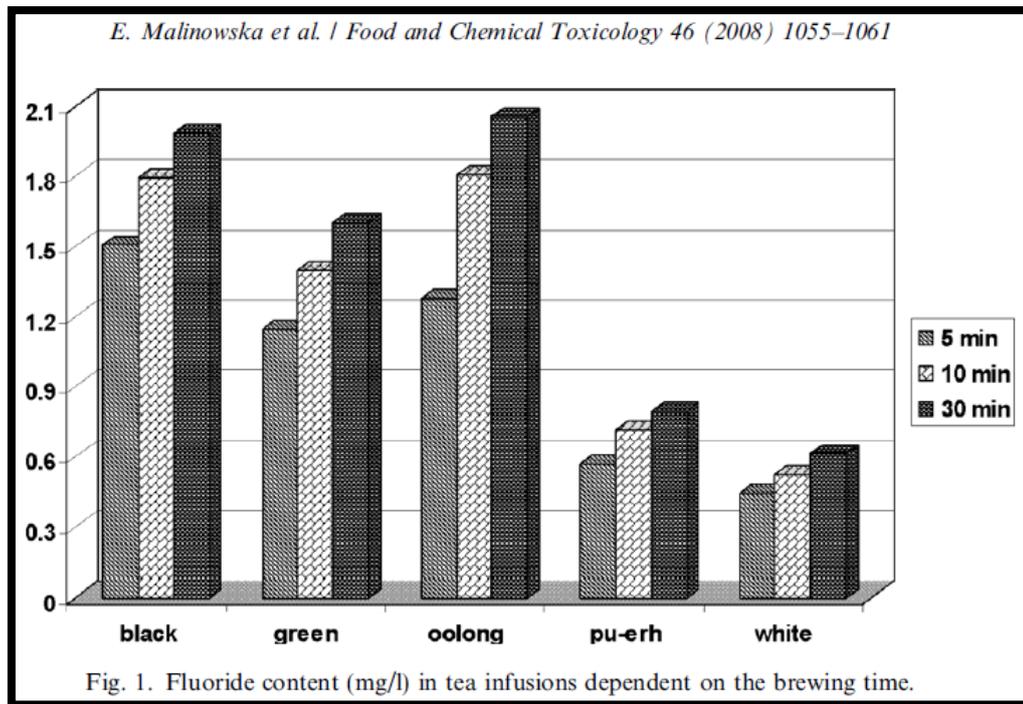
⁴² Gupta et Sandesh, « Estimation of fluoride concentration in tea infusions, prepared from different forms of tea, commercially available in Mathura city ».

⁴³ Gupta et Sandesh.

⁴⁴ Malinowska et al., « Assessment of fluoride concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions ».

⁴⁵ Gupta et Sandesh, « Estimation of fluoride concentration in tea infusions, prepared from different forms of tea, commercially available in Mathura city ».

Figure 14 : Diagramme des taux de fluorures (en mg/L) libérés lors de l'infusion des thés en fonction du temps



Source : Malinowska et al, « Assessment of fluoride concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions », 2008

- **La fermentation⁴⁶ :**

La fermentation, beaucoup plus longue pour le thé noir que le thé vert, augmente considérablement la **solubilisation** des fluorures et permet de libérer une plus grande proportion de fluorures lors de l'infusion.

- **L'âge des feuilles⁴⁷ :**

Plus les feuilles sont âgées, plus elles ont eu le temps de s'enrichir en fluorures.

⁴⁶ Suhotoo, « Etude du fluor dans le thé et son intérêt en odontostomatologie ».

⁴⁷ Suhotoo.

5 : Le potentiel rôle anticariogénique du thé

5.1. L'intérêt des fluorures issus du thé dans la lutte contre la carie dentaire

En 2001, Simpson et Shawn⁴⁸ publiaient un article dans *Journal of Dentistry*, enquêtant sur la rétention de fluorures issus d'une solution de thé noir au niveau de la cavité buccale, de l'émail et de la pellicule acquise exogène. Environ 40% des fluorures du thé utilisé en rinçage avaient été retenus dans la cavité buccale. Une très forte affinité de l'émail pour les fluorures du thé, avec ou sans présence de la pellicule acquise exogène, avait été mise en évidence. Des liaisons chimiques entre les fluorures du thé et les cristaux d'émail *in situ* avaient été significativement mises en évidence, démontrant l'intérêt de l'utilisation de fluorures topiques issus de la consommation de thé et leur interaction démontrée au sein de la surface dentaire.

En 2007, Chandrajith et al.⁴⁹ ont étudié la proportion de fluorures dans 25 thés issus de différentes régions du Sri Lanka, et leur implication dans l'expression des fluoroses dentaires dans ce pays. Un lien étroit entre la consommation moyenne de **5 tasses de thé pour chaque Sri lankais**, y compris les enfants, et la fluorose dentaire très répandue au sein de cette population, a été significativement établi. La consommation traditionnelle de thé au Sri Lanka est un facteur additionnel de surdosage en fluorures, s'ajoutant à la sur-fluoruration de l'eau dans ce pays.

L'étude de Gupta et Sandesh⁵⁰ de 2012 nous apporte de précieuses informations concernant le rôle du taux de fluorures présents dans les boissons comme le thé (ou le café) dans les apports alimentaires journaliers en fluorures, contribuant à la lutte contre la carie dentaire en plus des apports déjà présents dans l'eau potable accessible aux populations, mais aussi au développement des fluoroses dentaires dans ces mêmes populations.

NB : La fluorose dentaire n'étant pas développée dans cette thèse, rappelons avant tout sa cause principale qui est l'excès d'apport en fluorures, issu de l'alimentation ou des dispositifs d'hygiène buccale cario-prophylactiques, pendant le processus d'éruption et maturation dentaire, menant à des troubles structurels de l'émail conduisant parfois à des préjudices esthétiques et fonctionnels.

⁴⁸ Simpson, Shaw, et Smith, « The bio-availability of fluoride from black tea ».

⁴⁹ Chandrajith et al., « Fluoride in Ceylon tea and its implications to dental health ».

⁵⁰ Gupta et Sandesh, « Estimation of fluoride concentration in tea infusions, prepared from different forms of tea, commercially available in Mathura city ».

5.2. Résultats des études in vivo

5.2.1 L'influence des polyphénols extraits du thé chez les rats

En 1991, Otake et al.⁵¹ ont extrait un cocktail de polyphénols (*Sunphenon*) du thé vert japonais pour en étudier les vertus anticariogéniques sur des rats subissant un régime cariogène. L'incidence carieuse chez les rats qui consommaient de l'eau contenant 0.05% de *Sunphenon* était significativement diminuée par rapport à celle retrouvée chez les rats qui buvaient de l'eau claire.

5.2.2 L'effet du thé sur la cariogénèse chez les rats : l'étude de Rosen et al.

- *L'effet des fluorures du thé sur l'incidence de la carie dentaire*

En 1984, Rosen et al.⁵² ont été les précurseurs dans la recherche des vertus du thé contre la carie dentaire. Ils ont voulu démontrer que le thé, de par son contenu en fluorures, luttait activement contre le développement de la carie dentaire chez les rats. Ils ont mesuré un nombre significativement moins élevé de lésions carieuses chez les rats buveurs de thé que chez les rats buveurs d'eau distillée (cf. figure 15).

- *L'effet du thé sur la progression de la carie au sein des tissus dentaires*

Dans cette même étude de Rosen et al.⁵³, un élément doit être retenu. En effet, chez les rats buveurs de thé, on comptait significativement moins de caries dentinaires que chez les rats-contrôle. Ceci permettait d'émettre une hypothèse concernant certains des composants du thé, en faveur de la lutte contre la **progression** de la carie au sein des tissus dentaires. Le thé ralentirait donc le développement de la carie chez les rats.

Une étude de 2001 de Touyz et Amsel⁵⁴, cherchait à évaluer l'effet du thé noir sur des rats soumis à un régime cariogène. Des résultats significativement carioprotecteurs du thé ont été validés à l'issue de leurs travaux. Le nombre de lésions carieuses sur les molaires chez les rats buveurs de thé était de deux fois moins élevé que chez les rats buveurs d'eau distillée, et encore plus faible chez les rats buveurs d'eau fluorée. Ils n'ont pas noté de carie interproximale ni dentinaire chez les rats buveurs de

⁵¹ Otake et al., « Anticaries effects of polyphenolic compounds from Japanese green tea ».

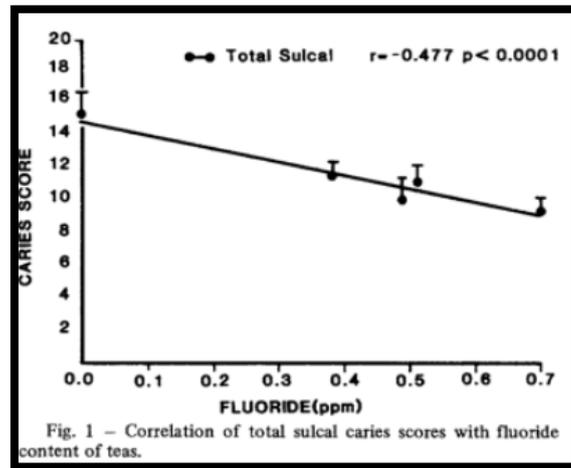
⁵² Rosen et al., « Anticariogenic effects of tea in rats ».

⁵³ Rosen et al.

⁵⁴ Touyz et Amsel, « Anticariogenic effects of black tea (*Camellia sinensis*) in caries prone-rats ».

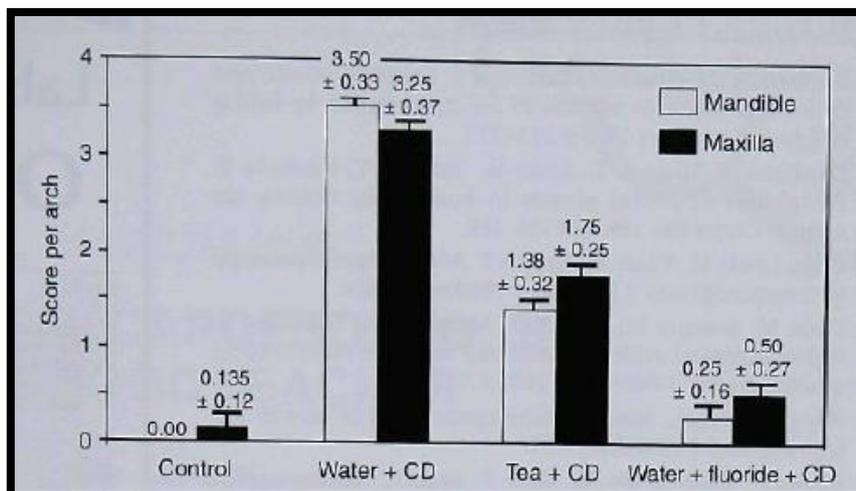
thé ou d'eau fluorée. Ainsi le thé - **dans une moindre mesure par rapport à l'eau fluorée** - était un bon carioprotecteur chez les rats. Le thé serait ralentisseur du processus carieux. Notons qu'il était préparé à partir d'eau non fluorée. Ainsi le pouvoir carioprotecteur était bien dû aux composants propres au thé (cf. figure 16).

Figure 15 : Nombre de lésions carieuses développées en fonction du taux de fluorures dans le thé



Source : Rosen et al., « Anticariogenic effects of tea in rats », 1984

Figure 16 : Nombre de caries par maxillaire en fonction du régime alimentaire : groupe témoin, groupe expérimental buvant de l'eau, groupe expérimental buvant du thé, groupe expérimental buvant de l'eau fluorée. Nb : CD = cariogenic diet (régime cariogène)

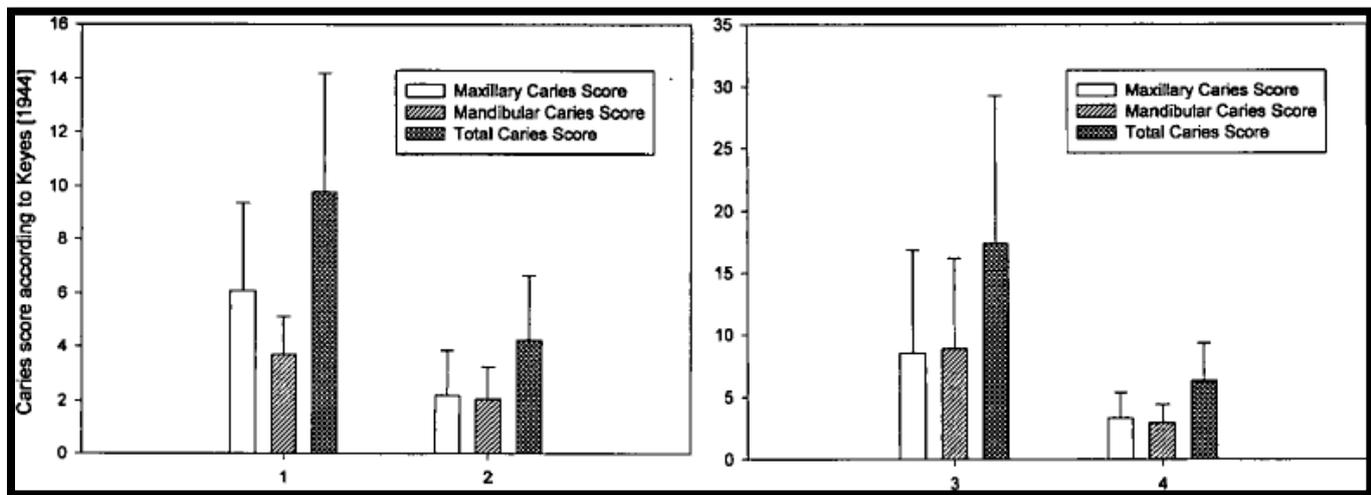


Source : Touyz et Amsel, « Anticariogenic effects of tea (camellia sinensis) in caries prone-rats », 2001

5.2.3 Les effets du thé sur la cariogénèse chez les hamsters : l'étude de Linke et LeGeros

En 2003, une étude fait écho à celle de Touyz et Amsel, celle de Linke et LeGeros⁵⁵ qui ont tenté de déterminer l'effet du thé noir sur la formation des caries chez des hamsters qui subissaient un régime cariogène. L'essai clinique a duré 3 mois, regroupant 80 hamsters, dont la moitié subissaient un régime cariogène à 56% de sucrose, et l'autre moitié un régime sain. La concentration en fluorures dans le thé noir était régulièrement contrôlée et fixée à 4.2 ppm. Il en a été conclu que le thé noir, par rapport à l'eau faisait significativement diminuer le nombre de caries chez les hamsters, de 56% chez ceux qui subissaient un régime sain, et de 63% chez ceux qui subissaient un régime cariogène.

Figure 17 : Mesure du score carieux chez les hamsters à régime sain (gauche), et à régime cariogène (droite), respectivement 1 et 3 : buvant de l'eau ; 2 et 4 : buvant du thé noir



Source : Linke et LeGeros, « Black tea extract and dental caries formation in hamsters », 2003

5.2.4 Les effets du thé sur la plaque dentaire

- *L'effet du thé sur l'indice de plaque*

En 2013, l'étude de Balappanavar et Sardana⁵⁶ a conclu qu'il y avait une efficacité anti-plaque significative d'un bain de bouche à 0.5% de *Camellia sinensis*, encore plus importante qu'avec le bain de bouche à l'extrait de margousier à 0.2%, et le bain de bouche à 0.2% de gluconate de chlorhexidine.

⁵⁵ Linke et LeGeros, « Black tea extract and dental caries formation in hamsters ».

⁵⁶ Balappanavar, Sardana, et Singh, « Comparison of the effectiveness of 0.5 % tea, 2 % neem and 0.2 % chlorhexidine mouthwashes on oral health: a randomized control trial ».

En 2015, Hambire et al.⁵⁷ ont démontré la réduction significative de l'indice de plaque d'un bain de bouche à base de *Camellia sinensis* à 0.5 %, obtenant les meilleurs résultats anti-plaque par rapport aux bains de bouche à la chlorhexidine et aux fluorures de sodium.

- *L'effet du thé sur l'extension de la plaque*

En 1995, Attin et al.⁵⁸ comparaient l'étendue de la plaque bactérienne chez 30 sujets, en fonction de l'utilisation d'un bain de bouche au thé Darjeeling, ou d'un bain de bouche commercial **MERIDOL**® à 250 ppm de fluorures, avec un groupe témoin dont le bain de bouche utilisé était simplement l'eau du robinet. Le bain de bouche au thé Darjeeling contenait moins de 0.2 ppm de fluorures tout comme l'eau du robinet utilisée dans cette étude. Suite à des photographies en 3 dimensions de la surface dentaire des canines et prémolaires maxillaires et analyse planimétrique de la plaque dentaire, on obtenait une baisse significative de l'étendue de la plaque bactérienne grâce au **MERIDOL**® qu'on ne retrouvait pas avec le bain de bouche au thé Darjeeling. En discussion, il est bien précisé que les auteurs n'avaient évalué ni la composition de la plaque dentaire, ni l'épaisseur de cette dernière. En conclusion, ils n'ont pas pu exclure l'effet potentiellement anticariogénique du thé sur la plaque dentaire car leur étude devait être approfondie.

Figure 18 : Indice de plaque mesuré en fonction de la boisson utilisée en bain de bouche (eau du robinet, thé, bain de bouche commercial MERIDOL ©

Mouthrinsing with	Plaque score [%]
Tap water	24.83 ± 15.47
Tea	22.93 ± 15.80
Meridol	14.57 ± 8.60

Source : Altin et al., « Plaque surface area after rinsing with a low-level fluoride-containing Darjeeling tea », 1995

⁵⁷ Hambire et al., « Comparing the antiplaque efficacy of 0.5% *Camellia sinensis* extract, 0.05% sodium fluoride, and 0.2% chlorhexidine gluconate mouthwash in children ».

⁵⁸ Attin et al., « Plaque surface area after rinsing with a low-level fluoride-containing Darjeeling tea ».

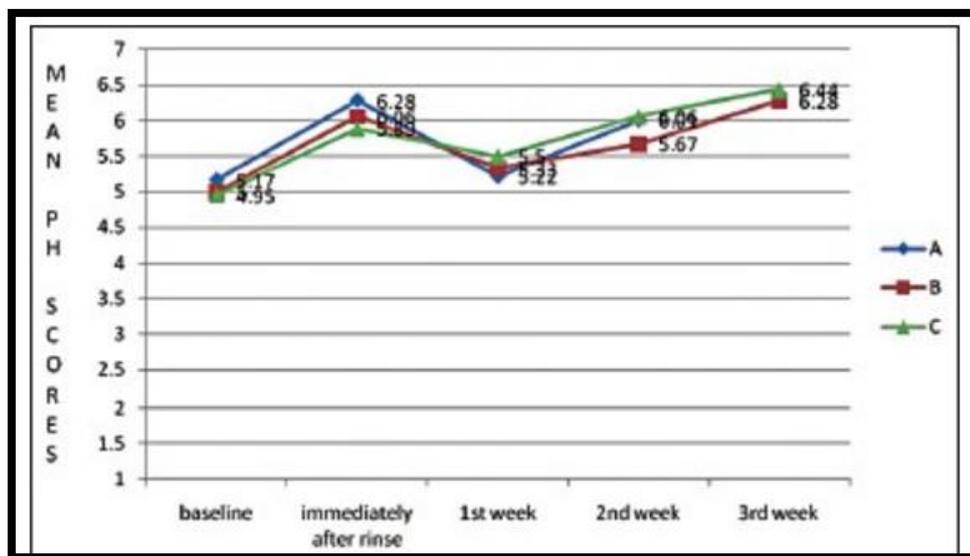
5.2.5 Les effets du thé sur le pH salivaire et le pH de la plaque dentaire

- *L'effet du thé sur le pH salivaire*

En 2009, Awadalla et al.⁵⁹ ont testé l'effet du thé vert sur le pH salivaire. Dans cette étude, 25 sujets, ont réalisé un bain de bouche avec une solution de sucrose. Des échantillons salivaires ont été collectés. Ces mêmes sujets, une heure après, réalisaient le même protocole suivi d'un rinçage avec une solution de 10 ml de thé vert infusé à 2% (soit 0.2 ml de thé pur dans 10 ml de boisson) pendant 5 minutes puis les échantillons salivaires étaient de nouveau recueillis. Ils ont conclu que le thé contribuait à une remontée plus rapide du pH dans la salive. Ainsi le thé aurait une action bénéfique contre la cariogénèse probablement par la lutte contre l'**acidogénèse** de *Streptococcus mutans*.

En 2013, Balappanavar et Sardana⁶⁰ ont comparé l'effet de trois bains de bouche sur la valeur du pH salivaire sur une durée de 3 semaines, chez 30 sujets humains jeunes. Ils en ont prouvé une efficacité significative du bain de bouche à l'extrait de *Camellia sinensis* et du bain de bouche à l'extrait de margousier par rapport à la chlorhexidine en termes de « remontée » de pH salivaire.

Figure 19 : Valeurs du pH salivaire en fonction du bain de bouche (groupe A : chlorhexidine, groupe B : extrait de margousier, groupe C : extrait de thé)



Source : Balappanavar et Sardana, « Comparison of the effectiveness of 0.5 % tea, 2 % neem and 0.2 % chlorhexidine mouthwashes on oral health », 2015

⁵⁹ Awadalla et al., « A pilot study of the role of green tea use on oral health ».

⁶⁰ Balappanavar, Sardana, et Singh, « Comparison of the effectiveness of 0.5% tea, 2% neem and 0.2% chlorhexidine mouthwashes on oral health: a randomized control trial ».

Récemment en 2015, Hambire et al.⁶¹ ont testé l'efficacité anti-acide de trois bains de bouche différents sur 60 enfants âgés de 9 à 14 ans, dans le cadre d'un essai clinique randomisé en triple aveugle. Ils ont mesuré le pH des échantillons salivaires récoltés à t=0, puis à une et deux semaines d'utilisation du bain de bouche. Le groupe qui utilisait du bain de bouche à 0.05% de fluorure de sodium a obtenu les résultats les plus significatifs en termes de remontée du pH salivaire, juste devant le groupe qui utilisait le bain de bouche à l'extrait de *Camellia sinensis* à 0.5%, comparé au dernier groupe qui utilisait du bain de bouche au gluconate de chlorhexidine à 0.2%. Par ailleurs ils ont noté que les enfants préféraient le goût du bain de bouche à 0.5% de *Camellia sinensis* par rapport à celui à la chlorhexidine. Ils ajoutèrent également une remarque : le bain de bouche à l'extrait de *Camellia sinensis* était celui qui présentait le **minimum d'effets indésirables** par rapport aux autres bains de bouche, celui aux fluorures étant déconseillé chez les jeunes enfants, et celui à la chlorhexidine créant davantage de colorations sur le long-terme.

- *L'effet du thé sur le pH de la plaque dentaire*

En 2006, Hirasawa et Takada⁶² ont cherché à évaluer l'effet d'une solution de EGCg extrait du thé vert sur la plaque dentaire. Les sujets s'étaient rincé la bouche avec une solution de sucrose à 10% pendant 2 minutes. Une demi-heure plus tard ils ont réalisé un bain de bouche avec une solution de EGCg (pour les sujets expérimentaux) ou avec de l'eau (pour les sujets témoins). Ils ont démontré la remontée significative du pH salivaire chez les sujets expérimentaux grâce à EGCg. Ils ont aussi mis en évidence le fait que EGCg du thé vert était capable d'inhiber l'activité de la **lactate-déshydrogénase** des *Streptococcus mutans* présents dans la plaque bactérienne, ce qui signifie que cette catéchine serait en état de perturber voire d'inhiber le processus d'acidogénèse de *Streptococcus mutans* (cf. figure 20).

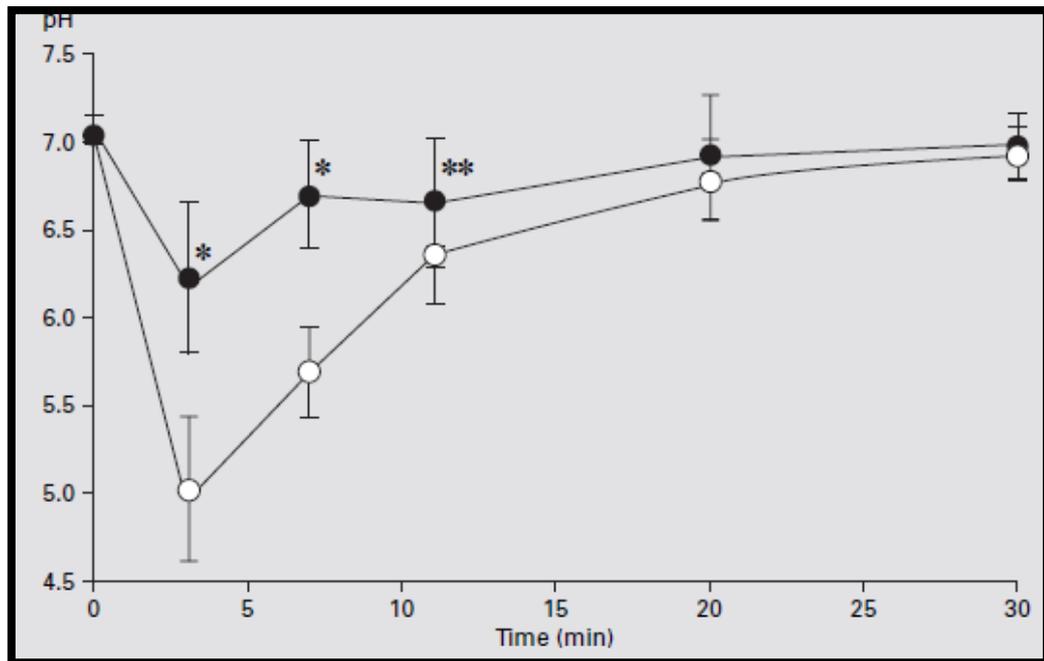
Dans l'étude de 2009 de Awadalla et al.⁶³, le thé vert contribuait à remonter le pH au sein de la plaque dentaire chez 25 personnes, qui après un bain de bouche au thé vert se sont vus collecter leur plaque dentaire pour en mesurer ensuite le pH. Les résultats ont été significativement en faveur d'un pouvoir protecteur du thé vert sur le pH de la plaque dentaire. Ce n'est pas tant la valeur du pH qui importait, mais la remontée de ce dernier qui a été jugée **plus rapide**, grâce au rinçage au thé vert (cf. figure 21).

⁶¹ Hambire et al., « Comparing the antiplaque efficacy of 0.5 % *Camellia sinensis* extract, 0.05 % sodium fluoride, and 0.2 % chlorhexidine gluconate mouthwash in children ».

⁶² Hirasawa, Takada, et Otake, « Inhibition of acid production in dental plaque bacteria by green tea catechins ».

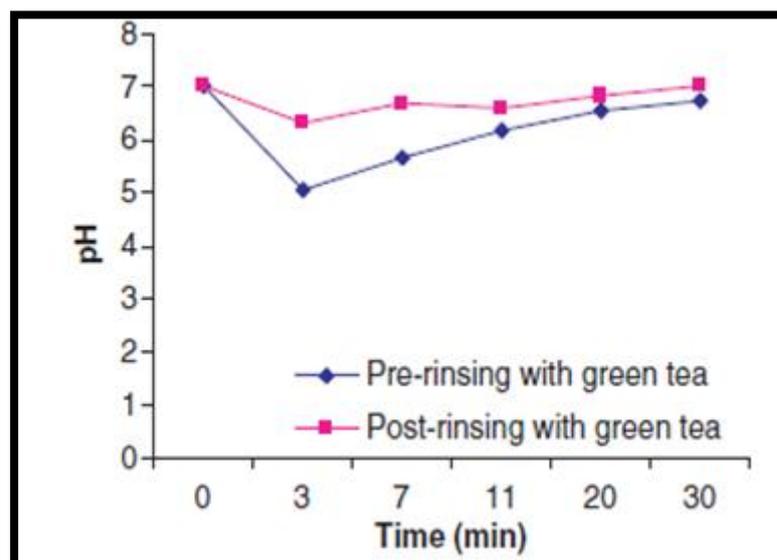
⁶³ Awadalla et al., « A pilot study of the role of green tea use on oral health ».

Figure 20 : Valeurs du pH de la plaque dentaire selon le bain de bouche employé (contrôle avec eau en blanc, expérimentaux avec solution d'EGCg en noir) en fonction du temps



Source : Hirasawa et Takada, « Inhibition of acid production in dental plaque bacteria by green tea catechins », 2006

Figure 21 : Valeurs du pH de la plaque dentaire en fonction du temps, selon la période pré-rinçage (losanges) ou post-rinçage (carrés) au thé vert



Source : Awadalla et al., « A pilot study of the role of green tea use on oral health », 2009

5.2.6 Les effets du thé sur les taux de *Streptococcus mutans*

- *Les effets du thé sur les taux salivaires de Streptococcus mutans*

En 2001, Esimone et al.⁶⁴ ont cherché à évaluer le pouvoir antibactérien de deux thés commerciaux (thé du Cameroun **Ndu tea**® et thé du Nigeria **Lipton tea** ©) utilisés en bain de bouche. Une minute après avoir remué la solution en bouche, les unités de formation de colonies bactériennes – toutes bactéries confondues – étaient comptabilisées au sein des échantillons salivaires. À t=5 et t=60 minutes, les deux bains de bouches diminuaient significativement les unités de formation de colonies. En les combinant au lauryl-sulfate, l'activité antibactérienne était significativement augmentée pour les deux thés. La **durabilité** de l'activité antibactérienne était soulignée dans cette étude, permettant de proposer l'utilisation de ces thés comme bains de bouche **complémentaires** aux bains de bouche ayant déjà fait leurs preuves sur le marché, mais dont la durabilité de l'action n'était pas aussi importante.

Dans l'étude de Awadalla et al.⁶⁵ de 2009, les taux de *Streptococcus mutans* ont été mesurés avant et après rinçage avec la même solution au thé vert suite à un rinçage préalable avec une solution de sucrose stimulant l'activité cariogénique de la salive et de la plaque dentaire. On a noté une baisse significative des taux de *Streptococcus mutans* dans la salive après rinçage avec la solution de thé vert.

Figure 22 : Taux salivaires de *Streptococcus mutans* avant et après rinçage au thé vert

SM count (mean ± SD)		Mean difference	SEM	95% Confidence intervals of the difference		t-value	d.f.	Significance
Pre rinsing	Post-rinsing			Lower	Upper			
1.72 ± 0.64	1.0 ± 0.76	0.72	0.092	0.531	0.909	7.856	24	P < 0.001

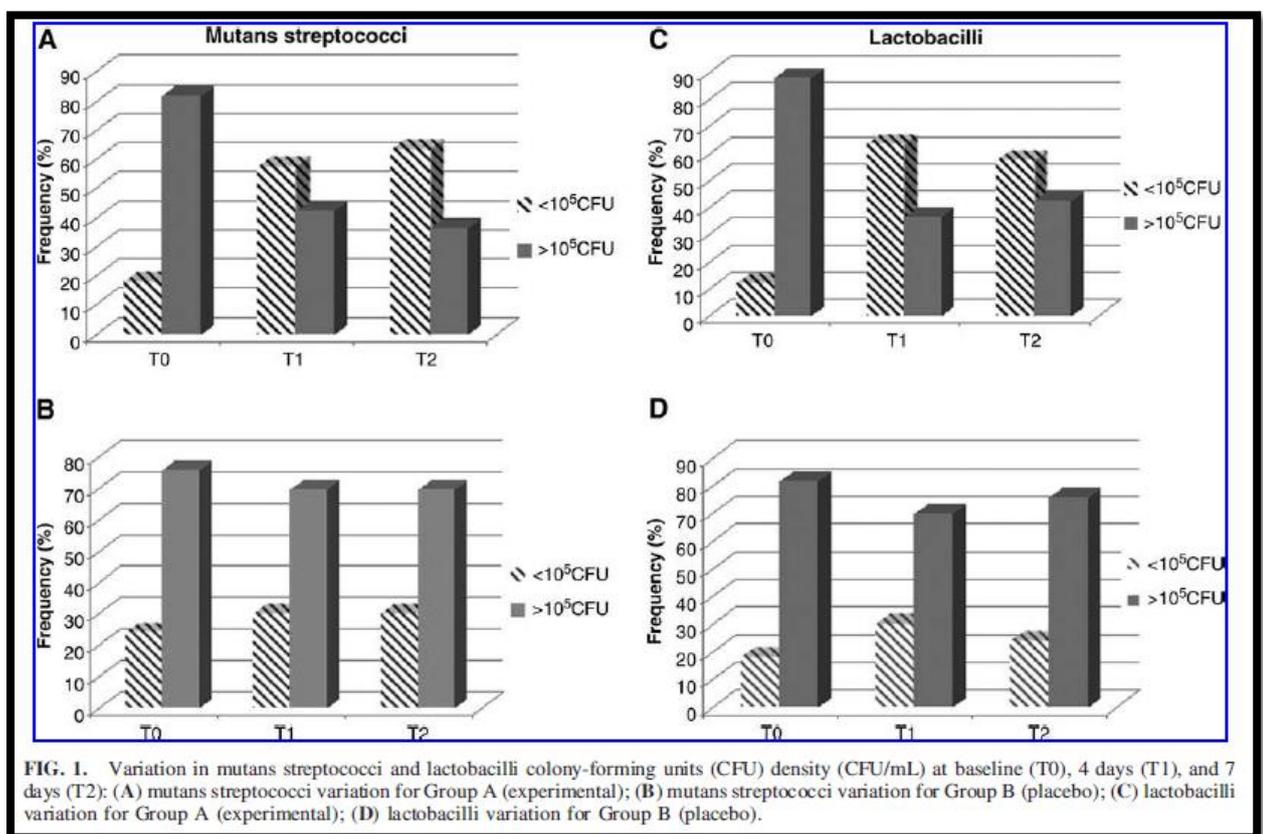
Source : Awadalla et al., « A pilot study of the role of green tea use on oral health », 2009

⁶⁴ Esimone et al., « Potential use of tea extract as a complementary mouthwash : comparative evaluation of two commercial samples ».

⁶⁵ Awadalla et al., « A pilot study of the role of green tea use on oral health ».

En 2011, Ferrazzano et al.⁶⁶ tentaient de démontrer l'efficacité du thé vert sur les taux salivaires de Streptococcus mutans ainsi que Lactobacillus. 66 sujets, répartis aléatoirement en 2 groupes, ont réalisé, dans le groupe expérimental, un bain de bouche avec 40 ml de thé vert, 3 fois par jour pendant une semaine, et dans le groupe contrôle, un bain de bouche placebo sur la même durée et à la même fréquence. Les auteurs ont mesuré les unités de formation de colonies (CFU) de Streptococcus mutans et Lactobacillus dans les échantillons salivaires récoltés au bout du 7^{ème} jour.

Figure 23 : Taux salivaires de Streptococcus mutans et Lactobacillus selon le bain de bouche.
 Mesure par CFU sur échantillons salivaires (groupes A et C : bain de bouche au thé vert, groupes B et D : bain de bouche placebo)



Source : Ferrazzano et al., « Antimicrobial properties of green tea extract against cariogenic microflora », 2011

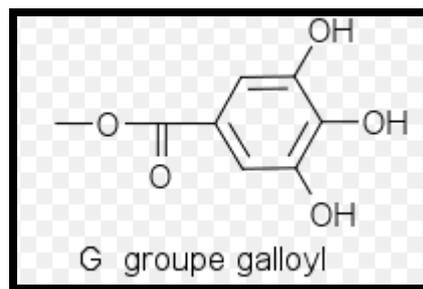
On a noté une baisse significative du nombre d'unités de formation de colonies tant pour Streptococcus mutans que pour Lactobacillus.

⁶⁶ Ferrazzano et al., « Antimicrobial properties of green tea extract against cariogenic microflora : an in vivo study ».

- *Les effets du thé sur les taux de Streptococcus mutans dans la plaque dentaire*

En 2006, Hirasawa et Takada⁶⁷ ont publié dans *Caries Research* et ont démontré l'efficacité d'une solution d'EGCg extraite du thé vert sur le nombre de Streptococcus mutans dans la plaque bactérienne. La réduction du nombre bactérien était significative en présence d'EGCg extraite du thé vert. Les catéchines présentant le groupement galloyl dans leur formule moléculaire, prouveraient leur supériorité d'action par rapport aux autres catéchines.

Figure 24 : Formule chimique du galloyl



Source : Hirasawa et Takada, « Inhibition of acid production in dental plaque bacteria by green tea catechins », 2006

5.3. Résultats des études in vitro

5.3.1 L'action bactéricide et bactériostatique du thé in vitro

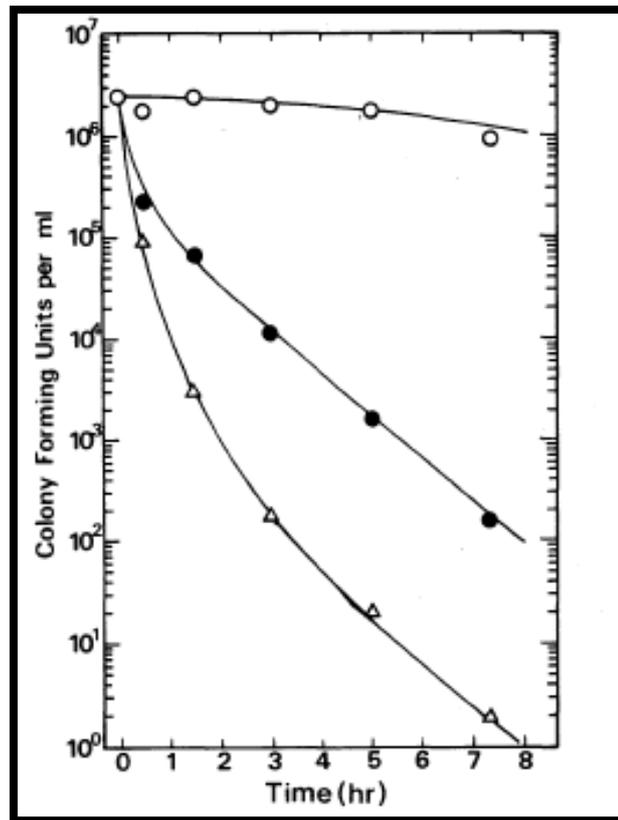
Depuis 1989 déjà, Sakanaka et al.⁶⁸ travaillaient sur les propriétés des antioxydants contenus dans thé vert japonais sur le milieu buccal. Ils ont isolé les catéchines du thé vert et évalué leurs effets respectifs sur des colonies de Streptococcus mutans. Ils ont mesuré une réduction significative des unités de formation de colonies en rapport avec la présence des antioxydants. Ils ont pu conclure que l'activité inhibitrice des catéchines portant le gallate ou le préfixe gallo-, telles que l'épigallocatechine (EGC), le

⁶⁷ Hirasawa, Takada, et Otake, « Inhibition of acid production in dental plaque bacteria by green tea catechins ».

⁶⁸ Sakanaka et al., « Antibacterial substances in Japanese green tea extract against Streptococcus mutans, a cariogenic bacterium ».

gallate d'épicatéchine (GC), ou même le gallate d'épigallocatechine (EGCg), était encore plus efficace. D'où l'importance du groupement G (galloyl) dans la gamme des catéchines du thé.

Figure 25 : Survie des colonies de SM en fonction du temps d'exposition aux polyphénols du thé (blanc : contrôle, noir : solution d'éthyl-acétate, triangle : solution d'EGCg extrait du thé vert)



Source : Sakanaka et al., « Antibacterial substances in Japanese green tea extract against *Streptococcus mutans* », 1989

En 2011, un article d'Abd Allah et Ibrahim⁶⁹ évaluait l'effet antimicrobien du thé noir d'Égypte contre *Streptococcus mutans* et *Lactobacillus* chez les Égyptiens. La mesure des taux salivaires de *Streptococcus mutans* et de *Lactobacillus* avant, tout de suite après et enfin une heure après avoir bu du thé noir traditionnellement préparé en Égypte, chez 87 Égyptiens indemnes de déséquilibre de la flore buccale avait été réalisée. Les colonies présentes dans les échantillons salivaires récupérés dans des containers stériles ont été comptabilisées. Résultats : on observait une réduction du nombre de

⁶⁹ Allah, Ibrahim, et Al-Atrouny, « Effect of black tea on some cariogenic bacteria ».

colonies de 60 et 99% respectivement tout de suite après et une heure après le thé pour Streptococcus mutans ; une réduction de 91 et 98% du nombre de colonies pour Lactobacillus.

Figure 26 : Effet du thé noir sur les taux de Streptococcus mutans et Lactobacillus avant, immédiatement après, et une heure après rinçage

Count	SM			LB		
	Pre	Post	After 1 h.	Pre	Post	After 1 h.
Min.	3x10 ²	2x10 ²	1x10 ²	1x10 ³	3x10 ²	1x10 ²
Max.	8x10 ⁶	3x10 ⁶	2x10 ⁵	4x10 ⁶	4x10 ⁵	2x10 ⁴
Mean	1x10 ⁶	4x10 ⁵	1x10 ³	1x10 ⁵	9x10 ³	2x10 ³
SD	1x10 ⁶	7x10 ⁵	3x10 ⁴	5x10 ⁵	4x10 ⁴	3x10 ³
P* 1:2	0.000			0.004		
1:3	0.000			0.002		
2:3	0.004			0.878		

*1: pre-drinking sample, 2:post-drinking sample and 3: after 1h saliva sample

Source : Abd Allah et Ibrahim, « Effect of black tea on some cariogenic bacteria », 2011

À noter : la réduction du nombre de colonies était encore plus marquée chez les patients buvant le thé à haute température par rapport à ceux qui le buvaient à température moyenne. En fait, la température du thé augmenterait celle des tissus oraux et altérerait le développement des bactéries cariogènes.

En 2012, Xu et al.⁷⁰ ont démontré que EGCg extrait du thé inhibait la croissance de Streptococcus mutans mais aussi la formation de biofilm de Streptococcus mutans.

En 2012, Subramaniam et Eswara⁷¹ cherchaient à déterminer l'effet du thé en solution aqueuse et organique sur la croissance de Streptococcus mutans. L'étude portait sur trois types de thés : le thé vert, le thé Oolong (semi-fermenté) et le thé noir. On a associé dans des puits qui contenaient du Streptococcus mutans 50 µL de chaque extrait de thé. En mesurant les différentes zones d'inhibition de Streptococcus mutans obtenues, ils conclurent que les extraits aqueux et organiques de thé Oolong montraient les meilleurs résultats envers Streptococcus mutans, même meilleurs encore que la

⁷⁰ Xu, Zhou, et Wu, « Tea catechin epigallocatechin gallate inhibits Streptococcus mutans biofilm formation by suppressing GTF genes ».

⁷¹ Subramaniam, Eswara, et Maheshwar Reddy, « Effect of different types of tea on Streptococcus mutans : an in vitro study ».

solution contrôle contenant de la chlorhexidine à 0.2 %. Les trois types de thé ont réussi à inhiber la croissance de *Streptococcus mutans*, l'effet le plus puissant concernant le thé Oolong.

L'analyse quantitative de chaque extrait de thé révélait une présence plus riche en antioxydants dans la solution de thé Oolong.

En 2013, Bhat et al.⁷² ont évalué l'effet d'un thé vert sur *Streptococcus mutans in vitro*. Le thé vert ajouté au milieu de culture des souches bactériennes a diminué significativement le nombre de bactéries viables. Ils ont mesuré la concentration minimale inhibitrice et la concentration minimale bactéricide de thé, respectivement à 3.125 mg/ml et 6.25 mg/ml. Ils en ont déduit une activité antibactérienne du thé passant par son activité bactéricide mais aussi bactériostatique. Il faut néanmoins noter que cette efficacité demeure bien moindre par rapport à la chlorhexidine (témoin).

Figure 27 : Concentrations minimales inhibitrices et concentrations minimales bactéricides de l'extrait de thé vert contre *Streptococcus mutans*, comparé à la chlorhexidine

Table - 1 The MIC and MBC (mg/ml) of green tea extract against cariogenic *Streptococcus mutans* compared to chlorhexidine

Green tea Extract	Green tea Extract	Chlorhexidine	Chlorhexidine
MIC	MBC	MIC	MBC
3.125	6.25	0.0625	0.125

Source : Bhat et al., « Antibacterial activity of green tea extract against cariogenic streptococcus mutans », 2013

En 2013, Araghizadeh et Kohanteb⁷³ cherchaient à déterminer l'activité antibactérienne de l'extrait de thé vert sur 20 souches de *Streptococcus mutans* isolées à partir de dents cariées. Les mesures de CMI et de CMB ont conclu une réelle efficacité de *Camellia sinensis* dans la lutte *in vitro* contre

⁷² Bhat et al., « Antibacterial activity of green tea extract against cariogenic streptococcus mutans : in vitro study ».

⁷³ Araghizadeh, Kohanteb, et Fani, « Inhibitory activity of green tea (*Camellia sinensis*) extract on some clinically isolated cariogenic and periodontopathic bacteria ».

Streptococcus mutans, et les auteurs ont évoqué l'idée de l'utilisation de ce genre de solution aqueuse de *Camellia sinensis* en bain de bouche cario-prophylactique.

En 2014, Anita et al.⁷⁴ cherchaient à évaluer l'activité antimicrobienne de l'extrait de *Camellia sinensis* sur *Streptococcus mutans* et *Lactobacillus* in vitro. Après mesure des CMI, des CMB, et des zones d'inhibition bactériennes, ils ont démontré un pouvoir anti-microbien notoire des solutions de *Camellia sinensis*, avec des valeurs significatives.

En 2015, Jazaeri et al.⁷⁵ ont cherché à comparer l'efficacité anticariogénique d'une solution de polyphénols du thé vert avec une solution de fluorures à 0.05%, une solution de chlorhexidine, et une solution qui combinait la chlorhexidine et les fluorures. Tous les jours, des dents recueillies pour l'étude étaient rincées avec la solution respective expérimentale ensuite la profondeur des lésions carieuses était mesurée au microscope à lumière polarisée. Évidemment le pouvoir anticariogénique le plus puissant était observé dans le groupe avec la solution qui combinait les fluorures et la chlorhexidine. Cependant, même si la solution au thé vert portait des résultats moins puissants, ils étaient significativement anticariogéniques vis-à-vis de *Streptococcus mutans*.

5.3.2 Les actions du thé sur la synthèse de glycanes de *Streptococcus mutans* et sur l'adhésion de *Streptococcus mutans* au verre

En 1990 déjà, Hattori et al.⁷⁶ mettaient en relation la présence de certains polyphénols extraits du thé (les catéchines du thé vert, et la théaflavine du thé noir), et la synthèse de glycanes par la glycosyl-transférase de *Streptococcus mutans*. Le marquage au carbone radioactif permettait de comptabiliser le nombre de glycanes, solubles et insolubles, synthétisés in vitro à partir de saccharose par la GTFase de *Streptococcus mutans*, elle-même incubée en présence d'une solution d'antioxydants de *Camellia sinensis*. Un pouvoir inhibiteur modéré de l'épicatéchine et de la catéchine a été néanmoins démontré sur *Streptococcus mutans*, plus important encore dès que le groupement galloyl était présent (cela concerne les gallates de gallocatéchine, et gallates d'épicatéchine). En ce qui concerne les **théaflavines du thé noir**, elles étaient significativement plus redoutables face à *Streptococcus mutans*, sans amélioration du pouvoir inhibiteur en rajoutant des groupements galloyl-

⁷⁴ Anita et al., « In vitro antibacterial activity of *Camellia sinensis* extract against cariogenic microorganisms ».

⁷⁵ Jazaeri et al., « Cariostatic effect of green tea in comparison with common anticariogenic agents : an in vitro study ».

⁷⁶ Hattori et al., « Effect of tea polyphenols on glucan synthesis by glucosyltransferase from *Streptococcus mutans* ».

Nb : GTF-ase = glycosyl-transférase

En 1991, Otake et al.⁷⁷ ont démontré le rôle inhibiteur des polyphénols issus du thé vert japonais sur l'adhésion de *Streptococcus mutans* aux cristaux d'hydroxyapatite baignant dans des échantillons salivaires humains. Ils ont aussi mis en évidence que ces mêmes polyphénols extraits du thé vert montraient une inhibition de la synthèse de glucanes insolubles permise par l'activité de la GTF-ase de *Streptococcus mutans*.

En 2003, Matsumoto et Hamada⁷⁸ ont isolé un polyphénol (OTF6) du thé Oolong et ont démontré que celui-ci exerçait une action inhibitrice sur le domaine de liaison au glycane de la GTF-ase de *Streptococcus mutans*, inhibant ainsi l'adhésion de la bactérie au biofilm. La synthèse de GTF-ase, suivie par un marquage radioactif était significativement réduite en contact avec un polyphénol de l'extrait de thé Oolong (OTF 6).

En 2006 dans la revue *Caries Research*, on retrouve une publication de Smullen et al.⁷⁹ qui ont cherché à déterminer l'action du thé sur l'adhésion de *Streptococcus mutans*. L'adhérence au verre a été analysée par le taux d'absorbance à 480 nm. Ils ont mesuré une diminution significative de l'adhérence de *Streptococcus mutans* ce qui évoquerait une action sur la synthèse de glycanes responsable de l'adhésion. On pense à l'implication des polyphénols sur la perturbation de l'activité de la GTF-ase de *Streptococcus mutans*.

Figure 28 : Effet des polyphénols du thé vert (dernière ligne) sur l'adhérence de *Streptococcus mutans* au verre

P70 extract	Turbidity at 480 nm		
	0	0.5 MIC	MIC
Unfermented cocoa	1.47 (0.05)	0.04 (0.01)	0.07 (0.01)
Procyanidin polymer	1.55 (0.05)	0.02 (0.01)	0.02 (0.01)
Red grape seed	1.47 (0.05)	0.01 (0.01)	0.01 (0.01)
Green tea	1.50 (0.05)	0.05 (0.01)	0.05 (0.02)

Source : Smullen et al., « The antibacterial activity of plant extracts containing polyphenols against *Streptococcus mutans* », 2006

⁷⁷ Otake et al., « Anticaries effects of polyphenolic compounds from Japanese green tea ».

⁷⁸ Matsumoto, Hamada, et Ooshima, « Molecular analysis of the inhibitory effects of oolong tea polyphenols on glucan-binding domain of recombinant glucosyltransferases from *Streptococcus mutans* MT8148 ».

⁷⁹ Smullen et al., « The antibacterial activity of plant extracts containing polyphenols against *Streptococcus mutans* ».

5.3.3 L'inhibition de l'acidogénicité de Streptococcus mutans

En 2012, Xu et al.⁸⁰ ont pu démontrer que EGCg extraite du thé perturbait voire inhibait l'activité enzymatique de la lactate-déshydrogénase de Streptococcus mutans, mais aussi d'autres enzymes utilisées dans son métabolisme cariogénique comme l'ATPase. Cette étude met en évidence la capacité d'EGCg à supprimer, à des concentrations spécifiques, certains facteurs de virulence de Streptococcus mutans.

5.3.4 L'importance de l'environnement de culture

En 2011, Naderi et al.⁸¹ ont réalisé une étude dont la conclusion était très intéressante car ils ont pris en compte **l'environnement de culture du thé**, confronté aux résultats de leurs travaux. En effet, ils ont recueilli du thé vert et du thé noir iraniens afin d'en évaluer les effets sur l'activité de Streptococcus mutans. Après mesure des concentrations minimales inhibitrices et bactéricides, ils en ont conclu que le thé noir avait un effet antibactérien encore plus puissant que le thé vert. En conclusion, le pouvoir anti oxydant du thé (le contenu en flavanols) dépendait aussi **des procédés** de traitement, du **climat**, de **la localisation géographique** du thé et même de l'acidité du **sol de culture**.

5.3.5 Une propriété controversée

L'étude de Prajapati et Raol⁸² de 2014 démontrait, après mesure des zones d'inhibition de Streptococcus mutans issu de souches bactériennes prélevées au sein de la plaque dentaire, chez un enfant polycarieux de 12 ans, que les solutions aqueuses contenant 1 à 2% de thé noir n'étaient pas assez puissantes pour inhiber significativement la croissance de Streptococcus mutans.

⁸⁰ Xu, Zhou, et Wu, « Tea catechin epigallocatechin gallate inhibits Streptococcus mutans biofilm formation by suppressing GTF genes ».

⁸¹ Naderi et al., « Antibacterial activity of iranian green and black tea on Streptococcus mutans : an in vitro study ».

⁸² Prajapati et Raol, « The study on the efficacy of some herbal extracts for the control of dental caries pathogen-Streptococcus mutans ».

5.3.6 Les apports d'une méta-analyse de 2009 sur les polyphénols et Streptococcus mutans

La méta-analyse de Petti et Scully⁸³ de 2009 a regroupé l'ensemble des articles concernant les relations entre les polyphénols et Streptococcus mutans jusqu'à 2009.

- Concernant les études in vitro :
 - 8 études démontraient une inhibition de la glycosyl-transférase de Streptococcus mutans et la synthèse de glycanes insolubles
 - 1 étude montrait une inhibition de l'adhésion de Streptococcus mutans sur les surfaces d'hydroxyapatite
 - 2 études démontraient l'activité bactériostatique sur Streptococcus mutans

Cette méta-analyse nous a permis de démontrer l'importance des polyphénols dans leur lutte contre la croissance et l'expression de la virulence de Streptococcus mutans. Il faut noter que l'étude fait la synthèse des actions des polyphénols mais pas forcément extraits de Camellia sinensis. Cependant ce sont des polyphénols constitutifs de Camellia sinensis

5.4. L'ancienneté de la consommation de thé favoriserait la carioprotection

En 2006, Signoretto et al.⁸⁴ ont réussi à démontrer que la **consommation habituelle** continue et ancienne de certaines boissons jouait sur la santé orale. Ainsi, chez les sujets qui consommaient très régulièrement du thé ou du café, et depuis longtemps (plus d'une dizaine d'années), l'indice de plaque et les Streptococcus mutans et Lactobacillus étaient significativement plus bas.

Dans l'étude de Abd Allah et Ibrahim⁸⁵ de 2011, il a été révélé que le **nombre d'années d'ancienneté de consommation** du thé jouait sur l'indice CAOD des patients : les patients habitués à consommer le thé avaient manifestement un indice CAOD inférieur à celui des patients non consommateurs de thé. Le nombre de cuillères à sucre consommées avec le thé n'était **pas impliqué** dans la perturbation des valeurs du CAOD, ni le compte de bactéries initiales au sein de la salive.

⁸³ Petti et Scully, « Polyphenols, oral health and disease : a review ».

⁸⁴ Signoretto et al., « Differences in microbiological composition of saliva and dental plaque in subjects with different drinking habits ».

⁸⁵ Allah, Ibrahim, et Al-Atrouny, « Effect of black tea on some cariogenic bacteria ».

6 : Discussion

- La qualité de la littérature

La plupart des articles concernant les études in vivo qui ont constitué cette revue sont des études portant sur un faible nombre de sujets expérimentaux (en moyenne moins de 80 sujets par étude) affaiblissant la puissance de leurs conclusions. Il n'y a souvent pas assez d'informations sur les critères d'inclusion concernant les sujets (antécédents dentaires manquants, habitudes alimentaires très vastes et variables d'un sujet à l'autre). Les protocoles demeurent pour la plupart très sommaires (réalisation pour la plupart d'un bain de bouche selon une certaine durée après ou avant consommation de sucrose) mais très peu opérateur-dépendant au vu de leur simplicité, ce qui paradoxalement diminuerait certains biais.

Nous savons aussi que les études in vitro sont de très faible fiabilité par rapport aux revues systématiques, ou méta-analyses. Ainsi les études in vitro devraient toujours être à la base d'une étude et non sa conclusion. Cela étant dit, certaines des études in vitro présentées dans la revue ont été publiées dans des journaux « *Evidence based* » de la dentisterie (*Caries Research*, ...) et leur contribution à l'enrichissement scientifique doit être considérée avec précaution, et non pas négligée.

Dans la plupart des études, on note l'efficacité anticariogénique plus faible mais présente du thé par rapport aux autres bains de bouche antibactériens scientifiquement validés sur le marché (Chlorhexidine ou bains de bouche aux fluorures). Cela dit, le goût, bien mieux toléré, et le nombre plus faible d'effets indésirables dû au nombre plus faible ou parfois inexistant d'excipients, sont des arguments qui pourraient agir en faveur du développement et de la commercialisation de bains de bouche à base de thé dans le contexte actuel où la phytothérapie occupe une place grandissante au sein du panel de thérapies naturelles actuelles. Il persiste cependant des obstacles dans le protocole d'administration du bain de bouche tels que la durée de son application (la durée efficace allant parfois jusqu'à 5 minutes ! impossible en pratique).

Enfin, on constate que les études in vivo comme les études in vitro, concernent moins le thé noir que les autres thés (le thé vert, et le thé Oolong), car il est encore difficile de nos jours d'en extraire ses polyphénols par les procédés actuels (la chromatographie), et donc d'en étudier leurs vertus.

- Le paradoxe de la consommation du thé

D'autre part, il existe un obstacle à la potentielle popularisation du thé comme agent de lutte contre la maladie carieuse. Au regard de la répartition de la fluoration des sols et donc de celle de l'eau accessible aux populations, certaines zones du globe, très riches en fluorures contribuent au développement majeur de fluoroses dentaires et squelettiques au sein des populations qui les habitent⁸⁶. Ce sont malheureusement ces mêmes zones géographiques (pour la plupart d'entre elles), que l'on voit occupées par des populations défavorisées ou en voie de développement. La fréquence élevée de fluoroses dans ces pays, due à la sur-fluoruration des sols et des eaux, est **aggravée** par la consommation bien souvent traditionnelle et culturelle de thé. Il est important de noter que les références utilisées pour cette revue étaient le plus souvent d'origine chinoise, japonaise, égyptienne, indienne, sri lankaise et iranienne, origines en corrélation avec les pays producteurs de thé et/ou consommateurs de thé, faisant partie intégrante de la culture.

À l'heure où le thé pourrait être une alternative économique et accessible aux populations défavorisées par rapport aux bains de bouches commerciaux, cela ne profiterait donc que très peu à ce genre de populations, constituant les grands pays producteurs-consommateurs de thé.

L'augmentation de température de consommation du thé favorise la libération de fluorures dans la tasse, mais contribue, surtout dans les pays orientaux où le thé est consommé très chaud, parfois même bouillant, à léser les muqueuses orales favorisant la destruction des cellules fondamentales qui composent l'écosystème de la cavité buccale et par ce fait la percolation bactérienne des tissus.

Bien sûr, la question de la coloration des dents à long-terme due à la consommation de thé n'est pas à exclure dans la liste des obstacles à l'utilisation prophylactique du thé. Autre revers de la médaille : qu'en est-il des pesticides utilisés dans l'agriculture et la culture du thé, tout comme certaines molécules contenues dans les bains de bouche commerciaux, dont l'innocuité est sans cesse remise en question à l'heure actuelle ?

- L'accessibilité aux fluorures du thé

Même si le thé est riche en fluorures, il est indéniable que pour profiter de ses vertus il faudrait récupérer des quantités **énormes** de thé (rappelons que dans un litre de thé on retrouve environ 10 mg, c'est-à-dire 10 ppm seulement de fluorures, alors que par exemple dans le bain de bouche ELMEX® protection caries on a 250 ppm de fluorures). Voilà un autre problème à l'encontre d'une éventuelle commercialisation du thé en bain de bouche. Il faudrait générer une énorme production de thé. Ceci met un frein direct à sa commercialisation.

⁸⁶ Samb, « Le fluor et ses effets : les réalités de la fluorose au Sénégal ».

- Les polyphénols du thé

L'efficacité prouvée des polyphénols du thé est aussi à nuancer car il faut considérer leur **instabilité** chimique d'une part, et leur **faible biodisponibilité**. Ainsi, il faudrait des concentrations beaucoup plus importantes de polyphénols extraits du thé pour assurer un réel pouvoir anticariogénique de cette boisson tant dans sa consommation par notre alimentation, que dans le cadre de protocoles thérapeutiques ou préventifs encore expérimentaux contre la maladie carieuse.

Évidemment, ce n'est pas pour autant que les propriétés du thé ont été laissées de côté, puisqu'on retrouve depuis un certain nombre d'années maintenant de l'extrait de thé vert dans les chewing-gums, et dans les dentifrices (et même dans le Coca Cola Light !)

Une étude de Bennick⁸⁷ de 2002 met en évidence la difficulté d'utilisation des polyphénols extraits du thé dans la lutte contre la carie dentaire dans le sens où les protéines salivaires favoriseraient la création de **liaisons chimiques** entre les différents polyphénols du thé, ce qui diminuerait la qualité de leur activité anticariogénique par la réduction de leur concentration effective.

⁸⁷ Bennick, « Interaction of plant polyphenols with salivary proteins ».

Conclusion

Le thé est bel et bien une boisson mondialement consommée possédant un potentiel naturellement anticariogénique de par son contenu en fluorures et de par sa richesse en antioxydants. De nombreuses études paraissent ces vingt dernières années sur l'exploitation thérapeutique de ses vertus en carologie. Nous n'en sommes qu'aux balbutiements de cette découverte. Trop peu d'études solides peuvent nous l'appuyer. Trop peu de publications « *Evidence based* » sont validées. D'autre part, si l'étude des effets du thé sur **Streptococcus mutans** est déjà bien amorcée, ce n'est pas le cas concernant les Lactobacilles ou les Actinomyces. La consommation du thé, en boisson ou en bain de bouche, lutte contre la carie dentaire, mais dans une moindre mesure par rapport aux autres protocoles déjà validés par la communauté scientifique. Au terme de cette revue nous pouvons établir la synthèse suivante ;

Sur les références in vivo exploitées par cette revue :

- 4 études sur les animaux (hamsters et rats) ont démontré que la consommation de thé en boisson réduirait l'**incidence** carieuse
- 3 études concluraient sur l'effet **anti-plaque** du thé utilisé en bain de bouche
- 3 études concluraient sur l'effet positif du thé en bain de bouche sur la **diminution du pH salivaire**
- 2 études concluraient sur l'effet positif du thé en bain de bouche d'une part, et d'une solution d'EGCg extraite du thé, utilisée en bain de bouche d'autre part, **contre la diminution du pH de la plaque dentaire**
- 3 études ont démontré la potentielle efficacité positive du thé en bain de bouche sur les **taux salivaires de Streptococcus mutans**, et 1 étude sur les **taux de Streptococcus mutans au sein de la plaque (solution d'EGCg extraite du thé)**
- 1 étude a noté la puissance du groupement **galloyl** des énantiomères des catéchines dans l'expression anticariogénique du thé envers Streptococcus mutans

En ce qui concerne les références in vitro, elles relayent les conclusions des études in vivo :

- 8 études permettraient d'exposer les vertus **bactériostatiques et bactéricides** directes sur Streptococcus mutans avec une solution de thé (pour 7 d'entre elles) ; et une solution d'EGCg extraite du thé (pour la dernière d'entre elles), une étude n'a pas pu le prouver
- 1 étude insiste sur la supériorité d'action des flavanols à groupement **galloyl** dans leur activité bactéricide contre Streptococcus mutans

- 4 études démontreraient l'efficacité des polyphénols extraits du thé sur la **synthèse de glycanes et l'adhésion de Streptococcus mutans au verre, via la perturbation de l'activité de la GTFase de Streptococcus mutans**
- 1 étude démontrerait l'efficacité d'une solution d'EGCg sur l'**acidogénicité** de Streptococcus mutans
- 1 étude affirmerait l'importance de l'**environnement de culture** du thé, mais aussi des procédés de **fermentation** de ce dernier expliquant les « puissances » anticariogéniques selon les types de thés

Notons que 3 études démontrent l'intérêt de l'utilisation des **fluorures** du thé contre la carie dentaire, mais aussi son revers de la médaille : la corrélation quasi unanime entre la répartition des fluoroses dentaires dans le monde, particulièrement dans les pays grands producteurs de thé, et la sur-fluoruration des eaux de boissons, complétée par la consommation excessive de thé constituant un facteur aggravant dans l'expression de cette maladie.

A noter que deux études prouveraient l'importance de l'**ancienneté de consommation** de thé dans la lutte contre la carie dentaire, que le thé soit consommé ou non avec du sucre

On peut conclure que le thé, peut être un allié **complémentaire** dans la prévention de la carie et dans la lutte contre sa progression au sein des tissus dentaires. Le problème réside premièrement dans sa consommation adjointe de **sucres**, même si certaines études prouvent que ce facteur n'est pas en jeu dans l'efficacité anticariogénique du thé. À cet obstacle, ajoutons son utilisation qui doit être réglementée chez les **enfants** (effets stimulants potentiellement toxiques de la théine en cas d'absorption excessive), mais aussi son contenu en **fluorures**, qui peut s'avérer inutile voire nocif. Par ailleurs, on peut éliminer les populations occupant les zones géographiques où l'eau est déjà trop riche en fluorures, contribuant au développement des **fluoroses**. Enfin, l'exploitation de ses **polyphénols** demeure peu concluante de par la complexité technique d'extraction de ces derniers à partir du thé, et par leur faible disponibilité, nécessitant des quantités massives de thé en vue de la production de bains de bouche dont l'efficacité anticariogénique serait avérée.

Nous concluons par un célèbre proverbe chinois⁸⁸ :

« Un peu de thé tous les jours éloigne le médecin pour toujours ».

⁸⁸ Lu, *Le cha jing ou classique du thé*.

Bibliographie

- Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé. « Mise au point utilisation du fluor dans la prévention de la carie dentaire avant l'âge de 18 ans ». ANSM, 2008. http://ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/7db1d82db7f5636b56170f59e844dd3a.pdf.
- Allah, A., M. Ibrahim, et A. Al-Atrouny. « Effect of black tea on some cariogenic bacteria ». *World applied sciences journal* 12, n° 4 (2011): 552–558.
- Anita, P., S. Sivasamy, P. Madan Kumar, I. Balan, et S. Ethiraj. « In vitro antibacterial activity of Camellia sinensis extract against cariogenic microorganisms ». *Journal of basic and clinical pharmacy* 6, n° 1 (2014): 35–39. <https://doi.org/10.4103/0976-0105.145777>.
- Araghizadeh, A., J. Kohanteb, et M. Fani. « Inhibitory activity of green tea (Camellia sinensis) extract on some clinically isolated cariogenic and periodontopathic bacteria » 22, n° 4 (2013): 368–72. <https://doi.org/10.1159/000348299>.
- Attin, T., R. D. Hilgers, C. Zimmermann, A. M. Kielbassa, et E. Hellwig. « Plaque surface area after rinsing with a low-level fluoride-containing Darjeeling tea ». *European journal of oral sciences* 103, n° 6 (1995): 416–18. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1995.tb01867.x>.
- Awadalla, H. I., M. H. Ragab, M. W. Bassuoni, M. T. Fayed, et M. O. Abbas. « A pilot study of the role of green tea use on oral health ». *International journal of dental hygiene* 9, n° 2 (2011): 110–16. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5037.2009.00440.x>.
- Balappanavar, A., V. Sardana, et M. Singh. « Comparison of the effectiveness of 0.5% tea, 2% neem and 0.2% chlorhexidine mouthwashes on oral health: a randomized control trial ». *Indian journal of dental research* 24, n° 1 (2013): 26–34. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.114933>.
- Bécaud, N. *Le thé : la culture chinoise du thé*. Lyon: Ed. Stéphane Bachès, 2004.
- Bennick, A. « Interaction of plant polyphenols with salivary proteins ». *Critical reviews in oral biology & medicine* 13, n° 2 (2002): 184–96. <https://doi.org/10.1177/154411130201300208>.
- Bhat, S., S. Hegde, A. Rao, et A. Natasha. « Antibacterial activity of green tea extract against cariogenic streptococcus mutans : in vitro study ». *Journal of indian dental association* 7, n° 5 (2013): 28.
- Chandrajith, R., U. Abeyapala, C. Dissanayake, et H. Tobschall. « Fluoride in Ceylon tea and its implications to dental health ». *Environmental geochemistry and health* 29, n° 5 (2007): 429–34. <https://doi.org/10.1007/s10653-007-9087-z>.
- Chardin, H., O. Barsotti, et M. Bonnaure-Mallet. *Microbiologie en odonto-stomatologie*. Paris: Maloine, 2006.
- Courson, F., M. Landru, et J. Gerval. *La carie dentaire*. Paris: Hermann, 1998.
- Ekstrand, J. *Fluoride in dentistry*. Édité par L. Silverstone et O. Fejerskov. Copenhagen: Munksgaard, 1988.
- Esimone, C. O., M. Adikwu, S. Nwafor, et C. Okolo. « Potential use of tea extract as a complementary mouthwash : comparative evaluation of two commercial samples ». *The journal of alternative and complementary medicine* 7, n° 5 (2001): 523–27. <https://doi.org/10.1089/10755530152639747>.
- Ferrazzano, G. F., I. Amato, A. Ingenito, A. De Natale, et A. Pollio. « Anti-cariogenic effects of polyphenols from plant stimulant beverages (cocoa, coffee, tea) ». *Fitoterapia* 80, n° 5 (2009): 255–62. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2009.04.006>.
- Ferrazzano, G., L. Roberto, I. Amato, T. Cantile, G. Sangianantoni, et A. Ingenito. « Antimicrobial properties of green tea extract against cariogenic microflora : an in vivo study ». *Journal of medicinal food* 14, n° 9 (2011): 907–11. <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0196>.

- Garwood, P. « Mesures au niveau mondial pour réduire la consommation de boissons sucrées ». Organisation mondiale de la santé, 2016. <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/curtail-sugary-drinks/fr/>.
- Gupta, P., et N. Sandesh. « Estimation of fluoride concentration in tea infusions, prepared from different forms of tea, commercially available in Mathura city ». *Journal of international society of preventive and community dentistry* 2, n° 2 (2012): 64. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.109371>.
- Hambire, C., R. Jawade, A. Patil, V. Wani, A. Kulkarni, et P. Nehete. « Comparing the antiplaque efficacy of 0.5% Camellia sinensis extract, 0.05% sodium fluoride, and 0.2% chlorhexidine gluconate mouthwash in children ». *Journal of international society of preventive & community dentistry* 5, n° 3 (2015): 218- 26. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.158016>.
- Hattori, M., I. T. Kusumoto, T. Namba, T. Ishigami, et Y. Hara. « Effect of tea polyphenols on glucan synthesis by glucosyltransferase from Streptococcus mutans ». *Chemical & pharmaceutical bulletin* 38, n° 3 (1990): 717- 20.
- Haute autorité de santé. « Stratégies de prévention de la carie dentaire ». Haute autorité de santé, 2010. https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_991247/fr/strategies-de-prevention-de-la-carie-dentaire.
- Hirasawa, M., K. Takada, et S. Otake. « Inhibition of acid production in dental plaque bacteria by green tea catechins ». *Caries research* 40, n° 3 (2006): 265- 70. <https://doi.org/10.1159/000092236>.
- Jazaeri, M., F. Pakdek, L. Rezaei-Soufi, H. Abdolsamadi, et N. Rafieian. « Cariostatic effect of green tea in comparison with common anticariogenic agents : an in vitro study ». *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects* 9, n° 1 (2015): 44- 48. <https://doi.org/10.15171/joddd.2015.009>.
- La route du thé. « les grandes étapes de l'histoire du thé », 2006. <http://laroute.duthe.free.fr/rubrique/histoire/histoire-the.htm>.
- Lassechere, M. *Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*. Édité par M. Wichtl et R. Anton. Paris: Tec et Doc, 2003.
- Lecerf, J. M., et J. L. Schlienger. *Nutrition préventive et thérapeutique*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson, 2016.
- Linke, H., et R. LeGeros. « Black tea extract and dental caries formation in hamsters ». *International journal of food sciences and nutrition* 54, n° 1 (2003): 89- 95. <https://doi.org/10.1080/096374803/000062029>.
- Lu, Y. *Le cha jing ou classique du thé*. Paris: J.-C. Gawsewitch, 2004.
- Malinowska, E., I. Inkielewicz, W. Czarnowski, et P. Szefer. « Assessment of fluoride concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions ». *Food and chemical toxicology* 46, n° 3 (2008): 1055- 61. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.10.039>.
- Mariage frères. « Musée du thé français ». Consulté le 17 octobre 2017. https://www.mariagefreres.com/FR/musee_du_the.html.
- Matsumoto, M., S. Hamada, et T. Ooshima. « Molecular analysis of the inhibitory effects of oolong tea polyphenols on glucan-binding domain of recombinant glucosyltransferases from Streptococcus mutans MT8148 ». *FEMS microbiology letters* 228, n° 1 (2003): 73- 80. [https://doi.org/10.1016/S0378-1097\(03\)00723-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1097(03)00723-7).
- Naderi, N. J., M. Niakan, M. J. Kharazi Fard, et S. Zardi. « Antibacterial activity of iranian green and black tea on Streptococcus mutans : an in vitro study ». *Journal of dentistry* 8, n° 2 (2011): 55- 59.
- Organisation mondiale de la santé. « Santé bucco-dentaire ». Organisation mondiale de la santé, 2012. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/fr/>.
- Otake, S., M. Makimura, T. Kuroki, Y. Nishihara, et M. Hirasawa. « Anticaries effects of polyphenolic compounds from Japanese green tea ». *Caries research* 25, n° 6 (1991): 438- 43. <https://doi.org/10.1159/000261407>.
- Petti, S., et C. Scully. « Polyphenols, oral health and disease : a review ». *Journal of dentistry* 37, n° 6 (2009): 413- 23. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.02.003>.

- Planetoscope. « Statistiques : production mondiale de thé », 2017. <https://www.planetoscope.com/boisson/1069-production-mondiale-de-the.html>.
- Prajapati, R., et B. Raol. « The study on the efficacy of some herbal extracts for the control of dental caries pathogen-Streptococcus mutans ». *International journal of pharmaceutical science and health care* 1, n° 4 (2014): 49–58.
- Rosen, S., M. Elvin-Lewis, F. M. Beck, et E. X. Beck. « Anticariogenic effects of tea in rats ». *Journal of dental research* 63, n° 5 (1984): 658–60. <https://doi.org/10.11/00220345840630051001>.
- Sakanaka, S., M. Kim, M. Taniguchi, et T. Yamamoto. « Antibacterial substances in Japanese green tea extract against Streptococcus mutans, a cariogenic bacterium ». *Agricultural and biological chemistry* 53, n° 9 (1989): 2307–2311.
- Samb, O. « Le fluor et ses effets : les réalités de la fluorose au Sénégal ». Thèse d'exercice en chirurgie dentaire, Université Paris Descartes, 2008.
- Schmitter, M. « Les propriétés anticancéreuses des catéchines issues du thé vert ». Thèse d'exercice en pharmacie, Université de Picardie, 2016. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/view/index/docid/1471668>.
- Schweikart, J. « Catéchines dans le thé vert, blanc et noir ». *Thé vert et santé* (blog). Consulté le 16 janvier 2018. <http://www.thevert.com/catechines/>.
- Signoretto, C., G. Burlacchini, F. Bianchi, G. Cavalleri, et P. Canepari. « Differences in microbiological composition of saliva and dental plaque in subjects with different drinking habits ». *The new microbiologica* 29, n° 4 (2006): 293–302.
- Simpson, A., L. Shaw, et A. J. Smith. « The bio-availability of fluoride from black tea ». *Journal of dentistry* 29, n° 1 (2001): 15–21. [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(00\)00054-3](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(00)00054-3).
- Smullen, J., G. A. Koutsou, H. A. Foster, A. Zumbé, et D. M. Storey. « The antibacterial activity of plant extracts containing polyphenols against Streptococcus mutans ». *Caries research* 41, n° 5 (2007): 342–49. <https://doi.org/10.1159/000104791>.
- Song, J., et B. Seong. « Tea catechins as a potential alternative anti-infectious agent ». *Expert review of anti-infective therapy* 5, n° 3 (2007): 497–506. <https://doi.org/10.1586/14787210.5.3.497>.
- Subramaniam, P., U. Eswara, et K. R. Maheshwar Reddy. « Effect of different types of tea on Streptococcus mutans : an in vitro study ». *Indian journal of dental research* 23, n° 1 (2012): 43–48. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.99037>.
- Suhotoo, R. « Etude du fluor dans le thé et son intérêt en odontostomatologie ». Thèse d'exercice en chirurgie dentaire, Université de Bordeaux 2, 1981.
- Touyz, L. Z., et R. Amsel. « Anticariogenic effects of black tea (Camellia sinensis) in caries prone-rats ». *Quintessence internationale* 32, n° 8 (2001): 647–50.
- Tressaud, A. *Le fluor : histoire, applications et paradoxes*. Paris: CNRS éditions, 2011.
- Wei, S., éd. *Les utilisations cliniques des fluorures : un bilan des connaissances sur les utilisations cliniques des fluorures en odontologie clinique*. Montrouge: John Libbey Eurotext Ltd, 1986.
- Xu, X., X. D. Zhou, et C. D. Wu. « Tea catechin epigallocatechin gallate inhibits Streptococcus mutans biofilm formation by suppressing GTF genes ». *Archives of oral biology* 57, n° 6 (2012): 678–83. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2011.10.021>.

Table des figures

Figure 1 : Répartition de la production mondiale de thé en 2016 (en tonnes)	4
Figure 2 : Les déterminants de la carie dentaire	7
Figure 3 : La formation de polymères extra-cellulaires.....	9
Figure 4 : L'acidogénèse	10
Figure 5 : Tableau des vertus thérapeutiques du café arabica et du thé <i>Camellia sinensis</i>	12
Figure 6 : Teneurs moyennes en fluorures dans des aliments et des boissons, et diverses parties du corps humain (thé à la cinquième ligne)	13
Figure 7 : Schéma récapitulatif des interactions chimiques des fluorures et des autres molécules au sein de la plaque dentaire et de la salive lors du processus carieux.....	16
Figure 8 : L'Empereur Shen Nong infusant le thé sous un théier.....	18
Figure 9 : Carte du monde représentant les pays producteurs et exportateurs de thé en 1940	21
Figure 10 : Photographie des tasses à moustaches	22
Figure 11 : Formules chimiques de différents polyphénols du thé.....	24
Figure 12 : Etudes sur les catéchines publiées sur PubMed entre 1995 et 2005.....	24
Figure 13 : Illustration botanique de <i>Camellia sinensis</i> : feuilles, boutons et fleurs.....	25
Figure 14 : Diagramme des taux de fluorures (en mg/L) libérés lors de l'infusion des thés en fonction du temps.....	29
Figure 15 : Nombre de lésions carieuses développées en fonction du taux de fluorures dans le thé .	32
Figure 16 : Nombre de caries par maxillaire en fonction du régime alimentaire : groupe témoin, groupe expérimental buvant de l'eau, groupe expérimental buvant du thé, groupe expérimental buvant de l'eau fluorée. Nb : CD = cariogenic diet (régime cariogène)	32
Figure 17 : Mesure du score carieux chez les hamsters à régime sain (gauche), et à régime cariogène (droite), respectivement 1 et 3 : buvant de l'eau ; 2 et 4 : buvant du thé noir	33
Figure 18 : Indice de plaque mesuré en fonction de la boisson utilisée en bain de bouche (eau du robinet, thé, bain de bouche commercial MERIDOL ©.....	34
Figure 19 : Valeurs du pH salivaire en fonction du bain de bouche (groupe A : chlorhexidine, groupe B : extrait de margousier, groupe C : extrait de thé).....	35
Figure 20 : Valeurs du pH de la plaque dentaire selon le bain de bouche employé (contrôle avec eau en blanc, expérimentaux avec solution d'EGCg en noir) en fonction du temps	37
Figure 21 : Valeurs du pH de la plaque dentaire en fonction du temps, selon la période pré-rinçage (losanges) ou post-rinçage (carrés) au thé vert	37

Figure 22 : Taux salivaires de Streptococcus mutans avant et après rinçage au thé vert	38
Figure 23 : Taux salivaires de Streptococcus mutans et Lactobacillus selon le bain de bouche. Mesure par CFU sur échantillons salivaires (groupes A et C : bain de bouche au thé vert, groupes B et D : bain de bouche placebo)	39
Figure 24 : Formule chimique du galloyl	40
Figure 25 : Survie des colonies de SM en fonction du temps d'exposition aux polyphénols du thé (blanc : contrôle, noir : solution d'éthyl-acétate, triangle : solution d'EGCg extrait du thé vert)	41
Figure 26 : Effet du thé noir sur les taux de Streptococcus mutans et Lactobacillus avant, immédiatement après, et une heure après rinçage.....	42
Figure 27 : Concentrations minimales inhibitrices et concentrations minimales bactéricides de l'extrait de thé vert contre Streptococcus mutans, comparé à la chlorhexidine	43
Figure 28 : Effet des polyphénols du thé vert (dernière ligne) sur l'adhérence de Streptococcus mutans au verre	45

Table des tableaux

Tableau 1 : Equations de recherche PubMed et Google Scholar	5
Tableau 2 : Equations chimiques présentant les réactions de l'ion fluorure avec l'apatite	15

Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Doyen de la Faculté de Chirurgie dentaire
de l'Université Paris Descartes

Docteur Jean-Claude TAVERNIER

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président de l'Université Paris Descartes

Professeur Frédéric DARDEL

Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN

Les vertus naturelles du thé dans la lutte contre la carie dentaire

Résumé :

Le thé est la deuxième boisson consommée au monde après l'eau. Il fait partie intégrante de la culture et la tradition dans certains pays. Dans la culture chinoise le thé est déjà employé à de nombreuses fins thérapeutiques, et ce depuis des siècles. Aujourd'hui la phytothérapie, pourtant d'origine très ancienne, connaît un grand succès. À l'heure où l'on constate un retour progressif aux thérapies naturelles, il peut être intéressant de faire un tour d'horizon de la littérature scientifique traitant des vertus naturelles du thé et son exploitation à des fins thérapeutiques, notamment dans la lutte contre la maladie carieuse. Cette thèse propose une revue de la littérature par une analyse des vertus anticariogéniques naturelles du thé, de par son contenu en fluorures, mais aussi de par son contenu non négligeable en anti-oxydants, perturbant le métabolisme de certains micro-organismes initiateurs du processus carieux.

Discipline :

Microbiologie dentaire

Mots clés fMesh et Rameau :

Camellia sinensis -- Dissertations universitaires ; Streptococcus mutans -- Dissertations universitaires ; Carie dentaire -- Prévention -- Thèse et écrits académiques ; Polyphénols -- Thèses et écrits académiques

Université Paris Descartes
Faculté de Chirurgie dentaire
1, rue Maurice Arnoux
92120 Montrouge