

**UNIVERSITE DE LILLE**

**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

Année de soutenance : 2022

N°: 4788

THESE POUR LE  
**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le 24 juin 2022

Par Clara Guilbert

Née le 12 janvier 1996 à Saint Martin Boulogne - France

**Controverses odontologiques sur les matériaux  
et pratiques dentaires**

**JURY**

Président :

Pr. Caroline DELFOSSE

Assesseurs :

Dr Catteau Céline

Dr Robberecht Lieven

Dr Maxime BEDEZ



Président de l'Université : Pr. J-C. CAMART

Directeur Général des Services de l'Université : M-D. SAVINA

Doyen UFR3S : Pr. D. Lacroix

Directrice des Services d'Appui UFR3S : G. PIERSON

Doyen de la faculté d'Odontologie - UFR3S : Pr. C. DELFOSSE

Responsable des Services : M.DROPSIT

Responsable de la scolarité : G. DUPONT

## **PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.**

### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES :**

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
<b>C. DELFOSSE</b>	Responsable du Département d' <b>Odontologie Pédiatrique</b> <b>Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire</b>
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES**

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Légale.
P. BOITELLE	Prothèses
<b>F. BOSCHIN</b>	Responsable du Département <b>Parodontologie</b>
<b>E. BOCQUET</b>	Responsable du Département d' <b>Orthopédie Dento-Faciale</b>
<b>C. CATTEAU</b>	Responsable du Département de <b>Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.</b>
X. COUTEL	Biologie Orale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
M. DUBAR	Parodontologie
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
<b>P. HILDELBERT</b>	Responsable du Département de <b>Dentisterie Restauratrice Endodontie</b>

C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
<b>L. NAWROCKI</b>	Responsable du Département de <b>Chirurgie Orale</b> Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
<b>C. OLEJNIK</b>	Responsable du Département de <b>Biologie Orale</b>
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
<b>M. SAVIGNAT</b>	Responsable du Département des <b>Fonction- Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux</b>
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
<b>J. VANDOMME</b>	Responsable du Département de <b>Prothèses</b>

**Réglementation de présentation du mémoire de Thèse**

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

## Table des matières

I Introduction.....	11
II Présentation.....	13
II.A Les controverses en dentisterie.....	13
II.B Evidence-Based Dentistry (EBD).....	15
II.B.1 Définition.....	15
II.B.2 Objectifs et intérêts.....	15
II.C Méthodologie.....	16
II.C.1 Sources du consensus populaire.....	16
II.C.2 Sources du consensus scientifique.....	17
II.C.3 Sources du consensus des structures de santé.....	19
II.C.3.a OMS.....	19
II.C.3.b CIRC.....	19
II.C.3.c HCSP.....	21
II.C.3.d HAS.....	22
II.C.3.e ANSM.....	23
II.C.3.f INRS.....	23
II.C.3.g LegiFrance.....	24
II.C.3.h IRSN.....	24
III Les matériaux controversés en dentisterie.....	25
III.A Matériaux à temps de contact intermittent.....	25
III.A.1 Fluor.....	25
III.A.1.a Description : les différents « fluor ».....	25
III.A.1.a.1 Le fluor dans l'eau et dans l'alimentation.....	25
III.A.1.a.2 Le fluor utilisé dans les produits dentaires.....	26
III.A.1.b Contexte.....	28
III.A.1.c Consensus populaire.....	28
III.A.1.d Consensus scientifique.....	31
III.A.1.e Consensus des structures de santé.....	34
III.A.1.e.1 Mondiale.....	34
III.A.1.e.1.1 OMS.....	34
III.A.1.e.1.2 CIRC.....	34
III.A.1.e.2 Françaises.....	34
III.A.1.e.2.1 CSHPF.....	34
III.A.1.e.2.2 ANSM.....	34
III.A.1.e.2.3 INRS.....	34
III.A.1.e.2.4 HAS.....	35
III.A.1.e.2.5 LégiFrance.....	35
III.A.1.f Synthèse.....	35
III.A.2 Nanoparticule : dioxyde de titane.....	36
III.A.2.a Description.....	36
III.A.2.b Contexte.....	37
III.A.2.c Consensus populaire.....	37
III.A.2.d Consensus scientifique.....	38
III.A.2.e Consensus des structures de santé.....	40
III.A.2.e.1 CIRC.....	40
III.A.2.e.2 HCSP.....	40
III.A.2.e.3 ANSM.....	40

III.A.2.e.4	Légifrance.....	41
III.A.2.e.5	European Food Safety Agency.....	41
III.A.2.f	Synthèse.....	42
III.A.3	Cobalt.....	43
III.A.3.a	Description.....	43
III.A.3.b	Contexte.....	44
III.A.3.c	Consensus populaire.....	45
III.A.3.d	Consensus scientifique.....	46
III.A.3.e	Consensus des structures de santé.....	48
III.A.3.e.1	OMS.....	48
III.A.3.e.2	CIRC.....	48
III.A.3.e.3	HAS.....	49
III.A.3.e.3.1	ANSM.....	49
III.A.3.e.4	ATSDR.....	50
III.A.3.e.5	Institut de Veille Sanitaire.....	50
III.A.3.e.6	LégiFrance.....	50
III.A.3.e.7	INRS.....	51
III.A.3.f	Synthèse.....	51
III.B	Matériaux à temps de contact prolongé.....	52
III.B.1	Mercur.....	52
III.B.1.a	Description.....	52
III.B.1.b	Contexte.....	53
III.B.1.c	Consensus populaire.....	54
III.B.1.d	Consensus scientifique.....	55
III.B.1.e	Consensus des structures de santé.....	58
III.B.1.e.1	AFSSAPS.....	58
III.B.1.e.2	OMS.....	58
III.B.1.e.3	CIRC.....	59
III.B.1.e.4	ANSM.....	59
III.B.1.e.5	LégiFrance.....	59
III.B.1.e.6	Législations européennes et internationales.....	59
III.B.1.e.7	Autres structures de santé.....	60
III.B.1.f	Conclusion.....	60
III.B.2	Bisphénol A.....	60
III.B.2.a	Description.....	60
III.B.2.b	Contexte.....	61
III.B.2.c	Consensus populaire.....	62
III.B.2.d	Consensus scientifique.....	63
III.B.2.e	Consensus des structures de santé.....	64
III.B.2.e.1	CIRC.....	64
III.B.2.e.2	EFSA.....	64
III.B.2.e.3	HAS.....	64
III.B.2.f	Anses.....	65
III.B.2.f.1	Législation européenne.....	65
III.B.2.g	Synthèse.....	66
III.B.3	Titane.....	66
III.B.3.a	Description.....	66
III.B.3.b	Contexte.....	68
III.B.3.c	Consensus populaire.....	68
III.B.3.d	Consensus scientifique.....	68
III.B.3.e	Consensus des structures de santé.....	71

III.B.3.f Synthèse.....	71
IV Les pratiques controversées en dentisterie.....	72
IV.A Radiographie dentaire.....	72
IV.A.1 Description.....	72
IV.A.2 Contexte.....	73
IV.A.3 Consensus populaire.....	73
IV.A.4 Consensus scientifique.....	73
IV.A.5 Consensus des structures de santé.....	74
IV.A.5.a OMS.....	74
IV.A.5.b HAS.....	74
IV.A.5.c IRSN.....	74
IV.A.5.d Autres structures de santé.....	75
IV.A.6 Synthèse.....	75
IV.B Traitement endodontique.....	76
IV.B.1 Description.....	76
IV.B.2 Contexte.....	77
IV.B.3 Consensus populaire.....	78
IV.B.4 Consensus scientifique.....	79
IV.B.5 Consensus des structures de santé.....	80
IV.B.5.a HAS.....	80
IV.B.5.b Autres structures de santé.....	80
IV.B.6 Synthèse.....	81
V Conclusion.....	82
VI Table des figures.....	83
VII Index des tableaux.....	84
VIII Bibliographie.....	85

# Tables des abréviations

<b>Anses</b>	Agence National de Sécurité Sanitaire de l'alimentation de l'Environnement et du travail
<b>ANSM</b>	Agence National de Sécurité du Médicament
<b>BPA</b>	Bisphénol A
<b>CIRC</b>	Centre International de Recherche sur le Cancer
<b>Co</b>	Cobalt
<b>Cr</b>	Chrome
<b>DJA</b>	Dose journalière admissible
<b>EFSA</b>	Autorité européenne de sécurité des aliments
<b>HAS</b>	Haute Autorité de Santé
<b>HCSP</b>	Haut Conseil de la Santé Publique
<b>InVS</b>	Institut de Veille Sanitaire
<b>IRSN</b>	Institut de radioprotection et de sureté nucléaire
<b>MODH (DHMO)</b>	Monoxyde de dihydrogène
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>NP</b>	Nanoparticule
<b>TiO<sub>2</sub></b>	Titane

# Controverses odontologiques sur les matériaux et pratiques dentaires

## I Introduction

Avec l'essor d'internet, l'accès à l'information s'est largement diffusé et se voit facilité. Nombre d'informations circule rapidement, sans vérification de leur fiabilité. Elles peuvent donc être erronées, déformées ou subjectives, entraînant une désinformation du lecteur.

Les patients peuvent faire face à des sujets de controverse sur les produits ou pratiques dentaires via diverses sources d'informations et le chirurgien dentiste peut être amené à répondre à leurs interrogations. Il est donc important pour le chirurgien dentiste de s'informer de la manière la plus objective possible sur ces différents sujets pour pouvoir argumenter, conseiller et accompagner le patient avec bienveillance vers une information plus fiable.

Tout d'abord il est important de préciser quelques définitions tirées du dictionnaire médical de l'académie de médecine :

- **concentration** : rapport existant entre la masse d'un corps dissous et le volume du solvant qui le contient.
- **biodisponibilité** : fraction de la dose d'un médicament ou produit qui, après administration (ingestion ou exposition), atteint, par la circulation générale, un site d'action donné ainsi que la vitesse avec laquelle il l'atteint (la mesure la plus fiable de la biodisponibilité est l'aire sous la courbe des concentrations plasmatiques en fonction du temps comme représentée en Figure 1) ;

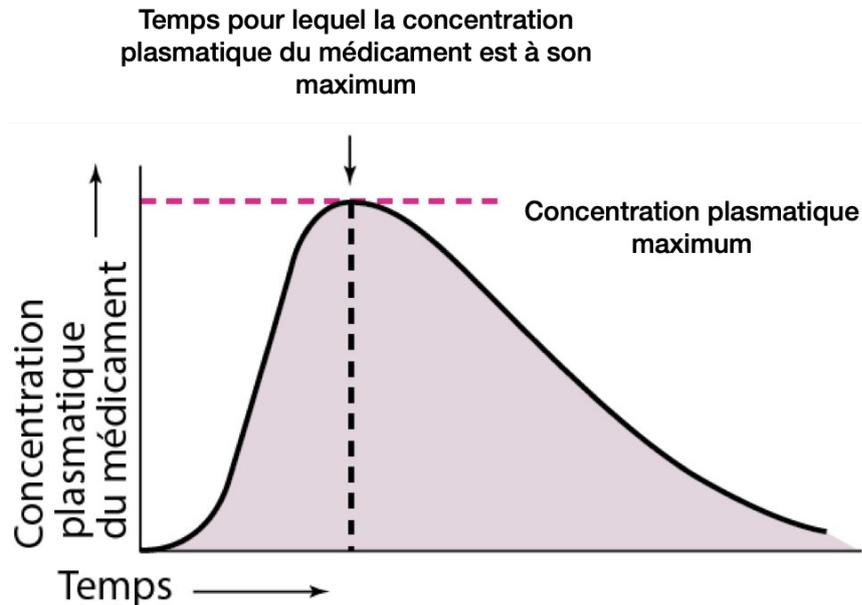


Figure 1: Évolution des concentrations plasmatiques en fonction du temps, après une administration orale unique d'un médicament hypothétique (1)

- **exposition** : situation dans laquelle un sujet ou un objet est soumis pendant un temps donné à une action extérieure physique, chimique ou biologique éventuellement nocive ;

*L'effet toxique dépend de la nature du produit et de la dose absorbée. La dose absorbée dépend quant à elle de la quantité absorbée (proportionnelle à la concentration), de la biodisponibilité, et des processus d'élimination (hépatique, rénale, respiratoire, ...).*

*"Tout est poison et rien n'est sans poison; la dose seule fait que quelque chose n'est pas un poison.»*

*Paracelse (2)*

- **préjudice** : dommage qu'a subi un individu, atteinte portée à son intégrité physique ou psychique, qui peut être temporaire ou définitive ;

- **danger** : toute source potentielle de préjudice ;

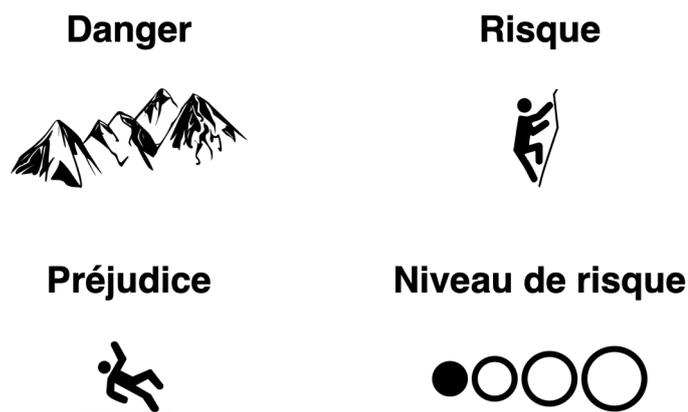
- **risque** : exposition possible à un danger ;

- **niveau de risque** : quantification de la dangerosité et de l'exposition de l'agent concerné (niveau, durée, fréquence : la relation entre ces deux facteurs représente alors le niveau de risque de la situation). (3)

**Attention** : La distinction entre danger et risque est fondamentale.

Le risque n'est pas le danger et diverses définitions viennent créer de la confusion. Dans cette thèse, nous nous appuyerons sur les définitions de la Haute Autorité de Santé qui définit le risque comme une exposition possible à un danger et donne pour exemple *une falaise est un danger, grimper est un risque*. Le danger est un fait, le risque un concept. (4)

Pour résumer, un danger (falaise) est associé à un risque (grimper) qui amène à un préjudice potentiel (chute/mourir) selon une probabilité X appelé niveau de risque.



Le chirurgien dentiste est régi par le code de déontologie, le code de santé publique et bien d'autres. Il est dans l'obligation d'orienter sa pratique avec les données acquises actuelles de la science selon l'article R4127-233 du code de la santé publique. Il est donc de notre devoir de connaître, de s'informer des études scientifiques et d'appliquer les dernières recommandations en vigueur afin d'apporter les meilleurs soins et informations aux patients.

## II Présentation

### II.A Les controverses en dentisterie

Une controverse est une « discussion suivie sur une question, motivée par des opinions ou des interprétations divergentes ». (5)

Au cours de notre histoire, les controverses ont toujours existé. Les sujets les plus investis de la controverse incluent la politique, l'environnement, la religion, l'histoire ainsi que la science. La science est jalonnée de controverses scientifiques dont certaines sont restées célèbres, comme celle du calcul infinitésimal ou celle de la

tectonique des plaques (« fixistes » et « mobilisateurs »). Plus récemment, on peut citer le développement de l'électricité accusé très tôt de l'apparition de cancer ou de l'électro-sensibilité.

Le **canular du monoxyde de dihydrogène** nécessite qu'on s'y intéresse de plus près. Il a été créé dans les années 90' par Eric Lechner. Il consiste à attribuer à l'eau (H<sub>2</sub>O) une dénomination complexe inconnue des non-initiés, « Monoxyde de dihydrogène », et à tenir à son sujet un discours d'apparence scientifique et totalement exact créant cependant chez l'auditeur une inquiétude injustifiée (voir Figure 2) (6). On retrouve dans ce canular, les dangers potentiels de ce monoxyde dihydrogène (eau) tels que (7) :

- des décès dus à l'inhalation accidentelle (même en faibles quantités) ;
- une exposition prolongée à sa forme solide entraînent des dommages graves des tissus ;
- son ingestion en quantités excessives donnent lieu à des effets secondaires désagréables ;
- il est un constituant majeur des pluies acides ;
- sous forme gazeuse, il peut causer des brûlures graves ;
- il contribue à l'érosion des sols ;
- il entraîne la corrosion et l'oxydation de nombreux métaux.



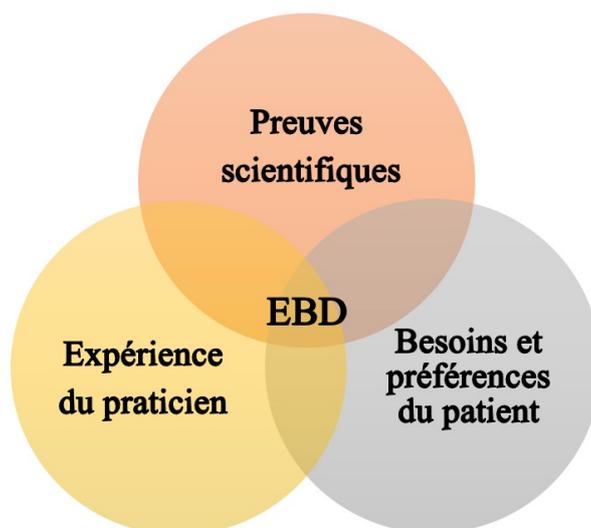
Figure 2 : Illustrations utilisées par le site officiel du canular du monoxyde de dihydrogène (MODH ou DHMO en anglais) (8)

Ainsi le canular du monoxyde de dihydrogène est destiné à nous rappeler qu'il est nécessaire de garder son esprit critique en toutes circonstances. En effet, les faits peuvent être apportés de manière alarmante, en utilisant de nombreux termes scientifiques (dont la signification n'est pas connue de tous) et une bibliographie fournie pouvant tromper le public.

## **II.B Evidence-Based Dentistry (EBD)**

### **II.B.1 Définition**

L'Evidence-Based Dentistry aussi appelée la dentisterie fondée sur des preuves a été définie par l'American Dental Association (ADA) comme une « approche des soins bucco-dentaires qui nécessite l'intégration judicieuse d'évaluations systématiques des preuves scientifiques cliniquement pertinentes, relatives à l'état et aux antécédents bucco-dentaire du patient, l'expertise clinique du chirurgien-dentiste et les besoins et préférences du patient en matière de traitement » (voir Figure 3). (9)



*Figure 3: Schéma de l'Evidence-Based Dentistry (réalisation personnelle)*

### **II.B.2 Objectifs et intérêts**

L'EBD est donc une méthode de prise de décision médicale visant à adapter au mieux les protocoles actuels à chaque patient. C'est une approche qui se veut évolutive

pour accéder aux meilleurs soins possibles. Elle a une place importante dans la pratique du chirurgien dentiste.

Intégrer les dernières connaissances scientifiques ainsi que les dernières recommandations des différentes instances mondiales, européennes et française est primordial pour assurer des soins de qualité adaptés aux patients.

## II.C Méthodologie

Dans cette thèse, nous verrons différents sujets de controverses connus. Il convient de mettre en place une méthodologie reproductible afin d'être le plus objectif possible. L'auteur de cette thèse ne présente ni conflit d'intérêt, ni prise de position.

Tout d'abord, des généralités seront abordées pour chaque sujet de controverse. Nous développerons ses propriétés générales, son utilisation, son historique, son contexte d'apparition puis nous détaillerons les différents consensus :

- le « **consensus populaire** » qui regroupe les informations qui peuvent circuler et qui sont diffusées sur des plateformes accessibles au grand public (télévision, radio, blog, réseaux sociaux ...), les différentes opinions seront retranscrites telles quelles et seront introduites dans un encadré ;

- le **consensus scientifique** qui regroupe les informations diffusées par la communauté scientifique via des articles publiés dans des revues scientifiques à comité de lecture et leur conclusion suite à leurs études ;

- le **consensus des structures de santé** qui regroupe les recommandations, les avis, les décisions de diverses structures de santé dont l'autorité est reconnue par les professionnels de santé.

Enfin, nous terminerons sur une conclusion rappelant les différentes confrontations qui existent, ce qui est actuellement en vigueur concernant l'utilisation de ces produits et pratiques, et les données actuelles de la science.

### II.C.1 Sources du consensus populaire

Nous retrouverons les sujets controversés sur les réseaux sociaux actuels tels que Facebook, Twitter ainsi que dans le moteur de recherche Google sous les mots clefs suivant : « danger », « controverse », « complot » suivi du sujet de controverses.

Sur les réseaux sociaux, nous rechercherons des collectifs de personnes réunis au sein de « groupes publics », de « pages » ou de « hashtag ». Nous resterons sur les premières suggestions qui seront jugées les plus pertinentes par l’algorithme du réseau social. Les liens proposés par le moteur de recherche Google seront sélectionnés selon leur classement. En raison d’un grand nombre de suggestions lors de ses recherches, nous ne dépasserons pas la première page de proposition qui rassemblera les propositions les plus pertinentes vis-à-vis des mots clefs choisis.

## **II.C.2 Sources du consensus scientifique**

Pour étayer les consensus scientifiques, nous nous appuyerons sur des travaux publiés dans des revues à comité de lecture que nous retrouverons essentiellement grâce au moteur de recherche PubMed.

Les travaux scientifiques seront donc recherchés sous la forme de mots clefs incluant le sujet de controverse comme par exemple « *dental radiography* » ou encore « *controversy dental fluoride* ». La recherche sera filtrée pour ne conserver que les revues systématiques et méta-analyses, elle s’arrêtera sur les suggestions affichées en première page et traitera les articles postérieurs aux années 2000. Pour des raisons de simplicité et de pédagogie, un seul article scientifique est sélectionné pour représenter le consensus scientifique. C’est une approximation qui présente des biais dont l’auteur est conscient. Le véritable consensus scientifique est établi par la lecture exhaustive de la littérature pertinente. (voir Figure 4)

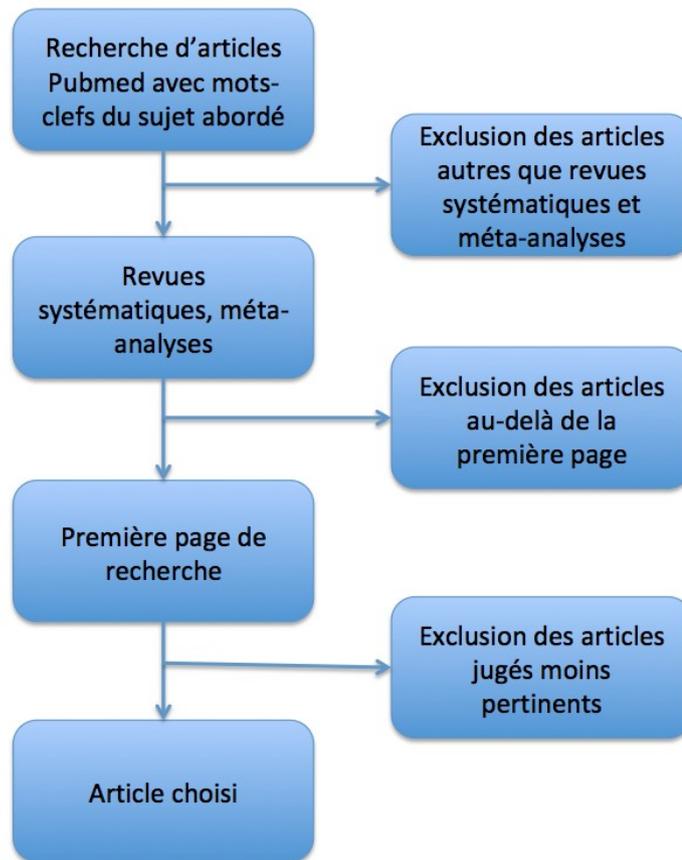


Figure 4: Arbre décisionnel de sélection de l'article le plus pertinent.

L'article choisi sera présenté de manière générale (source, type d'article/études, objectifs) ainsi que la méthode utilisée. Les résultats/contenus et les limites seront exposés et enfin une conclusion sera posée notamment sur la fiabilité de l'étude, des liens établis et de leur force.

Pubmed est une référence de ressources scientifiques fiables qui peut être utilisée dans la méthode de l'EBD.

*PubMed est un moteur de recherche gratuit accessible au public en ligne depuis 1996 recensant les articles scientifiques biomédicaux.. PubMed a été développé et est maintenu par le National Center for Biotechnology Information (NCBI), à la National Library of Medicine (NLM) des États-Unis, située aux National Institutes of Health (NIH).*

## **II.C.3 Sources du consensus des structures de santé**

Les principaux organismes de santé nationaux et internationaux consultés sont détaillés ci-dessous. Ils établissent des documents que le chirurgien-dentiste peut consulter afin de guider sa pratique.

### **II.C.3.a OMS**

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est une agence spécialisée de l'Organisation des Nations Unies (ONU) pour la santé publique créée en 1948. Elle dépend directement du Conseil économique et social des Nations Unies.

Elle a pour objectif d'amener tous les peuples des États membres et partenaires au niveau de santé le plus élevé possible, la santé étant définie dans ce même document comme un « état de complet bien-être physique, mental et social et ne consistant pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ».

Elle émet des **recommandations** ainsi que des **avis**.

Les documents édités par l'OMS sont des sources fiables, prudentes, et permettent d'orienter les politiques de santé.

### **II.C.3.b CIRC**

Le Centre International de Recherche contre le Cancer<sup>1</sup> (CIRC) est une agence spécialisée de l'OMS pour la recherche sur le cancer. C'est un centre autonome de l'OMS. Il a été créé en mai 1965 par une résolution de l'Assemblée mondiale de la Santé.

Le CIRC est un institut de recherche multidisciplinaire qui réunit des compétences dans les disciplines de l'épidémiologie, des sciences de laboratoire, de la biostatistique et de la bio-informatique. Il promeut la collaboration internationale dans la recherche sur le cancer. (10)

Le CIRC a élaboré une classification qui permet d'examiner la cancérogénicité<sup>2</sup> éventuelle de produits chimiques, de mélanges complexes de substances, d'expositions professionnelles, d'agents physiques et biologiques et de facteurs comportementaux.

---

<sup>1</sup> *Appelé aussi IARC: International Agency for Research on Cancer*

<sup>2</sup> *Cancérogène : Se dit d'un agent physique ou chimique capable de produire un cancer ou de faciliter son apparition selon le dictionnaire de l'académie de médecine (11)*

Le programme des Monographies du CIRC est un élément central de l'activité du CIRC. Il établit des études complètes et détaillées sur une molécule précise pour la situer dans la classification.

Les monographies évaluent la **force des preuves disponibles** qu'un agent peut provoquer le cancer chez l'Homme, sur la base de trois courants de preuves : sur le cancer chez l'homme, sur le cancer chez les animaux de laboratoire et sur des preuves mécanistes. Elle définit 4 groupes (de 1 à 4) correspondant à des degrés d'indication de cancérogénicité pour l'être humain. Le deuxième est subdivisé en groupe 2A et 2B. (12) (Voir Tableau 1) Ainsi, plus le niveau CIRC est proche de 1, plus les preuves de cancérogénicité sont fortes, **indépendamment du niveau de risque et des conditions d'exposition**. Elle ne mesure donc pas la probabilité qu'un cancer surviendra en fonction du niveau d'exposition à l'agent. Le niveau de risque de cancer associé à des substances ou agents ayant été classés dans un même groupe peut être très différent, en fonction de facteurs comme le type ou l'étendue de l'exposition et l'intensité de l'effet de l'agent à un certain niveau d'exposition (13). Les monographies identifient donc le danger de cancer même lorsque les risques semblent faibles. *Si le CIRC évaluait le danger de la voiture, il la classerait en niveau 1 car les preuves de danger sont très fortes, indépendamment du risque.*

Ces monographies sont utilisées par les autorités et organisations nationales et internationales pour les évaluations des risques, pour formuler des décisions sur les mesures préventives, pour motiver des programmes efficaces de lutte contre le cancer et pour choisir parmi les options de décision de santé publique (14).

Tableau 1: Les critères de classement des agents selon la force des preuves de cancérogénicité, tableau extrait du CIRC (6)

Classe d'agents	Critères de détermination du degré d'indication de risque	Nombre d'agents classés
Agent cancérogène pour l'homme ( <b>Groupe 1</b> )	<b>Principe général:</b> Indications suffisantes de cancérogénicité pour l'homme. <b>Exception:</b> Indications pas tout à fait suffisantes pour l'homme associées à des indications suffisantes pour l'animal et à de fortes présomptions envers un mécanisme de cancérogénicité reconnu.	121 agents ( <i>amiante</i> )
Agent probablement cancérogène pour l'homme ( <b>Groupe 2A</b> )	<b>Principe général:</b> Indications limitées de cancérogénicité chez l'homme et suffisantes chez l'animal. <b>Cas particulier:</b> Indications insuffisantes pour l'homme et suffisantes pour l'animal associés à de fortes présomptions pour une cancérogénèse selon un mécanisme identique chez l'homme. <b>Exceptions:</b> - Seule base des indications limitées de cancérogénicité pour l'homme. - Appartenance de l'agent à une catégorie d'agents dont un ou plusieurs membres ont été classés dans le groupe 1 ou 2A.	89 agents ( <i>nitrite</i> )
Agent peut être cancérogène pour l'homme ( <b>Groupe 2B</b> )	<b>Principe général (2 formes):</b> Forme 1 : Indications limitées de cancérogénicité chez l'homme et insuffisantes chez l'animal. Forme 2 : Indications insuffisantes chez l'homme et suffisantes chez l'animal. <b>Cas particuliers:</b> - Indications insuffisantes pour l'homme et insuffisantes pour l'animal cependant corroborées par des données sur les mécanismes notamment. - Seule base d'indications solides provenant de données sur les mécanismes.	315 agents ( <i>dioxyde de titane</i> )
Agent inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme ( <b>Groupe 3</b> )	<b>Principe général:</b> Indications insuffisantes chez l'homme et insuffisantes ou limitées chez l'animal <b>Exception:</b> Indications insuffisantes pour l'homme et suffisantes chez l'animal associés à de fortes présomptions pour un mécanisme de cancérogénicité chez l'animal ne fonctionnant pas chez l'homme.	497 agents ( <i>caféine</i> )
Agent n'est probablement pas cancérogène pour l'homme ( <b>Groupe 4</b> )	<b>Principe général:</b> Indications suggérant une absence de cancérogénicité chez l'homme et chez l'animal de laboratoire. <b>Cas particulier:</b> Indications insuffisantes pour l'homme associés à des indications suggérant une absence de cancérogénicité pour l'animal et fortement corroborées par des données mécanistiques et d'autres données pertinentes.	1 agent ( <i>caprolactame</i> )

### II.C.3.c HCSP

Le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP)<sup>3</sup> a été créé par la loi du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique et mis en place en 2007.

<sup>3</sup> Autrefois appelé le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France

Le HCSP a pour missions de :

- contribuer à l'élaboration, au suivi annuel et à l'évaluation pluriannuelle de la Stratégie nationale de santé ainsi qu'à l'élaboration d'une politique de santé de l'enfant globale et concertée ;
- fournir aux pouvoirs publics, en lien avec les agences sanitaires, l'expertise nécessaire à la gestion des risques sanitaires ainsi qu'à la conception et à l'évaluation des politiques et stratégies de prévention et de sécurité sanitaire ;
- fournir aux pouvoirs publics des réflexions prospectives et des conseils sur les questions de santé publique ;
- coordonner les travaux relatifs à l'identification des besoins d'information sur l'évolution de l'état de santé de la population, ainsi que sur les inégalités de santé et leurs déterminants ;
- coordonner en outre les travaux d'organisation, par les commissions spécialisées compétentes, en liaison avec les agences sanitaires et la Haute Autorité de Santé, de la production de l'expertise nécessaire à la gestion des risques sanitaires.

Le HCSP est organisé en quatre commissions spécialisées tel que le système de santé et sécurité des patients (CS3SP) ou encore les maladies chroniques (CSMC) et est formé de cinq groupes de travail permanents dont un groupe de travail sur la politique de santé de l'enfant globale et concertée, la stratégie nationale de santé et indicateurs ou encore la sécurité des éléments et produits du corps humain (Secproch) (15).

Il publie des **rapports** et émet des **avis**.

### **II.C.3.d HAS**

La Haute Autorité de Santé (HAS), est une autorité publique indépendante à caractère scientifique créée par la loi française du 13 août 2004 relative à l'assurance maladie.

La HAS a pour missions :

- d'évaluer les médicaments, dispositifs médicaux et actes professionnels en vue de leur remboursement ;
- de recommander les bonnes pratiques professionnelles, élaborer des recommandations vaccinales et de santé publique ;

- de mesurer et améliorer la qualité dans les hôpitaux, cliniques, en médecine de ville, dans les structures sociales et médico-sociales ;

- d'informer.

Elle s'engage pour assurer la rigueur scientifique et l'indépendance de ses travaux. Elle coopère avec tous les acteurs dans un esprit de concertation et de transparence. Au service de l'intérêt collectif et de chaque citoyen, elle porte les valeurs de solidarité et d'équité du système de santé. (16)

Elle émet des **recommandations**.

### **II.C.3.e ANSM**

L'Agence Nationale de Sécurité du Médicament (ANSM) est l'acteur public qui permet, au nom de l'État, l'accès aux produits de santé en France et qui assure leur sécurité tout au long de leur cycle de vie.

L'ANSM a pour missions :

- de favoriser l'accès à des produits via des procédures d'autorisation adaptées à chaque stade de la vie du médicament avant et après sa mise sur le marché ;

- d'évaluer, expertiser et établir une politique de surveillance afin de s'assurer de la sûreté, de l'efficacité, de l'accessibilité et de la bonne utilisation des produits de santé disponibles en France ;

- d'assurer que la balance bénéfice-risque de produits de santé soit positive ;

- d'accompagner l'innovation et encadrer sa mise à disposition de façon précoce, sûre et équitable.

Elle s'appuie sur un réseau d'expertise et de surveillance national, européen et mondial dans le respect des principes de déontologie et de transparence. (17)

### **II.C.3.f INRS**

L'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) est une association loi 1901 créée en 1947 gérée par un Conseil d'administration paritaire constitué de représentants des organisations des employeurs et des salariés. L'INRS intervient en lien avec les autres acteurs institutionnels de la prévention des risques professionnels (accidents de travail ou maladies professionnelles).

L'INRS regroupe des ingénieurs, médecins, chercheurs, formateurs, juristes et spécialistes de l'information. Il propose des outils et des services adaptés aux :

- chefs d'entreprise et salariés,
- préventeurs en entreprise (membres de CHSCT, chargés de sécurité...),
- médecins du travail (et services de santé au travail),
- autres acteurs de la prévention (réseau de l'Assurance maladie risques professionnels, Inspection du travail, centres techniques, IPRP...).

L'INRS est donc au cœur du dispositif de prévention en santé et sécurité au travail. (18)

### ***II.C.3.g LegiFrance***

Légifrance est le site internet officiel du gouvernement français pour la diffusion des textes législatifs et réglementaires et des décisions de justice des cours suprêmes et d'appel de droit français.

### ***II.C.3.h IRSN***

L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) dont les missions sont définies par une loi de 2015 relative à la transition énergétique pour une croissance verte et dont l'organisation et la gouvernance sont précisées dans le décret n°2016-283 du 10 mars 2016. Elle est placée sous la tutelle conjointe des ministres chargés de l'écologie, de la recherche, de l'énergie, de la santé et de la défense.

Le champ de compétences de l'IRSN couvre l'ensemble des risques liés aux rayonnements ionisants, utilisés dans l'industrie ou la médecine, ou encore les rayonnements naturels. (19)

### III Les matériaux controversés en dentisterie

#### III.A Matériaux à temps de contact intermittent

Dans les matériaux à temps de contact intermittent, nous retrouverons les matériaux qui sont amenés à être présent provisoirement en bouche. Nous retrouvons le fluor ou le dioxyde de titane contenu dans le dentifrice qui est amené à être recracher . Le cobalt, quant à lui, a une position double. Il peut être utilisé dans les prothèses dentaires amovibles mais aussi en armature métallique des couronnes fixes céramo-métalliques. Il sera tout de même évoqué dans cette partie.

##### III.A.1 Fluor

###### III.A.1.a Description : les différents « fluor »

En France, nous utilisons la dénomination fluor pour désigner le fluor de manière générale. Or, cette dénomination peut porter à confusion. En effet, différents types de fluor existent et ne possèdent pas tous les mêmes propriétés.

Le fluor à proprement parler comme élément chimique se retrouve dans le tableau périodique des éléments dans la catégorie des halogènes. C'est le premier élément du groupe. Son numéro atomique est le 9 et son symbole est F. (voir Figure 5)



Figure 5 : Symbole du fluor  
(réalisation personnelle)

Le terme « fluorure » (ou « ion fluorure ») désigne sa forme ionique ( $F^-$ ). Associé à d'autres molécules, il désigne les composés, organiques ou inorganiques, contenant du fluor (voir Tableau 2).

###### III.A.1.a.1 Le fluor dans l'eau et dans l'alimentation

Les fluorures sont libérés dans l'environnement naturellement par l'altération des minéraux, dans les émissions des volcans et dans les aérosols marins. (20)

L'acide fluorosilicique, le fluorosilicate de sodium ainsi que le fluorure de sodium peuvent être utilisés pour la fluoration de l'eau, dans laquelle il s'hydrolyse pour libérer des ions fluorures (17). Néanmoins, la fluoration de l'eau de distribution est interdite en France depuis 1985 et la moyenne de fluor dans cette eau représente 0,1mg/L.

L'Europe a fixé la concentration limite de fluor dans l'eau de distribution à **1,5 mg/L**. Une concentration jusqu'à 2mg/L est tolérée, mais au-delà la population doit être informée de ne pas utiliser l'eau du réseau public pour les usages alimentaires.

Dans l'eau minérale embouteillée (eau de boisson), la présence de fluor est variable et limitée à 5mg/L depuis 2008. Le fluor fait partie des éléments obligatoirement étiquetés pour informer le consommateur (18). Il y a davantage de fluor dans l'eau de boisson : cela fluctue entre 0,1 et 3 mg/L.

On retrouve du fluor sous forme de fluorure de sodium ou fluorure de calcium dans l'alimentation tel que le poisson, les crustacés, le thé. Il est absorbé à partir du tractus gastro-intestinal sous forme d'acide fluorhydrique (15,20).

Le principal apport de fluor par ingestion provient du sel de cuisine. Il peut être fluoré sous la forme de fluorure de potassium (par voie humide). La dose moyenne de fluor absorbée par l'intermédiaire de sel fluoré lors des repas est de **0,75 mg/j**. (23)

### **III.A.1.a.2 Le fluor utilisé dans les produits dentaires**

On parle ici de fluorure d'étain, fluorure de sodium, le monofluorophosphate de sodium, fluorure stanneux, et Olafluor, que l'on retrouve dans les vernis, dentifrices, bains de bouche, comprimés, gouttes,... (24)

Le taux le plus souvent rencontré est de **1450 mg/L** soit 1450 ppm. L'apport de fluor dans l'organisme par le brossage dentaire est lié à l'ingestion de dentifrice lors du brossage, cela représente environ 40 % du dentifrice chez les enfants (48 % à 2-3 ans, 42 % à 4 ans, 34 % à 5 ans, 25 % à 6 ans) et 10 % du dentifrice chez l'enfant de plus de 8 ans et chez l'adulte.

La dose recommandée de dentifrice est un « petit poids » soit environ 0,25g de dentifrice concentré à 1500ppm (voir Figure 6). Cela représente une ingestion de fluor d'environ **0,075 mg/jour chez l'adulte** et **0,100 mg/jour chez l'enfant** pour un brossage biquotidien.

Tableau 2: Tableau récapitulatif des différents types de fluor

Nom	Propriétés	Utilisations
Fluor (F)	Gaz jaune verdâtre d'une odeur piquante et irritante, toxique	Trop réactif pour une utilisation directe
Fluorure (F <sup>-</sup> )	Forme ionique du fluor, s'associe spontanément à un autre composé	Utilisé en tant que composés fluorés
Fluorure de sodium (NaF)		Insecticide, prise en charge de caries dentaires, carences en vitamine D, hypersensibilité, dentinaire Fluoration de l'eau
Fluorure de potassium (KF)	Poudre blanche hygroscopique, généralement sous sa forme dihydrate	Source d'ions fluorures dans les produits d'hygiène buccale et pour des aliments fluorés Production de matériaux du bâtiment : émail, ciment, dans la poudre de soudure d'aluminium Agent de conservation du bois, gravure sur verre.
Fluorure d'amine (C <sub>27</sub> H <sub>60</sub> F <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Prévention des caries dentaires Prévention des hypersensibilités dentinaires Refluoration de l'émail dentaire endommagé	
Monofluorophosphate de sodium (Na <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> F)	Prévention des caries Agent anti bactérien	Dentifrices et produit d'hygiène bucco-dentaire comme
Fluorure d'étain (SnF <sub>2</sub> )	Obturation des tubuli dentinaires exposés	Dentifrices Prévention carie et problèmes gingivaux
Fluorure de calcium (CaF <sub>2</sub> )	Prévention caries	Matériau transparent pour les rayonnements infrarouges et ultraviolet
Fluorosilicate de sodium (Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> )		Fluoration de l'eau
Acide hexafluorosilicique (H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> )	N'existe jamais à l'état pur mais toujours en solution (eau)	Fluoration de l'eau

(25)

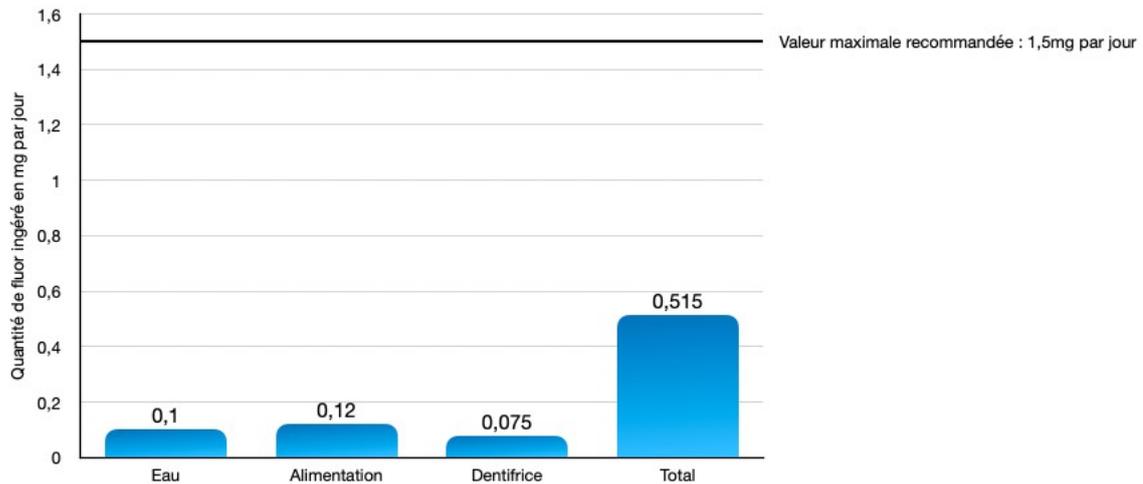


Figure 6: Diagramme en barres représentant la quantité de fluor ingérée par jour par rapport à la quantité maximale à ne pas dépasser (réalisation personnelle)

### **III.A.1.b Contexte**

Les fluorures ont été adoptés en France afin de réduire l'incidence de la carie notamment en prévention collective (26). Ils ont été introduits dans le sel puis les produits bucco-dentaires comme le dentifrice ou encore les vernis fluorés proposés par les chirurgiens dentistes.

Après avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF)<sup>4</sup> et de l'Académie nationale de médecine qui s'est traduit par la publication d'un arrêté du 31 octobre 1985 autorisant la fluoration du sel et interdisant la fluoration de l'eau. (26)

### **III.A.1.c Consensus populaire**

Les controverses du fluor résident en son efficacité contre la carie dentaire (27) ou sa toxicité (28).

<sup>4</sup> Aujourd'hui appelé HCSP: Haut Conseil de la Santé Publique

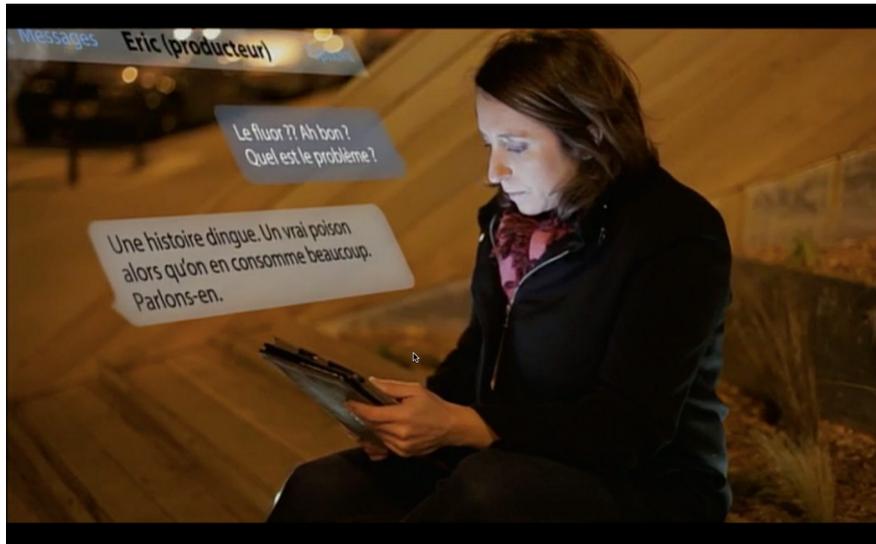


Figure 7: Extrait du documentaire "Fluor, un ami qui vous veut du mal" réalisé par Audrey Gloaguen et diffusé sur France 5 en 2016 (29)

Après la diffusion d'un documentaire sur la chaîne nationale France 5 appelé « Fluor, un ami qui vous veut du mal » réalisé par Audrey Gloaguen en 2016, de nombreux articles sont apparus mentionnant les risques que peut engendrer la consommation de fluor (voir Figure 7 et Figure 8).

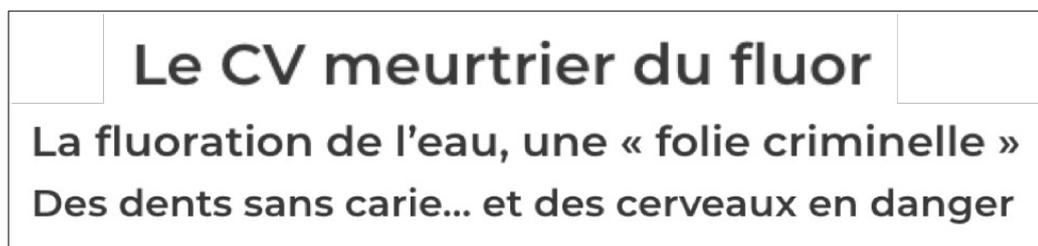


Figure 8: Sous-titres de l'article "Refermez vite ce tube de dentifrice au fluor" du site internet Alternative Santé (30)

Tableau 3: Consensus populaire sur le fluor

- Le fluor peut causer de graves problèmes de santé et n'est pas assez efficace pour justifier les coûts, est pharmacologiquement obsolète (27-30) ;
- L'effet protecteur du fluor contre les caries a été surévalué, une exposition répétée au fluor est problématique (35) ;
- les enfants avalent facilement et de grandes quantités de dentifrices pendant le brossage ; cette ingestion apporte une dose de fluor supérieure aux apports journaliers recommandés (33) ;
- Les os qui s'enrichissent en fluor perdent leur structure minérale, entraînant de l'ostéoporose mais aussi des maladies de malformation osseuse (*genu valgum*) (24-27) ;
- le fluor entraîne des dysfonctionnements neurologiques (TDAH<sup>5</sup>, baisse de QI (28,37,40), problème psychiatrique) (21) et endocriniens type thyroïde (23-27) ;
- il affecte les fonctions rénales et hépatiques chez les adolescents ;
- le fluor est présent dans les raticides, insecticides, produits anesthésiants, médicaments hypnotiques et psychotropes comme le Prozac (fluoxétine), et dans des gaz neurotoxiques comme le sarin, sous-produit des déchets des alumineries et des fertilisants (24-29) ;
- étranger au corps humain, le fluor est synthétique, que notre corps ne produit pas et ne reconnaît pas (29) ;
- le fluor a été classé par l'OMS comme l'une des 10 substances les plus dangereuses au monde (22,23,25) ;

5 Trouble du Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité

- biocumulable dans le corps et dans l'environnement (27,30) ;
- le premier gouvernement au monde à avoir expérimenté la fluoration de l'eau est l'Allemagne nazie ;
- Un géant de l'aluminium *Alcoa* utilise le fluor pour extraire l'aluminium ce qui dégage des fumées toxiques et une menace de procès court. Il trouve, à l'institut Mellon des sciences appliquées de Pittsburgh que le géant de l'aluminium a lui même crée pour servir les intérêts des industriels, un effet bénéfique du fluor sur les dents de rats (dent plus résistante à la carie dentaire). Alcoa a donc fait passer le fluor de poison à bénéfique pour les dents. (29)

Divers arguments sont mis en lumière dans les différents partis. On peut noter que certains arguments sont plus tendancieux tels que l'association au régime nazi du fluor, les conflits d'intérêts potentiels ou l'adhésion à la théorie du complot Big Pharma. Une atmosphère anxiogène est créée autour du fluor.

### ***III.A.1.d Consensus scientifique***

L'article sélectionné afin d'illustrer le consensus scientifique s'intitule « **Focus on fluorides: update on the use of fluoride for the prevention of dental caries** » publié dans *The Journal of Evidence-Based Dental Practice* en 2014 par Carey.

Cet article est une revue systématique. Les sujets abordés comprennent des mises à jour sur la recherche et les politiques communautaires sur la fluoration de l'eau, le fluorure disponible dans les dentifrices, la composition de vernis au fluorure, l'utilisation et des autres produits dentaires contenant du fluorure. Cet article donne une mise à jour de la recherche actuelle et discute des changements de politique proposés pour l'utilisation du fluorure pour la prévention des caries dentaires.

### – Méthode –

Des revues de la recherche actuelle et des revues systématiques récentes basées sur des preuves sur les sujets du fluorure sont présentées et analysées.

### – Résultats –

À l'heure actuelle, les fluorures sont utilisés pour la prévention des caries principalement par la fluoration de l'eau courante, les dentifrices et les bains de bouche. Les changements proposés sont basés sur la disponibilité des fluorures dans l'environnement ainsi que sur l'incidence croissante de la fluorose très légère (petites opacités blanches irrégulièrement disséminées sur la dent) et légère (opacification blanche de l'émail de la dent couvrant moins de 50 % de la surface) selon la classification de Dean.

Concernant la fluoration de l'eau, les recommandations sont basées sur des calculs de l'apport total de fluorure par les enfants de moins de 8 ans, car il s'agit de la population la plus susceptible de développer une fluorose (8 ans étant l'âge moyen de la fin de l'édification coronaire complète jusqu'à la deuxième molaire.) L'apport total de fluorure pour les membres les plus jeunes de la population peut souvent être plus élevé que la valeur optimale, ce qui est responsable de l'augmentation de l'incidence de la fluorose. L'utilisation de fluorure dans l'eau potable, les dentifrices et les thérapies professionnelles ont réduit l'incidence des caries. Cependant, l'utilisation indiscriminée du fluorure a conduit à une augmentation des fluorures dans l'environnement. Depuis 2006, le CDC (Center of Disease Control and Prevention) et l'ADA recommandent d'utiliser de l'eau à faible teneur en fluorures pour reconstituer les préparations pour nourrissons afin d'éviter d'exposer le nourrisson à des quantités excessives de fluorures.

Concernant la fluoration du **dentifrice**, la quantité et la persistance de l'ion fluorure disponible dans la cavité buccale pendant et après le brossage sont des paramètres importants pour l'efficacité des anti-caries.

Concernant la fluoration du **bain de bouche**, une nouvelle génération de rinçage au fluorure est prévue qui contiendra des sels de calcium solubles qui aident à retenir le fluorure dans la cavité buccale pour être libéré au fil du temps. Des dentifrices avec une concentration de fluorure plus faible pourraient être développées. Cela aiderait à réduire la charge corporelle de fluorure pour les enfants et pourrait réduire l'incidence de la

fluorose. Le récent intitulé « Topical Fluoride for Caries Prevention: Executive summary of the updated clinical recommendations and supporting systematic review » de Weyant RJ et al. présente des recommandations en faveur de l'utilisation de bain de bouche à 900 ppm de fluor au moins hebdomadaire pour les enfants de 6 à 18 ans. La recommandation d'une utilisation au moins hebdomadaire pour les plus de 18 ans ou pour la prévention des caries radiculaires est basée sur un «avis d'expert» car les preuves scientifiques font défaut.

Concernant les **verniss fluorés**, il existe des preuves cliniques solides qui indiquent l'efficacité du vernis fluoré pour les populations à haut risque carieux. L'ADA a conclu qu'il existe des preuves suffisantes pour recommander l'utilisation deux fois par an du vernis pour les enfants qui sont à risque carieux modéré et élevé. L'application de vernis à six mois d'intervalle est recommandée pour la prévention des caries sur les dents permanentes. Les enfants qui ne sont pas à risque de caries peuvent ne pas bénéficier des applications de vernis. Cependant, les risques de la thérapie sont négligeables et les bénéfices ont été jugés supérieurs aux risques. La revue systématique la plus récente sur le fluorure topique indique que les preuves favorisent l'application de vernis au moins tous les trois à six mois pour tous les enfants de moins de 18 ans. Les preuves manquent pour l'utilisation du vernis pour les adultes de 18 ans et plus ou pour la prévention des caries radiculaires, cependant, l'opinion des experts est en faveur de ces utilisations pour prévenir les caries.

#### – Limites –

Cet article est surtout basé sur les Etats-Unis qui eux pratiquent la fluoration de l'eau. Certains résultats ne peuvent donc pas être transposés à la France notamment.

#### – Conclusion –

Le consensus scientifique tend à l'utilisation du fluor tout en ajustant les recommandations et en tenant compte des changements dans les habitudes de consommation d'eau des enfants et les effets de l'exposition au fluorure. Les auteurs ne retrouvent pas dans la littérature les effets nocifs du fluor relevés dans le consensus populaire. La balance bénéfice/risque est **favorable**.

### **III.A.1.e Consensus des structures de santé**

#### **III.A.1.e.1 Mondiale**

##### **III.A.1.e.1.1 OMS**

L'OMS a publié un article et mentionne le fluor<sup>6</sup> parmi les dix produits chimiques qui posent un problème majeur de santé publique aux côtés d'autres substances toxiques (*amiante, arsénic*). Cependant, elle précise que son **apport excessif ou insuffisant** pose problème et non sa seule présence (42).

Selon OMS, la dose à ne pas dépasser pour éviter tout risque de fluorose dentaire est de **0,05 mg/jour par kg de poids corporel**, tout apport confondu, sans dépasser 1 mg/jour. Si, pour un adulte de 60 kg, le seuil semble difficile à atteindre, celui-ci l'est beaucoup moins chez les enfants. À 4 ans, un enfant (qui pèse environ 15 kilos) ne devrait pas ingérer plus de 0,75 mg/jour (37).

##### **III.A.1.e.1.2 CIRC**

Le fluorure retrouvé dans l'eau potable se retrouve dans le groupe 3 c'est à dire que le niveau de preuve est insuffisant pour affirmer sa cancérogénécité. (43)

#### **III.A.1.e.2 Françaises**

##### **III.A.1.e.2.1 CSHPF**

En France, suite à un avis du CSHPF en 1985, la fluoration de l'eau n'est pas pratiquée et un seuil de 1,5 mg/litre a été décidé par les directives de la CEE Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. (44)

##### **III.A.1.e.2.2 ANSM**

Selon l'ANSM, la dose moyenne de fluor absorbée par l'intermédiaire de sel fluoré lors des repas par un enfant après l'âge de deux ans (son alimentation étant avant cet âge très peu salée) est d'environ 0,25 mg/jour. (45)

##### **III.A.1.e.2.3 INRS**

L'INRS traite du fluor industriel (acide fluorhydrique, hydrocarbure halogéné, Trichlorofluorométhane) ou radiologique (TEP Fluor 18) et non du fluor pouvant être utilisé et ingéré en milieu buccal.

<sup>6</sup> Fluoride traduit «fluor» en français par abus de langage

#### **III.A.1.e.2.4 HAS**

Selon la HAS, les topiques fluorés, dentifrice, bain de bouche, vernis, gel, sont des moyens efficaces de prévention de la carie en denture permanente chez les enfants et les adolescents. Le niveau de preuve des études est élevé. (46)

La supplémentation en fluor par voie orale (comprimés, gouttes) a été évaluée récemment par l'AFSSAPS<sup>7</sup>. Le niveau de preuve est insuffisant pour conclure définitivement.

La preuve est également insuffisante pour conclure sur l'efficacité du sel fluoré, mais le sel est un vecteur de fluor qui permet d'atteindre une large population compte tenu de sa consommation généralisée.

Les **recommandations de la HAS** de 2010 sont: (45)

- le brossage des dents au minimum deux fois par jour avec un dentifrice fluoré à l'ensemble de la population ;
- chez les enfants à risque carieux élevé, les actes de prophylaxie les plus adaptés doivent être proposés : application de vernis fluoré ou de gel fluoré deux fois par an ;
- l'utilisation du sel iodé et fluoré en prévention de la carie dentaire plutôt que du sel non fluoré dans le respect du PNNS (Programme National de Nutrition Santé).

#### **III.A.1.e.2.5 LégiFrance**

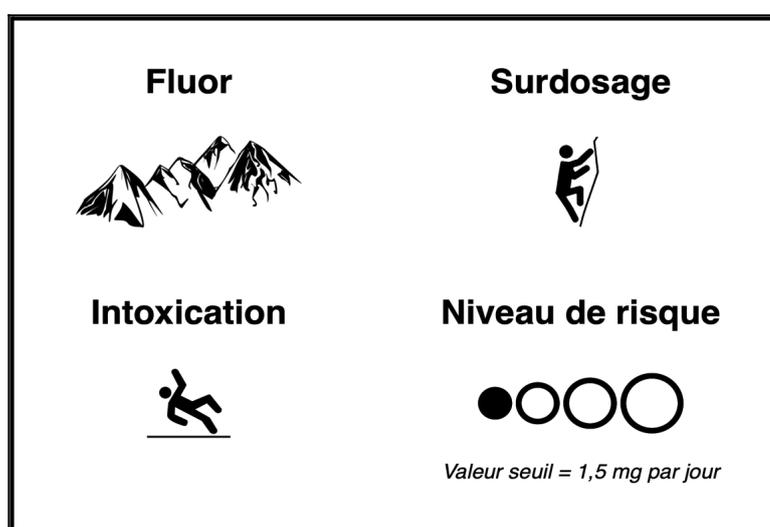
Nous retrouvons sur Légifrance, la publication de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique, fixant une concentration de 1,5 mg/L de fluorure. (48)

#### **III.A.1.f Synthèse**

La controverse du fluor a eu un regain de force suite à la diffusion du documentaire « Fluor, un ami qui vous veut du mal » et l'essor des tendances

<sup>7</sup> Aujourd'hui appelé ANSM: Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé

« green », naturel, « less is more » qui a soulevé plusieurs interrogations des consommateurs. On peut constater que cette molécule est appelé à tort « fluor » par abus de langage ce qui crée des confusions quant à ses propriétés. L'utilisation du terme fluor fait souvent référence aux ions fluorures (fluorure de sodium, ...). La France ne pratique pas la fluoration de l'eau mais peut en contenir naturellement. Des contrôles des eaux sont effectués et sont encadrés par différentes normes. Son exposition, que ce soit naturelle par la consommation de l'eau, ou médicale par l'utilisation de dentifrice, est encadrée par de nombreux organismes et de nombreuses recommandations sont disponibles pour un rapport bénéfice/risque favorable. Ces données sont orientées favorablement quant à l'utilisation du fluor selon le rapport bénéfice/risque tout en restant encadré.



### III.A.2 Nanoparticule : dioxyde de titane

#### III.A.2.a Description

Le dioxyde de titane ( $\text{TiO}_2$ ) est l'oxyde naturel du titane (Ti), le 9<sup>ème</sup> élément chimique le plus abondant de la croûte terrestre, devant l'hydrogène et derrière le magnésium. Il existe principalement sous 3 formes cristallines, le rutile, l'anatase et la brookite. (49)

Le dioxyde de titane est utilisé dans de nombreuses applications (additif alimentaire, cosmétiques, pigments voir Figure 9), notamment pour ses propriétés d'absorption des rayons ultraviolets et son caractère colorant blanc, et se présente, au moins partiellement, sous forme de poudre nanométrique (< 100 nanomètre). On le

retrouve sous la dénomination E171, dioxyde de titane, titanium dioxyde et CI 77891.

(50)



Figure 9: Produits pouvant contenir du dioxyde de titane (51–54)

### **III.A.2.b Contexte**

La méfiance envers le composant vient de la classification du CIRC ayant classé le dioxyde de titane dans la catégorie 2B ( potentiellement cancérogène). (55)

De plus, le dioxyde de titane est temporairement suspendu jusqu'au 31 décembre 2022 (56). L'association « Agir pour l'environnement » salue cette décision, mais voudrait que le gouvernement aille plus loin et souhaiterait que cette suspension soit élargie aux dentifrices et aux médicaments. Selon eux, le dioxyde de titane fait courir des **risques graves à la population** alors qu'il n'a pas de vraie utilité et peut être facilement substitué. Elle met en avant la méfiance envers les dentifrices qui sont ingérés par les enfants ou absorbés par l'organisme par la voie sublinguale. (57)

### **III.A.2.c Consensus populaire**

Tableau 4: Consensus populaire du dioxyde de titane

- Il est incohérent de tolérer le dioxyde de titane dans les dentifrices alors qu'on l'interdit dans l'alimentation ;
- il est à l'origine de lésions précancéreuses du colon, troubles du système immunitaire intestinal, altérations de la barrière intestinale ;

- il est cancérigène par inhalation ;
- il est à l'origine d'effets inflammatoires pouvant provoquer du stress oxydatif (interaction avec l'oxygène des cellules), endommager l'ADN et entraîner un phénomène d'apoptose (autodestruction des cellules) ;
- il induit des conséquences néfastes pour la descendance chez des rongeurs ;
- il crée des perturbations du microbiote intestinal ;
- il provoque un risque pour le foie, les ovaires et les testicules chez les humains ;
- il crée des inflammations et des altérations de la barrière intestinale chez les animaux comme chez les humains (58).

### **III.A.2.d Consensus scientifique**

L'article sélectionné pour illustrer le consensus scientifique du dioxyde de titane est « **Effects of Titanium Dioxide Nanoparticles Exposure on Human Health - a Review** » publié en 2019 par Baranowska-Wójcik, Sz wajgier, Oleszczuk et Winiarska-Mieczan. (59)

Cet article passe en revue les études antérieures concernant les effets de l'exposition aux nanoparticules de titane sur un organisme vivant (humain, animal). Ces informations sont nécessaires afin de démontrer la toxicité potentielle des nanoparticules (NP) inorganiques sur la santé humaine.

#### **– Résultats –**

Son exposition et sa toxicité pour le corps humain/animal ont été largement étudiées et discutées. La structure cristalline, la taille des particules et le revêtement peuvent affecter la charge de surface, la sédimentation, l'agrégation et donc la toxicité des nanoparticules de titane. Les tests *in vitro* et *in vivo* confirment les effets toxiques

des nanoparticules de titane sur le corps humain, tels qu'une altération du cycle cellulaire, la constriction des membranes nucléaires et l'apoptose. Elles peuvent être trouvées dans différents organes internes lorsqu'ils sont ingérées ou inhalées. Des tests *in vivo* ont révélé qu'après inhalation ou exposition orale, les nanoparticules de titane s'accumulent dans, entre autres, les poumons, le tube digestif, le foie, le cœur, la rate, les reins et le muscle cardiaque. De plus, elles perturbent l'homéostasie du glucose et des lipides chez la souris et le rat.

Des études ont démontré que la taille des nanoparticules peut affecter à la fois la toxicité et l'accumulation des NP de TiO<sub>2</sub> dans différents organes. Elles peuvent aussi perturber la digestion et l'absorption des composants alimentaires, ce qui peut entraîner des carences en macro et microéléments dans le corps. Une insuffisance hépatique a été observée chez les souris et les rats exposés aux NP de TiO<sub>2</sub>. Il a été observé des lésions hépatiques et cardiaques comme conséquences de perturbations du métabolisme énergétiques et des acides aminés et de la microflore intestinale.

La littérature rapporte également des cas où les NP de TiO<sub>2</sub> n'ont eu aucun effet toxique. Dans l'étude de 90 jours sur la toxicité orale, des rats ont été exposés à des NP de TiO<sub>2</sub> par sonde gastrique à 0, 100, 300 et 1 000 mg/kg pc/jour. Aucun décès n'a été enregistré en rapport avec les NP de TiO<sub>2</sub> (changement clinique, ophtalmologique ou neuro-comportemental). De plus, aucun effet indésirable sur le poids corporel n'a été enregistré. La dose la plus élevée examinée, c'est-à-dire 1 000 mg/kg de poids corporel/jour, n'a causé aucun changement chez les rats mâles et femelles (60). De même, Warheit et al. n'ont trouvé aucun changement dans le poids corporel des rats après l'administration de 5 000 mg de TiO<sub>2</sub>/kg (61). D'autres auteurs étudiant les cultures cellulaires n'ont pas non plus trouvé que les NP de TiO<sub>2</sub> avaient un effet cytotoxique à différentes concentrations (1 à 20 mg/cm<sup>2</sup>).

Les NPs en raison de leur petite taille, sont capables de traverser la barrière hémato-encéphalique. Dans le cerveau, les NPs de TiO<sub>2</sub> peuvent provoquer une oxydation des protéines, des dommages oxydatifs et une altération de la capacité antioxydante et une production accrue d'espèces réactives de l'oxygène.

## **– Conclusion –**

Un apport régulier de NP de TiO<sub>2</sub> à petites doses peut affecter la muqueuse intestinale, le cerveau, le cœur et d'autres organes internes, ce qui pourrait accroître le risque de développer de nombreuses maladies, tumeurs ou la progression de processus cancéreux existants. Le mécanisme à l'origine de la nanotoxicité n'a pas encore été découvert. De nombreuses études l'attribuent au stress oxydatif. La voie orale du dioxyde de titane est peu étudiée donc nécessite des études complémentaires notamment sur l'Homme.

Le dioxyde de titane est utilisé en dentisterie dans les produits cosmétiques comme le dentifrice pour sa couleur blanche. Ce n'est pas un composant thérapeutique.

Le seuil de sécurité est de 2,25 mg/kg/jour. Les enfants en consomment jusqu'à 3 mg/kg/jour. Le contenu en TiO<sub>2</sub> des dentifrices est estimé à 5 µg/mg. Pour un patient de 70 kg, le seuil de sécurité est de 157,5 mg. Si un patient utilise 500 mg de dentifrice, ça représente donc 2,5 mg \*3 de TiO<sub>2</sub>. Si le patient en avale 10%, on a donc une consommation de 0,75 mg pour jour avec le dentifrice, on reste donc assez éloigné du seuil de sécurité. (62,63).

### **III.A.2.e Consensus des structures de santé**

#### **III.A.2.e.1 CIRC**

En 2006, le CIRC a classé le dioxyde de titane TiO<sub>2</sub> dans le groupe 2B (potentiellement cancérogène). Les études considérées pour cette classification portaient sur le TiO<sub>2</sub> sous forme de poudre avec la présomption de risques par inhalation qui concernent d'abord les travailleurs potentiellement exposés. (55) (49,64)

#### **III.A.2.e.2 HCSP**

La HCSP parle surtout du dioxyde de titane sur les lieux de production donc par voie inhalatoire.

#### **III.A.2.e.3 ANSM**

L'ANSM recommande de ne pas utiliser les produits cosmétiques contenant des nanoparticules de dioxyde de titane sur peau lésée et perméable. Cette recommandation concerne les produits cosmétiques contenant du dioxyde de titane en tant que filtre

ultraviolet pour les crèmes solaires. On ne retrouve pas de recommandations concernant le dentifrice et le dioxyde de titane ou autres produits à utilisation dentaire (65).

#### **III.A.2.e.4 Légifrance**

Un arrêté du 17 avril 2019 portant suspension de la mise sur le marché des denrées contenant l'additif E171 (dioxyde de titane) a été publié dans le Journal Officiel de la République Française (JORF) n°0097 du 25 avril 2019 pour une durée de un an entrant en vigueur au 1 janvier 2020 renouvelé pour l'année 2021 et 2022 (66). Cette nouvelle mesure d'interdiction ne concerne néanmoins ni les cosmétiques (y compris les dentifrices), ni les médicaments. Le bénéfice apporté par les médicaments est estimé supérieur aux risques liés au dioxyde de titane et ne justifie pas la mise en place d'un principe de précaution.

#### **III.A.2.e.5 European Food Safety Agency**

L'EFSA (European Food Safety Agency)<sup>8</sup> est une des principales agences de l'Union européenne. Elle est chargée de l'évaluation des risques dans le domaine des denrées alimentaires. Elle fournit des conseils scientifiques sur les risques existants ou émergents dans ce domaine. Elle publie des **avis**, émis par son comité scientifique et ses groupes scientifiques, chacun dans sa sphère de compétence.

Le dioxyde de titane est autorisé comme additif alimentaire dans l'UE conformément à l'annexe II du règlement CE 1333/2008 (67). En vertu du règlement UE 257/2010, la sécurité de cet additif alimentaire a été réévaluée par le groupe scientifique ANS de l'EFSA en 2016, dans le cadre du programme de réévaluation des additifs alimentaires autorisés dans l'UE avant le 20 janvier 2009.

La précédente évaluation de l'EFSA du dioxyde de titane en tant d'additif alimentaire publiée en 2016 soulignait la nécessité de poursuivre les recherches pour combler les lacunes en matière de données relatives aux effets possibles de cette substance sur le système reproducteur, afin d'établir une dose journalière admissible. Dans sa mise à jour de l'évaluation du dioxyde de titane, le groupe a conclu que **le dioxyde de titane ne peut plus être considéré comme un additif alimentaire sûr**. Un

<sup>8</sup> *appelé en français l'autorité européenne de sécurité des aliments*

élément critique pour arriver à cette conclusion est la non exclusion des problèmes de génotoxicité qui pourraient survenir suite à la consommation de particules de dioxyde de titane. Après une ingestion orale, l'absorption des particules de dioxyde de titane est faible, mais elles sont susceptibles de s'accumuler dans l'organisme. (68)

Le Règlement délégué (UE) 2020/217 adopté le 4 octobre 2019 (69), vient d'être publié le 18 février 2020 au Journal officiel qui classe parmi six ingrédients utilisés dans les produits cosmétiques, le dioxyde de titane comme étant un cancérigène de catégorie 2 par inhalation par le Comité d'Evaluation des Risques (CER ou RAC pour Risk Assessment of the Agency).

### **III.A.2.f Synthèse**

D'après des articles de presse, le dioxyde de titane semble être toxique et présente un risque pour la santé. Les structures de santé l'ayant interdit dans les produits de l'alimentation, cela ne rassure pas le consommateur vis à vis de sa présence dans les produits de santé et cosmétiques comme le dentifrice. Du côté scientifique, le dioxyde de titane semble avoir des effets néfastes à haute exposition dans l'organisme néanmoins, il n'existe pas à ce jour de mécanisme expliquant la toxicité.

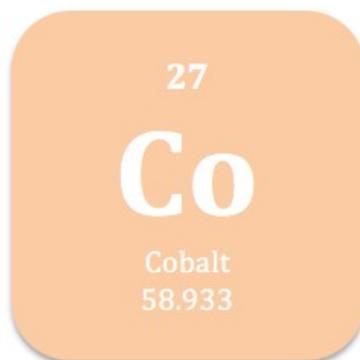
Rappelons que le dioxyde de titane utilisé en milieu dentaire est retrouvé dans les dentifrices qui ne doivent pas être ingérer.

<b>Dioxyde de titane</b> 	<b>Surdosage</b> par ingestion de dentifrice 
<b>Toxicité</b> 	<b>Niveau de risque</b>  Valeur seuil de 2,25 mg/kg/jour

### III.A.3 Cobalt

#### III.A.3.a Description

Le cobalt est l'élément chimique de numéro atomique 27, de symbole Co (voir Figure 10).



*Figure 10: Symbole du cobalt  
(réalisation personnelle)*

Le cobalt est un élément présent naturellement dans l'environnement : dans l'air, l'eau, les sols et les animaux, ou lié à l'activité humaine.

Ses concentrations dans l'air varient entre  $4 \times 10^{-4}$  et  $2 \times 10^{-3}$   $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dans l'eau entre 0,1 et 10  $\mu\text{g}/\text{L}$  et dans les sols entre 1 et 50  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . L'exposition de la population générale au cobalt se fait principalement par voie orale suite à l'ingestion de nourriture. L'exposition au cobalt est principalement alimentaire : chocolat, mollusques et crustacés, fruits secs et graines oléagineuses, pâtes. L'apport moyen journalier de la population française a été estimé à 7,5  $\mu\text{g}$  de cobalt par jour et par personne (70, 71)

Il est un des composants de la vitamine B12, essentielle au fonctionnement de nombreuses réactions enzymatiques chez l'homme. Le cobalt est utilisé pour traiter l'anémie chez les femmes enceintes car il stimule la production de globules rouges. (71)

L'alimentation représente la principale voie d'exposition au cobalt pour la population générale même si les niveaux d'exposition restent très faibles. En milieu professionnel, l'inhalation est la principale voie d'exposition au cobalt. (72)

Le cobalt est utilisé en aéronautique et en robinetterie nucléaire. L'isotope  $^{60}\text{Co}$  est utilisé en radiothérapie, stérilisation d'aliments et en radiographie industrielle.

L'alliage Co-Cr (Cobalt (Co) : 66%, chrome (Cr) : 29%, molybdène (Mo): 5%) est utilisé pour réaliser des armatures de prothèses orthopédiques et dentaires (73). Cet alliage est destiné à la confection de châssis ou infrastructures de prothèses amovibles, « overlays », crochets coulés, « overdentures » ou prothèse fixée (bridge de longues portées). De nouveaux alliages base cobalt ont été développés pour la technique céramo-métallique. Le cobalt est aussi utilisé dans les dispositifs orthodontiques (brackets, arc, ...), instruments endodontiques (65).



Figure 11: Prothèse dentaire à armature métallique (stellite) (75)

### **III.A.3.b Contexte**

Le cobalt est utilisé en alliage comme Co-Cr. Cet alliage a recensé des cas d'allergie<sup>9</sup> et d'intolérance qui a forcé à interroger la communauté scientifique sur la question du cobalt et autres métaux utilisés en dentisterie. On retrouve des associations comme « Les dents, la vie » qui prônent une santé buccodentaire sans métal. (65). Ils se posent surtout la question de **biocompatibilité** du cobalt dans la cavité buccale avec l'effet galvanique et la **corrosion** avec la salive.

***Effet galvanique** : effet résultant du contact de deux métaux ou alliages différents dans un environnement corrosif conducteur comme la salive (69).*

***Corrosion** : la corrosion des alliages se produit lorsque les éléments de l'alliage s'ionisent. Les éléments non chargés de l'alliage perdent des électrons et deviennent des ions chargés positivement lorsqu'ils sont libérés en solution. La corrosion est un*

---

<sup>9</sup> Selon le dictionnaire d'académie nationale de médecine, l'allergie est un ensemble des symptômes ou maladies créées par l'activation des mécanismes d'hypersensibilité (Augmentation de la sensibilité qui peut concerner l'immunité ou l'action des hormones).

*processus qui a des conséquences sur les propriétés de l'alliage, telles que l'esthétique, la résistance et la biocompatibilité. Elle libère certains des éléments de l'alliage qui sont disponibles pour affecter les tissus qui l'entourent. Elle est nécessaire pour expliquer les effets biologiques indésirables tels que la toxicité, l'allergie ou la mutagénicité. La réponse biologique aux éléments libérés dépend de l'élément libéré, de la quantité libérée, de la durée d'exposition aux tissus et d'autres facteurs. C'est une condition nécessaire mais pas suffisante pour les effets biologiques néfastes.*

Le syndicat FSDL<sup>10</sup> le 20 février 2019 poste un tweet : « En 2020, les patients auront le choix entre un reste à charge ou la gratuité pour des couronnes métalliques **cancérigènes** dans le cadre du projet 100 % Santé » mentionnant la ministre de la santé Agnès Buzyn et divers comptes journalistiques comme BFM, JJBourdin.



Figure 12 : Tweet de la FSDL du 20 février 2019 (78)

### III.A.3.c Consensus populaire

Tableau 5: Consensus populaire du cobalt

- Le cobalt possède une résistance à la corrosion faible et entraîne des problèmes de biocompatibilité. Il est à l'origine d'effets irritants, d'allergies, d'inflammations, de dermatites, de cancers, de maladies dégénératives du système nerveux (sclérose en plaque, Alzheimer) ainsi que l'accélération du vieillissement cellulaire pouvant aboutir en dernier lieu à la mort cellulaire..
- Une autre problématique du cobalt est son effet galvanique. Lorsque deux métaux différents sont en contact avec la salive, il apparaît

<sup>10</sup> Fédération Des Syndicats Dentaires Libéraux

entre ces deux métaux une différence des potentiels électriques se mesurant en volt ou en millivolts et pouvant aller jusqu'à 1500 mV. Par comparaison, l'activité électrique d'une membrane cellulaire est de l'ordre de 50 mV. Il peut donc induire des perturbations sur le fonctionnement de nos cellules : troubles neurovégétatifs, vertiges, troubles du sommeil, acouphènes, troubles de l'accommodation visuelle... (79)

### **III.A.3.d Consensus scientifique**

L'article sélectionné pour illustrer le consensus scientifique de l'utilisation du cobalt est une revue intitulé « Biocompatibility of dental casting alloys : A review » de Wataha publié en février 2000 dans The Journal of Prosthetic Dentistry (62).

#### **– Présentation de l'article –**

Le but de cet article est de passer en revue la biocompatibilité des alliages de coulée dentaire. L'article n'est pas destiné à être une revue de littérature exhaustive, mais plutôt une revue narrative fondée sur des preuves pour les cliniciens sur l'état des connaissances dans ce domaine. Elle a pour objectif de présenter les propriétés physiques des alliages de coulée, leur toxicité systémique et locale potentielle, leurs effets allergiques et leurs effets mutagènes ou cancérigènes puis d'émettre des recommandations pour les praticiens.

#### **– Résultats –**

Peu de preuves étayent les inquiétudes concernant la **toxicité systémique**. Plusieurs éléments tels que le nickel et le cobalt ont un potentiel allergisant relativement élevé, mais le risque réel de l'utilisation d'alliages contenant ces éléments reste indéterminé. La prudence dicte que les alliages contenant ces éléments soient évités si possible. Il existe des preuves que les éléments libérés peuvent passer à travers les tissus gingivaux. Il a été démontré la présence de composants de couronnes et d'amalgames dans les tissus gingivaux humains adjacents aux alliages dentaires (81). Cependant, ces niveaux sont faibles. Il existe peu de preuves que les éléments libérés par les alliages de coulée contribuent de manière significative à la présence systémique d'éléments dans le corps.

Les alliages de coulée sont en contact intime à long terme avec les **tissus locaux**. Par conséquent, les concentrations d'ions métalliques peuvent être plus élevées à proximité des tissus que dans la salive. Ces ions métalliques peuvent provoquer une toxicité locale. Les effets biologiques locaux de ces éléments libérés font toujours l'objet d'un débat intense. La question centrale dans ce débat est de savoir si les niveaux d'éléments libérés sont suffisants pour altérer les fonctions biologiques normales des tissus autour des alliages. Ces types d'études ont clairement établi que la libération d'ions métalliques est nécessaire pour les dommages cellulaires mais ne garantit pas que des dommages cellulaires se produiront. L'occurrence des dommages dépend de l'élément, des concentrations libérées et de la durée d'exposition. Les chercheurs dans ce domaine conviennent que les avantages dépassent de loin les risques de nombreux alliages actuellement utilisés en dentisterie.

L'incidence de l'**hypersensibilité** avec les produits dentaires cliniques en général semble être assez faible. Des études indiquent qu'environ 8 % des patients sont sensible au cobalt.

Les ions métalliques sont à l'origine de réponses **mutagènes et cancérigènes**. Par conséquent, la capacité d'un alliage à provoquer une mutation ou un cancer est directement liée à sa corrosion. L'activité cancérigène des éléments dans les alliages dentaires est mal comprise. La plupart des preuves de l'activité mutagène ou cancérigène des éléments métalliques proviennent de milieux industriels. Dans l'ensemble, il n'y a aucune preuve que les alliages dentaires causent ou contribuent au cancer. Cependant, il peut être prudent pour le praticien d'éviter les alliages contenant des éléments tels que le cadmium, le cobalt et le béryllium.

#### – Conclusion –

Pour minimiser les risques biologiques, les dentistes doivent sélectionner les alliages qui possèdent la corrosion la plus faible. Cet objectif peut être atteint en utilisant des alliages hautement nobles avec des microstructures monophasiques. Cependant, il existe des exceptions à cette généralité, et la sélection d'un alliage doit être faite au cas par cas en utilisant les données de corrosion et biologiques des fabricants dentaires.

Il est important de réaliser que les particules d'alliages peuvent également accéder au corps indirectement par les poumons pendant le meulage et le polissage. Une fois dans les poumons, ces particules peuvent être introduites dans le corps par les macrophages ou d'autres cellules. La corrosion intracellulaire ultérieure de ces particules influencera alors la capacité de l'alliage à provoquer des mutations. Pour cette raison, des précautions doivent être prises pour protéger les poumons de l'inhalation de particules, en particulier celles d'un diamètre inférieur à 10 µm, qui ne peuvent pas être filtrées par le système respiratoire.

Il est recommandé d'éviter des alliages dentaires dont l'hôte est reconnu sensible et préférer des matériaux résistants à la corrosion et de privilégier des alliages précieux, titane, alliages de titane, céramiques et résines. Le titane sera préféré pour la prothèse fixe et les châssis de prothèse adjointe (65).

### **III.A.3.e Consensus des structures de santé**

#### **III.A.3.e.1 OMS**

L'OMS mentionne le <sup>60</sup>Co utilisé en radiothérapie externe. Il n'y a pas de données avec lesquelles conclure un apport tolérable en cas d'ingestion chronique de cobalt (73).

L'OMS n'émet aucune recommandation quant à l'utilisation du cobalt en prothèse dentaire.

#### **III.A.3.e.2 CIRC**

Le cobalt, **lorsqu'il est lié au carbure de tungstène** : est classé 2A (cancérogène probable). Actuellement il n'existe pas de valeurs réglementaires autres que celles liées aux expositions professionnelles au cobalt. Chez l'homme, le cancer associé est celui des poumons, observé chez des travailleurs exposés de manière chronique à des poussières contenant cette substance il s'agit essentiellement d'exposition **dans les industries des métaux durs**.

Le cobalt métallique (**en absence de carbure de tungstène**) ainsi que les composés du cobalt (sulfate et dichlorure) sont classés 2B (potentiellement cancérogène) depuis 1991 (révision en 2006) **pour une exposition par inhalation**. Les

preuves de leur cancérogénicité sont considérées comme suffisantes chez l'animal (cancer bronchio-alvéolaire ou sarcomes) mais pas chez l'homme (cancer des voies pulmonaires notamment).

Le caractère génotoxique du cobalt a été démontré lors d'études in vitro. (72)

De façon cohérente avec les conclusions du CIRC, l'union européenne a classé le sulfate de cobalt et le dichlorure de sulfate dans le **groupe 1B**, c'est-à-dire celui des substances devant être assimilées à des substances cancérogènes pour l'homme, pour une exposition par **inhalation**.

Il n'y a actuellement pas d'étude permettant de mettre en évidence la cancérogénicité du cobalt suite à une exposition par voie orale, que ce soit chez l'homme ou chez l'animal. (72)

Aucune conclusion n'est apporté pour le cobalt utilisé en dentisterie qui pourrait être ingéré par voie orale lors de sa dépose dans la cavité buccale.

### **III.A.3.e.3 HAS**

La HAS ne mentionne pas le cobalt utilisé en dentisterie mais le cobalt en tant qu'exposition professionnelle. Plus rarement, l'exposition à des produits toxiques (amiante, arsenic, nickel, cobalt, chrome, radon, etc.), notamment dans le cadre d'une activité professionnelle, même ancienne, peut aussi être en cause en tant que facteur de risque de cancer de poumon. (83)

#### **III.A.3.e.3.1 ANSM**

D'après le règlement CLP (classification, étiquetage et emballage des substances et mélanges), il constitue une substance « CMR ». Cela signifie qu'aux termes de la classification, il est considéré comme cancérogène catégorie 1B, mutagène catégorie 2 et toxique pour la reproduction catégorie 1B. En application du règlement européen 2017/745 relatif aux dispositifs médicaux (DM), les dispositifs contenant du cobalt dans une concentration supérieure à 0,1 % en fraction massique (m/m) doivent désormais répondre aux nouvelles exigences en matière de sécurité et de performance établies en son annexe I, chapitre II, point 10.4.

Les fabricants d'un dispositif médical qui contient du cobalt doivent donc, dès le 1er octobre 2021 :

- justifier de l'utilisation du cobalt ;
- signaler la présence de cobalt par un étiquetage spécifique ;
- fournir une notice informant des risques résiduels. (84)

#### **III.A.3.e.4 ATSDR<sup>11</sup>**

L'ATSDR précise que l'exposition au cobalt à des concentrations retrouvées normalement dans l'environnement n'entraîne pas d'effets toxiques. (72)

#### **III.A.3.e.5 Institut de Veille Sanitaire**

Certaines mesures ont déjà été prises par l'institut de veille sanitaire (InVS) comme l'interdiction depuis 2011 d'ajouter des sels de cobalt dans la bière comme agent moussant, une pratique des années 1960. (72)

#### **III.A.3.e.6 LégiFrance**

Compte-tenu des propriétés du cobalt, de ses utilisations et des concentrations retrouvées dans l'environnement, le cobalt dans les eaux de boisson, l'air et les aliments que ce soit en France, à l'étranger ou au niveau international. n'est pas réglementé. (72)

Le cobalt utilisé dans l'art dentaire doit respecter des normes. La composition chimique des alliages dentaires coulés non précieux commercialisés répond à des normes internationales par exemple, NF EN ISO 6871-1 et NF EN ISO 6871-2 qui concernent les alliages dentaires non précieux à couler à base de cobalt (avril 1997) ou encore NF EN ISO 22674 concernant les matériaux métalliques pour restaurations fixes et amovibles et appareillages (mars 2007) (71).

Selon les normes ISO 6871 part. 1 et 2 tous les éléments de concentration supérieure à 0,1 % doivent être précisés par le fabricant. Ces alliages ne peuvent contenir plus de 0,02 % de béryllium. (74)

---

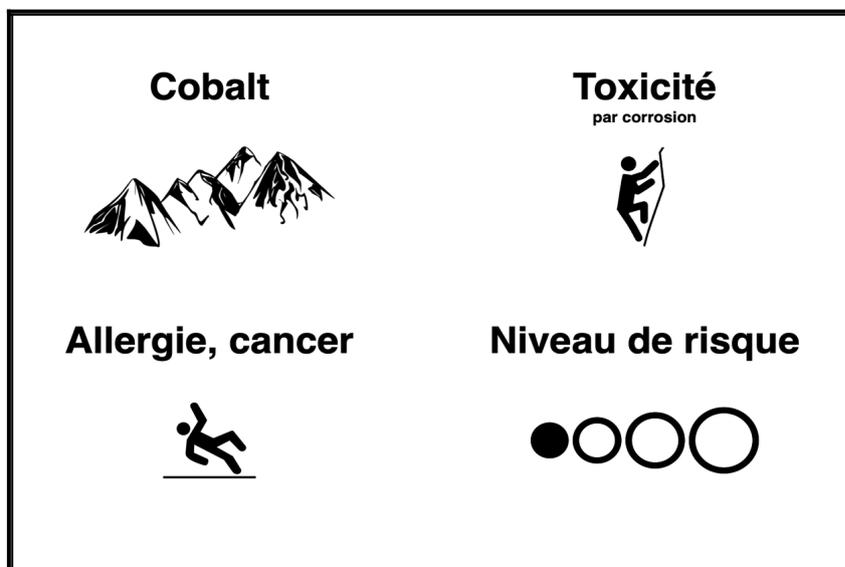
<sup>11</sup> *Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Agence du registre des substances toxiques et des maladies)*

### III.A.3.e.7 INRS

La population professionnelle est beaucoup plus exposée que la population générale. La voie respiratoire est la principale voie d'exposition au cobalt. En effet, les personnes travaillant dans les industries précitées sont susceptibles d'être exposées au cobalt qui se retrouve dans les poussières issues des procédés industriels l'utilisant.(72)

### III.A.3.f Synthèse

Les controverses du cobalt portent sur sa susceptibilité à provoquer des allergies voire des cancers. Selon le consensus scientifique, il est recommandé de pratiquer le principe de précaution et d'éviter tout contact avec le cobalt quand le patient a été reconnu hypersensible et de préférer le titane même si cela est rare. Il n'existe pas de preuves de l'activité mutagène ou cancérogène en milieu médical dentaire à ce jour.



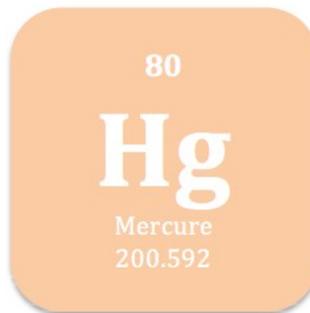
## III.B Matériaux à temps de contact prolongé

Dans cette partie, nous retrouverons les matériaux utilisés en dentisterie qui, une fois utilisés sont présents définitivement en bouche. On retrouve donc le mercure (amalgame), le bisphénol A (composite) et le titane (implant).

### III.B.1 Mercure

#### III.B.1.a Description

Le mercure est l'élément chimique de numéro atomique 80, de symbole Hg (voir Figure 13). Le mercure est un métal liquide dans les conditions normales de température et de pression.



*Figure 13 : Symbole atomique du mercure (réalisation personnelle)*

Le mercure est utilisé en dentisterie en tant que matériau de reconstitution appelé amalgame ou « plombage » (voir Figure 14). L'amalgame est composé d'un mélange de mercure liquide et de poudre d'argent, de cuivre, de zinc, d'étain, de béryllium, de palladium, d'indium ou de platine. Le mercure représente environ 50 % du poids de l'amalgame dentaire.

Il possède de nombreux **avantages** tels que:

- résistance mécanique et bonne étanchéité impliquant une pérennité dans le temps (parfois plus de 20 ans) ;
- cariostatique (car bactériostatique) ;
- facilité de manipulation et rapidité de pose ;
- coût faible.

Mais aussi des **inconvénients**:

- Dureté plus élevée que la dent (risque de fracture) ;
- inesthétique ;
- toxicité (électro galvanisme buccal) ;
- délabrement plus important car la rétention se fait par friction.



Figure 14: Amalgame dentaire dans la cavité buccale (86)

### **III.B.1.b Contexte**

La polémique concernant la toxicité du mercure contenu dans l'amalgame est ancienne et ne fait que s'intensifier; il est accusé dans l'apparition de plusieurs maladies générales. En 2011, un dossier paru dans *Le courrier du Dentiste*, basé sur quelques études n'ayant pas révélé un risque réel pour la santé des patients, conclut à l'innocuité de l'amalgame et à la non justification de l'interdiction de son emploi ou de sa dépose (87). L'article mentionne particulièrement une étude qui a comparé 10 patients symptomatiques et huit patients qui ne se plaignaient pas de leur santé. Le groupe présentant des symptômes ne présentait pas une absorption quotidienne estimée de vapeur de mercure inhalée plus élevée, ni une concentration de mercure dans le sang et l'urine plus importante que dans le groupe témoin. Les quantités de mercure détectées par les tests étaient insignifiantes. (87)

Les opposants à l'utilisation du mercure dans les amalgames dentaires soupçonnent la profession dentaire de privilégier ce matériau par conservatisme et pour son faible coût. Les dentistes mettent en avant une plus grande stabilité et une meilleure protection contre les caries.

■ **Les amalgames sont constitués pour moitié d'un métal hautement toxique**

Les amalgames dentaires, appelés familièrement « plombages », ne contiennent jamais de plomb : ce sont des alliages formés d'un mélange de **mercure liquide** et d'autres métaux en poudre : **argent, cuivre, étain, zinc,...** **Un amalgame contient environ 50% de mercure, un des éléments considérés comme les plus toxiques.** Une obturation dentaire de taille moyenne contient en moyenne environ 1 gramme de mercure métallique.

■ **Le mercure des amalgames est absorbé et s'accumule dans l'organisme**

Un amalgame émet des **vapeurs** dont une partie est absorbée par les poumons : le mercure passe dans le sang, traverse la barrière hémato-encéphalique, est alors piégé et s'accumule dans le **cerveau**, principal organe cible. Il

Figure 15: Grands titres d'un article de l'association "Non au mercure" (88)

Certains emploient même le mot empoisonnement pour désigner les effets du mercure sur l'organisme mais aussi des métaux lourds utilisés en dentisterie.

La controverse réside aussi sur le fait qu'en France, les autorités sanitaires affirment que cette technique est sûre. La Suède, la Norvège ou le Danemark, en revanche, l'ont interdite entre 2008-2009 (89). On retrouve aussi des associations qui dénoncent des risques graves pour la santé « Non au mercure dentaire », « Réseau Environnement-Santé », « Association Toxicologie-Chimie » (90). De plus, dans un contexte sanitaire environnemental, la dépose des amalgames dentaires fait controverses car le mercure libéré se retrouve, une fois aspiré, dans l'eau.

Egalement, sur un aspect professionnel, l'INRS dévoile une publication en 2003 sur les risques professionnels d'une exposition au mercure chez les dentistes et assistantes dentaires notamment des risques de troubles neurologiques et cognitifs avec un risque de suicide augmenté et de troubles de la reproduction dû aux vapeurs de mercure lors de la dépose ou polissage des amalgames. (91)

### **III.B.1.c Consensus populaire**

Tableau 6: Consensus populaire du mercure

- L'amalgame est dangereux **neurotoxique, reprotoxique et perturbateur endocrinien.**
- Il peut engendrer des effets plus ou moins néfastes, toxiques pouvant induire des maladies très graves, soit de par leur nature propre, soit de par leur proximité avec d'autres matériaux métalliques.

- Les obturations en amalgame libèrent des quantités importantes de mercure dans la cavité buccale. (92)

### **III.B.1.d Consensus scientifique**

L'article choisi pour illustrer le consensus scientifique sur l'amalgame est une revue « Rethinking the Dental Amalgam Dilemma: An Integrated Toxicological Approach » de Jirau-Colón et al. publié en 2019 dans *International Journal of Environmental Research and Public Health* (78).

Elle a pour objectif de présenter de manière objective le danger des amalgames dentaires pour la santé humaine sur la base des connaissances actuelles en se concentrant sur quatre problèmes majeurs : la libération constante de vapeur de mercure des amalgames dentaires, la formation de mercure organique à partir d'amalgames dentaires dans la cavité buccale, l'effet de l'exposition au mercure sur la régulation des gènes dans les cellules humaines et enfin, la disponibilité de données épidémiologiques récentes données étayant le lien entre les amalgames dentaires et des maladies chroniques dégénératives.

#### **– Résultats –**

L'utilisation principale de l'amalgame au mercure dans les obturations dentaires est de retarder la carie dentaire. Les avantages offerts par cette procédure de restauration sont nombreux : elle est moins chère, durable, solide et résistante, donc moins susceptible de se casser que tout autre type d'obturation.

- **Mercure** : les amalgames dentaires sont considérés comme une source importante de ce gaz toxique. La plus grande préoccupation concernant la toxicité du mercure est son état gazeux. L'affinité notable du mercure pour les biomolécules, telles que les acides aminés, les protéines, les purines, les pyrimidines et les acides nucléiques, est la raison de sa toxicité, en particulier dans le système nerveux central et les reins. Plusieurs études sur les vapeurs de mercure montrent que les expositions à long terme dans les lieux de travail dentaires à partir de  $20 \mu\text{g Hg par m}^3$  ont des effets toxiques détectables sur le système nerveux central.

- Mercure inorganique : De plus, dans le corps humain, des sels de mercure peuvent être produits à partir du mercure. Cela se produit lorsque la vapeur de mercure est inhalée, se diffusant à travers les poumons dans la circulation sanguine. Après absorption, ces sels mercuriques peuvent provoquer une insuffisance rénale, un collapsus cardiovasculaire, des dommages gastro-intestinaux et éventuellement entraîner la mort. Bien que le mercure inorganique ne provoque pas d'effets à court terme similaires à ceux du mercure élémentaire, une exposition à long terme peut induire des troubles neurologiques et des problèmes de mémoire. Il affecte la cytotoxicité cellulaire, provoque un stress oxydatif, augmente la sécrétion de amyloïde et induit la phosphorylation de Tau dans les cellules de neuroblastome. Des études indiquent que l'exposition au mercure pourrait jouer un rôle critique dans la maladie d'Alzheimer.
- Mercure organique : ou organomercure fait référence à divers composés organométalliques, en particulier le méthylmercure (MeHg) et le diméthylmercure (Me<sub>2</sub>Hg) extrêmement neurotoxiques. L'organomercure se distribue préférentiellement dans les parties du cerveau qui contrôlent les fonctions sensorimotrices. Par conséquent, il devrait être évident que l'exposition aux organomercures par les amalgames dentaires est un problème de santé important et pertinent. Davantage de recherches sur la toxicité de l'organomercure provenant des obturations à l'amalgame sont nécessaires. Une étude d'autopsie sur des nouveau-nés et des fœtus décédés a montré une corrélation directe entre les obturations à l'amalgame dentaire de la mère pendant la grossesse et les niveaux de mercure dans les tissus corporels des bébés ou du fœtus.

Les résultats suggèrent que l'exposition au mercure, est associée à la parodontite. Les bactéries anaérobies issues des maladies parodontales produisent du sulfure d'hydrogène et le méthylmercaptan est responsable de la gingivite. Ces composés soufrés réagissent avec l'amalgame de mercure pour produire un tissu gingival noir appelé « tatouages d'amalgame », constitué de sulfure de mercure. Le sulfure de mercure est extrêmement toxique et provoque des maladies buccales et systémiques.

Il convient de noter que les dentistes et le personnel, impliqués dans les restaurations à l'amalgame, sont plus à risque car ils sont exposés à plus de vapeur de mercure au cours d'une journée de travail étant impliqués dans la préparation des amalgames, la gestion des déchets et le polissage des amalgames dentaires. Le mercure inorganique induit une immunosuppression en diminuant la production d'hormone du thymus (thymuline) chez les jeunes souris (94). Récemment, une étude chez l'homme (personnel dentaire, dentistes et infirmières) a montré une augmentation significative des niveaux de mercure dans l'urine et le sang par rapport au personnel non dentaire, et une réduction concomitante de l'hormone thymuline et de l'oxyde nitrique dans le sang (95).

La libération constante de vapeur de mercure de l'amalgame dentaire est absorbée dans le sang par les voies respiratoires pulmonaires et moins par la pulpe dentaire ou la gencive. Sa bioaccumulation dans le cerveau peut être à l'origine de diverses maladies neurologiques telles que les maladies de Parkinson et d'Alzheimer ou encore la sclérose latérale amyotrophique. Même s'il y avait de faibles niveaux de mercure dans le cerveau, les individus génétiquement sensibles, en particulier, peuvent être plus à risque.

De nouvelles études épidémiologiques commencent à émerger, fournissant des preuves plus solides en faveur d'un lien entre les amalgames dentaires et certaines maladies neurologiques (Alzheimer, Parkinson). Bien que peu ou pas de preuves convaincantes aient été rapportées dans la plupart des études, une enquête néo-zélandaise a affirmé un lien entre l'exposition aux amalgames et la sclérose en plaques (96).

#### **– Conclusion –**

Bien qu'une grande partie du mercure soit éliminée, une partie est accumulée et biotransformée en composés organomercurés. Ceux-ci se retrouvent dans le cerveau, où ils peuvent persister pendant plusieurs années. En raison d'une exposition aiguë ou chronique, de nombreuses pathologies ont été attribuées du mercure : immunodépression, troubles neurologiques, maladies cardiovasculaires, déséquilibre hormonal et gingivite, etc. Le polymorphisme individuel pertinent dans les gènes sensibles au mercure peut modifier sa disponibilité, sa bioaccumulation dans des tissus

spécifiques et, par conséquent, sa toxicité. Les auteurs concluent que le mercure est donc un matériau à éviter progressivement.

### **III.B.1.e Consensus des structures de santé**

#### **III.B.1.e.1 AFSSAPS**

Un rapport de l'AFSSAPS a été rendu en 2005 et conclut à l'innocuité des amalgames. Le document stipule que les taux de mercure relevés dans le sang ou encore dans les urines des porteurs d'amalgames sont « très en-deçà des concentrations pour lesquelles des effets toxiques ou biologiques peuvent être observés ». Toutefois, la pose d'amalgames chez la femme enceinte ou allaitante est déconseillée selon le **principe de précaution** et aussi car l'exposition au mercure, même à de petites quantités, constitue une menace pour le développement de l'enfant *in utero* et à un âge précoce. (97)

#### **III.B.1.e.2 OMS**

Le mercure est considéré par l'OMS comme l'un des dix produits chimiques ou groupes de produits chimiques extrêmement préoccupants pour la santé publique. En effet, une fois dans l'environnement, le mercure peut être transformé par des bactéries en méthyle mercure, qui va s'accumuler biologiquement (atteindre une concentration plus forte que dans l'environnement) dans les poissons et les crustacés. Le méthyle mercure subit également une bioamplification. La population peut être exposée aux différentes formes de mercure selon les circonstances. Le mercure peut avoir des effets toxiques sur les systèmes nerveux, digestif et immunitaire, et sur les poumons, les reins, la peau et les yeux.

Une série de mesures a été prise pour réduire les quantités de mercure présentes dans ces produits ou pour éliminer progressivement les produits concernés. Dans le domaine de la santé, les thermomètres ou tensiomètres à mercure sont en voie d'être remplacés par d'autres appareils. Une consultation d'experts de l'OMS organisée en 2009 a conclu qu'une interdiction mondiale à court terme des amalgames poserait un problème pour la santé publique et le secteur dentaire, mais qu'une **élimination progressive** devait être visée à travers la promotion de mesures préventives et de solutions de remplacement de l'amalgame, la recherche et le développement d'alternatives peu onéreuses, l'éducation des professionnels de la dentisterie et la sensibilisation du public. (97)

### **III.B.1.e.3 CIRC**

Le mercure et ses composés minéraux sont classés dans le groupe 3 (inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme).

### **III.B.1.e.4 ANSM**

En décembre 2014, l'ANSM a publié des recommandations, à l'attention des professionnels de santé, à respecter lors de l'utilisation des amalgames dentaires (actualisation des recommandations de 2005) dans lesquelles elle réaffirme sa volonté de voir diminuer de façon importante l'utilisation des amalgames à base de mercure dans le cadre du traitement de la carie dentaire. Elle précise ainsi les situations cliniques particulières dans lesquelles ces matériaux d'obturation peuvent avoir une place. Elle rappelle que l'information complète du patient concernant les différents matériaux d'obturation disponibles est indispensable avant la réalisation de toute restauration à base d'amalgame. (98,99)

### **III.B.1.e.5 LégiFrance**

LégiFrance mentionne des avis relatifs à l'homologation et à l'annulation de normes tiré du Journal Officiel de la République Française (JORF) concernant le mercure tel que NF EN ISO 1559 (janvier 2002). - Produits dentaires. - Alliages pour amalgame dentaire (homologuée le 5 décembre 2001) (indice de classement : S91-201) ou NF EN 21560 (décembre 1991). - Art dentaire. - Mercure à usage dentaire (homologuée le 5 novembre 1991) (indice de classement : S91-202). (85)

### **III.B.1.e.6 Législations européennes et internationales**

Au niveau international, la convention de Minamata des Nations Unies relative à l'usage du mercure est signée en janvier 2013. Celle-ci incite :

- à la baisse progressive du recours au mercure selon la spécificité de chaque pays ;
- à utiliser le mercure dans sa forme encapsulée ;
- à développer la recherche sur des méthodes alternatives au mercure ;
- à accroître la prévention en matière bucco-dentaire.

Suite à l'adoption de la convention de Minamata, a été publié un nouveau règlement (UE) 2017/852 du parlement européen et du conseil du 17 mai 2017 relatif au mercure.

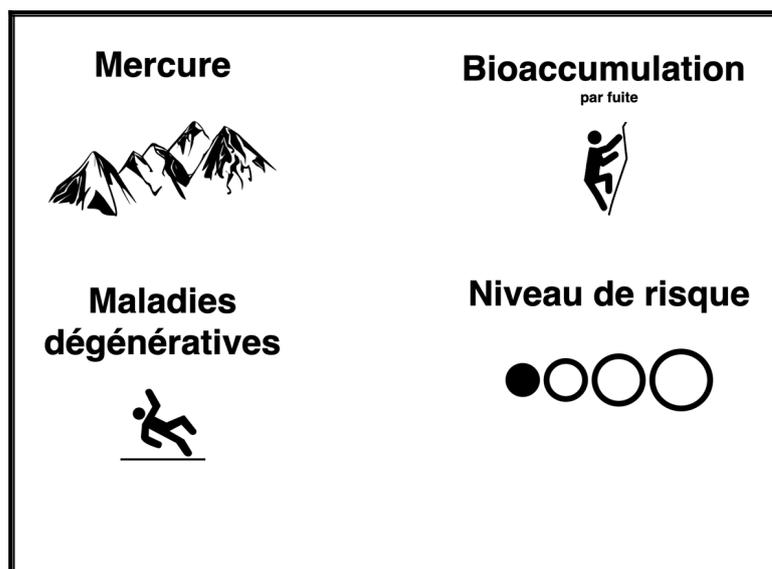
Dans le cadre de la mise en œuvre de ce règlement, la commission européenne a rendu le 17 août 2020 un avis à propos de l'élimination progressive du mercure dans les amalgames dentaires en Europe faisable avant 2030. En 2022, la Commission présentera au Parlement européen et au Conseil une proposition législative visant l'abandon progressif de l'utilisation des amalgames dentaires. (98,100)

### **III.B.1.e.7 Autres structures de santé**

La HCSP et la HAS ne mentionnent pas le mercure utilisé dans l'amalgame dentaire.

### **III.B.1.f Conclusion**

Le mercure a longtemps été sujet à controverse notamment pour sa toxicité lors de sa manipulation par la libération de vapeur (pose et dépose) créant une bioaccumulation et engendrant des maladies. Le consensus scientifique s'accorde à dire qu'une exposition aiguë ou chronique au mercure pouvait créer de nombreux désordres dans l'organisme (trouble neurologique, déséquilibre hormonal, etc.). Face à ce niveau de risque, les autorités ont été amenés à l'interdire progressivement dans le milieu dentaire.



## **III.B.2 Bisphénol A**

### **III.B.2.a Description**

Le bisphénol A (« BPA ») est un composé chimique utilisé comme monomère pour la synthèse de plastiques et de résines servant à la fabrication de nombreux

produits de la vie quotidienne (alimentaires et non alimentaires). Le BPA est un œstrogéno-mimétique, c'est-à-dire qu'il a la capacité de se fixer aux récepteurs alpha et bêta des œstrogènes. Il est un perturbateur endocrinien.

Un perturbateur endocrinien (PE) désigne, selon l'OMS, une substance chimique d'origine naturelle ou synthétique, étrangère à l'organisme et susceptible d'interférer avec le fonctionnement du système endocrinien, c'est-à-dire des cellules et organes impliqués dans la production des hormones et leur action sur les cellules « cibles » via des récepteurs. (101)

Le BPA a pour dénomination chimique : 4,4'-Isopropylidènediphénol. Il appartient à la famille des diphenylalcanes hydroxylés, ou bisphénols. Avant transformation, c'est un solide blanc peu odorant.

La principale source d'exposition au BPA est son ingestion, du fait de la migration du BPA de contenants en polycarbonate (biberon, récipient pour micro-ondes, équipement médicaux, ...) ou résines époxydes (tickets de caisse, conserve, cannette, ...) vers leurs contenus alimentaires (voir Figure 16) (92).



Figure 16: Produits contenant du BPA : biberons, tickets de caisse, composite dentaire (103–105)

### III.B.2.b Contexte

À la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, le BPA est étudié dans les années 1930 dans la recherche d'hormones de synthèse visant à limiter les avortements spontanés, mais mis de côté au profit du distilbène. Depuis quelques années, la communauté scientifique est animée

d'un débat sur les dangers liés à l'exposition à de faibles doses de BPA dans les produits de consommation courante. La principale cause de controverse concernant le BPA est liée à son effet perturbateur endocrinien et ses effets sur la reproduction (84). Sur le principe de précaution, de nombreuses marques surfent sur la tendance et proposent des produits sans BPA.

Nous pouvons retrouver un article du Monde de 2011 rédigé par Stéphane Foucart (voir Figure 17) où de nombreux conflits d'intérêt sont détaillés notamment: « au milieu des années 2000, pas moins de 115 études sur les effets des faibles doses de BPA sur des animaux de laboratoire avaient été publiées. Parmi elles, 104 avaient été financées par des fonds publics ou des universités, tandis que 11 avaient été commandées par des industriels. Parmi les premières, 94 études détectent des effets biologiques significatifs, 10 n'y parviennent pas. Quant aux travaux sponsorisés par l'industrie, aucun d'entre eux ne parvient à mettre en évidence le moindre effet » (85).

Les archives sont souvent impitoyables. Pour qui se plonge dans celles des revues scientifiques, l'affaire du bisphénol A (BPA) a tous les traits d'un scandale sanitaire mondial, potentiellement l'un des plus graves de la décennie écoulée.

Figure 17: Extrait d'un article de Stéphane Foucart dans *Le Monde* en 2011 (106)

En 1996, Olea et al. ont signalé une fuite importante de BPA des sealants dans la salive des patients, ce qui a entraîné des inquiétudes accrues quant à l'œstrogénicité potentielle des matériaux dentaires. (107)

### **III.B.2.c Consensus populaire**

Tableau 7: Consensus populaire du bisphénol A

- En tant que perturbateur endocrinien, son implication est notamment suspectée dans l'apparition de troubles de la reproduction, de l'obésité, du diabète, de dysfonctionnements thyroïdiens, et de cancers du sein ou de la prostate. (102)

### **III.B.2.d Consensus scientifique**

L'article de revue systématique choisi pour illustrer le consensus scientifique du BPA est intitulé « Bisphenol A in dental materials – existence, leakage and biological effects » de Lofroth et al. publié en 2019 par *Helyon*. (86). Ces objectifs étaient d'identifier si les matériaux d'obturation dentaire directe sont susceptibles de fuite de BPA et d'étudier si cette libération pourrait entraîner des effets néfastes sur la santé.

#### **– Méthode –**

Une recherche documentaire a été effectuée avec PubMed comme source principale, complétée par la suite par un suivi des références. 26 articles ont été inclus, dont 24 ont été utilisés pour le premier objectif (libération) et 2 pour le deuxième objectif (risques pour la santé).

#### **– Résultats –**

La majorité des études a montré une libération de BPA des matériaux dentaires en différentes quantités et à différents intervalles de temps. Les résultats ont montré une contradiction dans les résultats concernant le lien entre les matériaux dentaires et les effets néfastes sur la santé. Une étude examinée a montré une corrélation positive significative entre le BPA des restaurations en composite dentaire et les effets néfastes sur la santé. Les preuves ne sont pas suffisantes pour conclure à l'effet des fuites de BPA sur la santé. Les auteurs suggèrent l'usage d'un bain de bouche après la pose d'une résine composite pour éliminer les particules de BPA.

#### **– Conclusion –**

Il y a des fuites de BPA de certains matériaux dentaires, mais les niveaux critiques ne sont pas évidents. Il existe une contradiction entre les études *in vitro* et *in vivo* concernant les fuites de BPA et enfin, il y a un manque d'études étudiant l'association entre l'exposition au BPA et ses effets néfastes sur la santé humaine. Le chirurgien dentiste doit limiter les contacts du composite avec la peau ou les gants.

Il peut y avoir d'autres sources inconnues de BPA qui n'ont pas été incluses dans ces études. Sur cette base, on ne peut pas être sûr que notre exposition quotidienne soit significativement inférieure au DJT (Dose Journalière Tolérable). De ce fait, il est

important de limiter l'exposition aux sources de BPA, en particulier pour les groupes vulnérables, tels que les enfants et les femmes enceintes.

Il est nécessaire d'effectuer d'autres études sur le BPA et ses effets sur la santé.

### **III.B.2.e Consensus des structures de santé**

#### **III.B.2.e.1 CIRC**

Le BPA n'est pas listé parmi les substances cancérigènes du CIRC, et aucune étude ne permet d'affirmer un risque cancérigène chez l'homme

#### **III.B.2.e.2 EFSA**

L'EFSA a publié une réévaluation complète de l'exposition au BPA et de sa toxicité en janvier 2015 et proposé une réduction de la DJT de 50 µg à 4 µg/kg. Cette DJT a été fixée de façon provisoire et l'EFSA s'est engagée à réévaluer la toxicité du BPA lors de la parution des résultats d'une étude sur deux ans menée par le National Toxicology Program des États-Unis (programme Clarté-BPA). (108) Dans le projet de réévaluation en décembre 2021, le groupe d'experts de l'EFSA sur les matériaux en contact avec les aliments a établi une DJT de 0,04 ng /kg/jr (109).

#### **III.B.2.e.3 HAS**

Suite à un argumentaire publié en 2005 par la HAS : « Le seul effet indésirable documenté concerne une allergie à la résine, qui a cédé lors de la dépose du matériau de scellement. Le risque à court terme était donc qualifié « d'insignifiant ». Concernant la toxicité du matériau de scellement à base de résine par relargage de bisphénol A et son effet œstrogénique potentiel, l'American Dental Association (ADA) s'est positionnée en faveur de l'innocuité des matériaux de scellement à base de résine. En effet, l'étude de Fung *et al.* a montré que le bisphénol A n'était pas du tout absorbé ou seulement présent à l'état de traces indécélables dans la circulation générale. Une étude *in vitro* sur cultures cellulaires a montré que l'œstrogénicité du matériau de scellement à base de résine était liée au bisphénol dimétacrylate. Elle concluait donc à la nécessité de limiter l'emploi de ce composant, même si sa capacité à mimer les hormones naturelles était négligeable. Enfin, la méta-analyse de la collaboration Cochrane, qui avait pour objectif secondaire de vérifier l'absence d'effets délétères des scellements des sillons, n'a pas démontré l'augmentation d'événements indésirables».

La HAS ne déclare donc pas de contre indication à l'usage de résine contenant du bisphénol A.

### **III.B.2.f Anses**

A la demande du ministère chargé de la santé, l'Agence a mené depuis 2009 un travail d'expertise d'envergure sur une trentaine de substances identifiées comme reprotoxiques de catégorie 2 ou/et perturbateurs endocriniens pour la reproduction et la fertilité, incluant notamment le BPA. L'objectif prioritaire est la prévention des expositions des populations les plus sensibles (nourrissons, jeunes enfants et femmes enceintes ou allaitantes). Elle recommande une réduction de ces expositions, notamment par la substitution du BPA dans les matériaux au contact des denrées alimentaires.

L'Anses a proposé de classer le BPA comme toxique pour la reproduction pour l'homme (1B) et également de discuter un classement en catégorie 1, en fonction de la façon dont les incertitudes sur les données humaines sont interprétées. (110)

#### **III.B.2.f.1 Législation européenne**

La législation européenne a déterminé la limite de migration spécifique du BPA vers les denrées alimentaires qui sont à son contact. Cette limite conditionne la fabrication de matériaux en contact avec les aliments. Elle a été abaissée en 2004 de 3 mg/kg de matière à 0,6 mg/kg (directive n°2004/19/CE) (102)

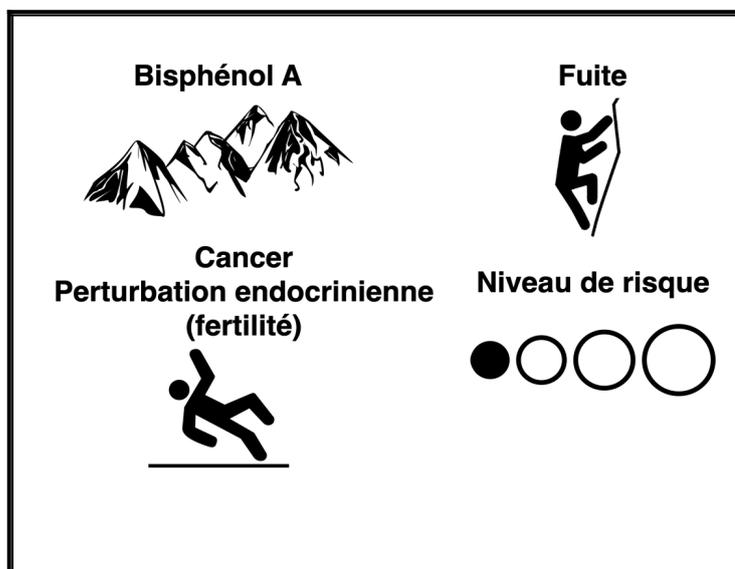
L'Union européenne (UE) est à l'origine d'un classement CMR de substances, et de plusieurs normes à valeur réglementaire en France. Selon le règlement CLP (Classification, Labelling and Packaging, règlement CE n°1272/2002), le BPA est actuellement classé CMR de catégorie 2 pour la reproduction, c'est-à-dire « susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus ».

Suite aux conclusions de l'ANSES, le Parlement a adopté en décembre 2012 une loi visant à la suspension de la fabrication, de l'importation, de l'exportation et de la mise sur le marché de tout conditionnement à vocation alimentaire contenant du BPA. Ainsi, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2015, il est interdit dans les biberons et autres contenants

alimentaires. Cette législation devrait conduire à une baisse très significative du niveau d'exposition au bisphénol A par voie alimentaire. (110)

### **III.B.2.g Synthèse**

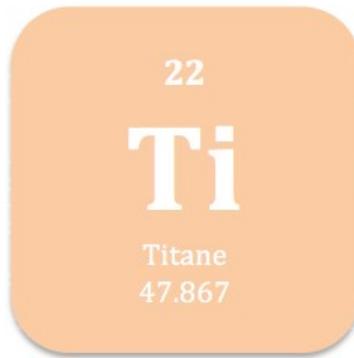
La controverse du bisphénol A réside dans son potentiel de perturbateur endocrinien. À ce jour, selon les articles scientifiques étudiés, aucun effet cancérigène du BPA n'a été démontré chez l'homme. Les résultats des études récentes préconisent la prévention des expositions des populations les plus sensibles : nourrissons, jeunes enfants, femmes enceintes et allaitantes. Nous sommes donc dans un **principe de précaution** (76). Les autorités de santé n'émettent pas de contre indication à son utilisation dentaire, juste principe de précaution et dose limite en cas d'ingestion que l'on retrouve dans certains composants plastiques (biberons).



### **III.B.3 Titane**

#### **III.B.3.a Description**

Le **titane** est l'élément chimique de numéro atomique 22, de symbole Ti (voir Figure 18).



*Figure 18 : Symbole du titane (réalisation personnelle)*

Le titane appartient au groupe 4 du tableau périodique (groupe du titane) avec le zirconium (Zr), le hafnium (Hf) et le rutherfordium (Rf), c'est un métal de transition. On trouve cet élément dans de nombreux minerais mais ses principales sources sont le rutile et l'anatase.

Le corps pur titane est un métal léger, résistant, d'aspect blanc métallique, qui résiste à la corrosion. Il est principalement utilisé dans les alliages légers et résistants, et son oxyde est utilisé comme pigment blanc. Les propriétés industriellement intéressantes du titane sont sa résistance à la corrosion, souvent associée à la résistance à l'érosion et au feu, la biocompatibilité, mais aussi ses propriétés mécaniques (résistance, ductilité, fatigue, etc.) qui permettent notamment de façonner des pièces fines et légères comme les articles de sport, mais aussi des prothèses orthopédiques ou des implants dentaires (voir Figure 19).



*Figure 19: Image radiologique d'un implant et sa couronne mis en bouche (111)*

### **III.B.3.b Contexte**

Nous retrouvons de nouveaux articles parus dans le Magazine alternative santé en 2020 avec des phrases plutôt inquiétantes telles que « Depuis quelques années, et sans que le grand public en soit informé, une nouvelle pathologie inquiète les chirurgiens-dentistes en particulier : la « péri-implantite » (voir figure 20) (112)

fiable à 100%! Ah oui? Tellement fiable que les arracheurs de dents finissent par s'arracher les cheveux. Pensez! Ce n'est qu'au bout de 5 à 10 ans après l'implantation de titane dans la gencive que les dentistes, abasourdis, découvrent l'étendue des dégâts.

Figure 20: Extrait d'article Alternative Santé

Cela laisse planer le doute d'une éventuelle escroquerie sur les implants dentaires. Des propos assez provocateurs sont utilisés par un site web de tourisme dentaire en Colombie tel que « Un point de vue « positif » » des implants dentaires pour mieux manipuler les gens » (113).

### **III.B.3.c Consensus populaire**

Tableau 8: Consensus populaire du titane

- L'implant en titane a fait apparaître une nouvelle infection appelée péri-implantite. Il entraîne aussi des problèmes de corrosion (« tribo-corrosion ») qui relargue de particules de titane et cause des allergies, réactions cutanées, inflammations. (114)
- l'une des préoccupations est l'allergie qui pourrait entraîner non seulement une défaillance des implants dentaires, mais également des symptômes systémiques, tels que des symptômes pseudo-grippaux et un sentiment général de mauvaise santé. (113)

### **III.B.3.d Consensus scientifique**

L'article sélectionné pour illustrer le consensus scientifique du titane est une scoping review<sup>12</sup> intitulé « Allergies to Titanium Dental Implants: What Do We Really Know about Them? A Scoping Review » de Comino-Garayoa et al. publié dans *Biology*

12 Les scoping reviews démontrent un niveau de complexité à mi-chemin entre les revues narratives et les revues systématiques. Elles établissent l'étendue de la recherche effectuée dans un domaine ou sur un sujet spécifique, et recensent souvent les organisations, individus et publications pertinents à ce domaine, tout en identifiant les écarts de savoirs. (115)

en 2020 (116). Il a pour objectif de décrire l'état actuel des connaissances et de la compréhension des allergies aux implants dentaires en titane.

#### **– Méthode –**

Une recherche a été effectuée dans cinq bases de données complétée par des recherches manuelles et dans la littérature grise. 52 articles pertinents ont été inclus pour examen final.

#### **– Résultats –**

Le titane peut entraîner un processus dit de tribo-corrosion qui libère des ions titanes dans les tissus environnants, ce qui peut déclencher une cascade de réactions, localisées ou à distance, voire des réactions systémiques. Les allergies au titane sont rares mais représentent une possibilité réelle à ne pas négliger chez les patients nécessitant une réhabilitation prothétique avec implants dentaires. L'allergie peut déclencher une série de symptômes. Les patients qui ont déjà été diagnostiqués allergiques à d'autres métaux seront plus prédisposés à souffrir d'une allergie au titane.

Dès les premiers jours de la dentisterie implantaire, le titane a été considéré comme le matériau de référence pour la fabrication d'implants dentaires en raison de son excellente biocompatibilité, résistance et capacité d'ostéointégration, cette dernière étant une exigence clé pour la stabilité à long terme de l'implant. De plus, la recherche a démontré que les implants en titane offrent un taux de réussite de l'ordre de 92,5% à 96,4% et un taux de survie de 94,7% à 99,4% sur des périodes d'observation d'au moins cinq ans

La plupart des chercheurs s'accordent à dire que le titane est le métal le moins allergique parmi les matériaux de choix à des fins biologiques. Néanmoins, la littérature inclut des rapports de cas isolés d'hypersensibilité liés au titane et/ou aux composants chimiques des alliages de titane, une situation qui nécessite une enquête plus approfondie.

La réaction allergique au métal fait suite à la présence d'ions issus de la corrosion des implants, qui peuvent être ingérés ou entrer en contact avec la peau ou les muqueuses. Ces ions, bien que non sensibilisants en eux-mêmes, peuvent former des

complexes en combinaison avec des protéines natives et agir comme des allergènes provoquant des réactions d'hypersensibilité.

Les chercheurs ont décrit diverses manifestations cliniques chez les patients allergiques au titane, notamment des épisodes d'urticaire, d'eczéma, d'œdème, des rougeurs et des démangeaisons de la peau ou des muqueuses, qui peuvent être localisées ou généralisées. Ils ont également été associés à des problèmes plus graves tels que la dermatite atopique, les troubles de cicatrisation osseuse, la douleur, la nécrose des tissus et l'affaiblissement des implants orthopédiques. Dans le domaine de la dentisterie implantaire, les manifestations cliniques comprennent l'apparition d'érythème facial, d'eczéma facial disséminé, de dermatose de contact, d'eczéma atopique, d'éruptions bulleuses et de tissu hyperplasique prolifératif, de tissu œdémateux ou de tissu non kératinisé.

#### **– Limites –**

La littérature comprend peu d'articles qui rapportent des cas d'hypersensibilité allergique aux implants dentaires en titane, et ceux qui existent décrivent des cas cliniques isolés. Une enquête plus approfondie est nécessaire afin de mesurer l'étendue réelle de ces allergies.

#### **– Conclusion –**

La littérature scientifique comporte très peu d'indications ou de consignes pour la prise en charge des patients subissant un processus d'hypersensibilité à un implant dentaire en titane. Chez les patients ayant des antécédents d'allergies aux métaux, il est conseillé de réaliser un test d'allergie au titane.

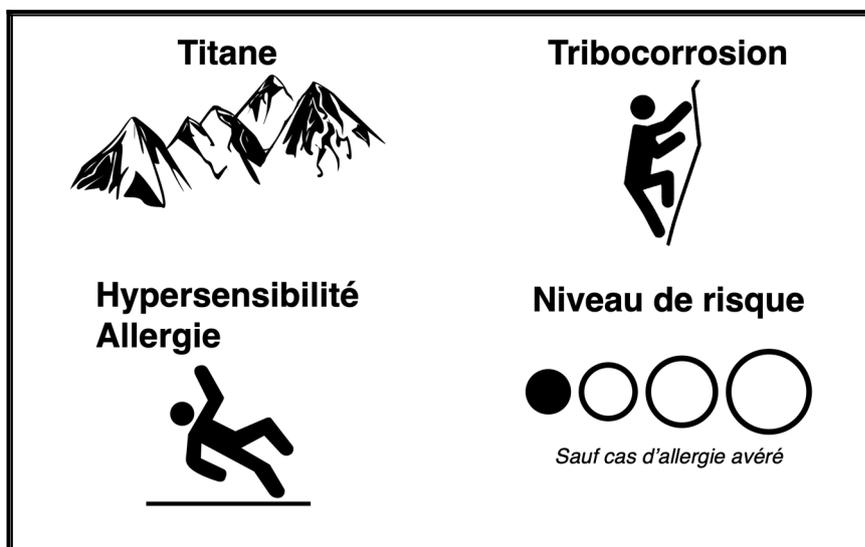
Nous pouvons conclure que les allergies au titane sont rares, bien qu'elles présentent une possibilité réelle à ne pas négliger lorsqu'il s'agit de traiter des patients nécessitant une réhabilitation prothétique avec des implants dentaires, car une allergie peut déclencher une gamme de symptômes. La littérature souligne un manque de standardisation dans la recherche sur l'allergie au titane. D'autres études sont nécessaires avec des protocoles, des tailles d'échantillons et des périodes de suivi adéquates, qui permettraient d'obtenir des résultats plus clairs et plus fiables.

### III.B.3.e Consensus des structures de santé

Des informations ont été recherchées dans diverses structures de santé tel que le CIRC, la HCSP, la HAS, l'ANSM mais rien n'a été trouvé concernant le titane en utilisation implantaire. Seul le dioxyde de titane est mentionné à ce jour.

### III.B.3.f Synthèse

Les controverses du titane naissent de la peur de l'infection surtout de l'implant au titane (péri-implantite) ou l'apparition d'hypersensibilité ou allergie face à ce matériau. La littérature scientifique étudiée s'accorde à dire qu'il existe des cas d'allergie rare mais que ça reste à ce jour, un matériau **biocompatible**. Au niveau des autorités de santé, il existe à ce jour peu de renseignements concernant le titane. Nous retrouvons surtout des décisions concernant le dioxyde de titane.



# IV Les pratiques controversées en dentisterie

## IV.A Radiographie dentaire

### IV.A.1 Description

La radiographie est l'émission de rayon X (RX) à travers un objet sur une plaque photosensible qui permet d'obtenir une image en 2D ou 3D de l'objet étudié. Les RX sont des ondes électromagnétiques invisibles, pénétrantes, caractérisées par leur longueur d'onde. Les RX sont produits par des changements d'orbite d'électrons provenant des couches électroniques internes des atomes.

Il existe plusieurs types de radiographies en dentisterie qui soumet l'individu à différentes doses de radiation (117):

Les différents radiographies dentaires	Doses
Les clichés intraoraux : - rétroalvéolaire (RA) - rétrocoronaire (RC) - mordus occlusaux	1 à 8 $\mu\text{Sv}^{13}$
Panoramique dentaire (voir Figure 21)	4 à 30 $\mu\text{Sv}$
CBCT (Cône Beam Computed Tomography)	75 à 100 $\mu\text{Sv}$ (118)
Téléradiographies cranio-facial	2 à 3 $\mu\text{Sv}$



Figure 21: Exemple d'une radiographie panoramique dentaire (119)

<sup>13</sup> Le sievert (Sv) permet d'évaluer l'impact du rayonnement sur la matière vivante. Il sert à quantifier le risque lié à une exposition à des rayonnements ionisants.(111)

## IV.A.2 Contexte

Fin janvier 2004, une étude anglaise chiffrait le risque de cancer induit par les rayons X utilisés en imagerie médicale. Selon les auteurs, les radios et autres scanners seraient responsables en Angleterre de 0,6 % des cancers chez les personnes de 75 ans. Un risque faible mais qui ramené à la population anglaise équivaut à 700 cas. (120)

Ainsi, selon les détracteurs du dépistage du cancer du sein par mammographie, cet examen, du fait de sa fréquence, soumettrait les patientes à une exposition dangereuse aux rayonnements ionisants ; il serait donc susceptible de causer plus de cancers qu'il ne sauverait de vies. De plus, le dépistage systématique s'accompagnerait d'un surdiagnostic, entraînant une prise en charge inutile de femmes en bonne santé. Le rapport bénéfice/risque de ce type de dépistage serait donc défavorable. Certaines études, dont la plus récente est parue dans le *British Journal of Medicine and Medical Research* en septembre 2012, mettent, en effet, en évidence le risque accru de développer un cancer du sein à la suite d'une exposition aux rayonnements ionisants des appareils d'imagerie médicale. Toutefois, ces observations ne sont pas réellement significatives, car elles concernent un échantillon très réduit de femmes, porteuses, qui plus est, des gènes BRCA 1 ou 2, qui favorisent l'apparition de cancers. Le risque d'avoir un cancer du sein augmenterait de 43 % chez ces patientes lorsqu'elles ont été, de surcroît, exposées à des rayonnements, lors de diagnostics ou de dépistages, entre 20 et 29 ans (121).

## IV.A.3 Consensus populaire

*Tableau 9: Consensus populaire de la radiographie*

Dans les articles, on retrouve beaucoup des inquiétudes sur le risque d'apparition de cancer suite à l'utilisation de rayon X lors de radiographies ainsi que l'utilisation chez les enfants et les femmes enceintes notamment sur les éventuelles effets tératogènes<sup>14</sup>. (120,122)

## IV.A.4 Consensus scientifique

Le consensus scientifique peut être illustré par les décisions de l'IRSN qui s'appuie sur les études scientifiques publiées. Il n'existe pas d'articles de revues systématiques ou de méta analyses dans nos critères de sélection permettant de mettre

---

<sup>14</sup> Selon le dictionnaire médicale de l'académie national de médecine, tératogène est la capacité de provoquer une malformation embryonnaire par perturbation de l'organogenèse.

en évidence les potentiels dangers de la radiologie dans la pratique dentaire. L'utilisation de la radiographie étant admise depuis plusieurs décennies. Néanmoins, nous retrouvons des articles sur l'incidence que pourrait avoir les RX sur la femme enceinte, le fœtus, la thyroïde, les bonnes pratiques à adopter.

Nous avons tout de même relevé une étude cohorte rétrospective intitulée « Predicting Cancer Risks from Dental Computed Tomography » de Wu et al. publié au Journal of Dental Research en 2015 qui stipule que même si les estimations du risque attribuable à la vie (LAR) de l'incidence du cancer associé à la dose de rayonnement provenant des scanners dentaires restent relativement faibles pour toutes les catégories d'âge de patients mais tous les patients qui subissent des scanners dentaires doivent être protégés autant que possible contre les rayonnements selon le principe « aussi bas que raisonnablement possible » (98).

#### **IV.A.5 Consensus des structures de santé**

##### **IV.A.5.a OMS**

En 1965, le comité OMS d'experts des radiations publie un cinquième rapport sur la santé publique et l'emploi des rayonnements en médecine et stipule: « Compte tenu de la valeur diagnostique et thérapeutique de ces méthodes, les risques ont été jugé faible à condition que les travaux radiologiques soient exécutés avec les précautions indiquées ». Ils énumèrent aussi un grand nombre de recommandations. (124)

##### **IV.A.5.b HAS**

La HAS a publié un guide des indications et des procédures des examens radiologiques en odontologie (100).

##### **IV.A.5.c IRSN**

L'IRSN qualifie les radiographies dentaires comme des radiographies à faibles doses de radiation. Il stipule la nécessité de respecter certains principes. Le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable) est un principe selon lequel il est nécessaire de maintenir une exposition aussi basse qu'il est raisonnablement possible. (93).

L'utilisation des radiographies dentaires doit respecter aussi différentes règles : optimisation, justification et limitation.

La justification de la radiographie est de savoir si un autre système d'imagerie ou une évaluation clinique permettrait de réduire ou éviter la dose. Son optimisation est le fait de choisir la dose la plus faible permettant d'assurer une qualité d'image radiologique suffisante. La limitation consiste à imposer une dose limite des doses reçues fixées par voie réglementaire (113,114).

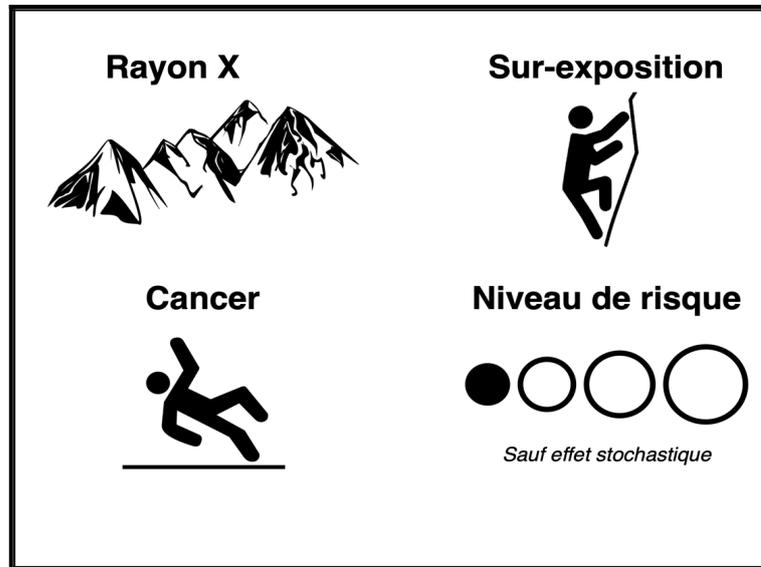
Avec des équipements et des procédures correctement dimensionnés et optimisés, l'utilisation de tabliers plombés pour le patient n'est pas justifiée en radiologie dentaire. Le tablier peut apporter une protection dans le cadre de la réalisation d'un cliché occlusal, surtout si une grossesse est possible d'autant plus qu'il ne nuit pas à la qualité de l'examen. D'un autre côté l'utilisation du tablier rassure les patients qui ont le sentiment que tout est fait pour leur sécurité, d'où un gain de temps pour les explications. Il n'y a donc pas lieu de refuser le port d'un tablier à un patient qui le demande. Le protège thyroïde est préconisé pour les examens où la thyroïde est dans le faisceau direct. Des tabliers plombés doivent être fournis aux personnes assistant le patient durant l'examen, et celles-ci doivent se positionner de telle sorte qu'aucune partie de leur corps ne soit dans le faisceau direct (93).

#### ***IV.A.5.d Autres structures de santé***

Nous ne retrouvons pas d'autres renseignements dans d'autres structures de santé. L'ANSM mentionne surtout la radiographie en terme d'installation radiologique et non de radiographie dentaire.

#### **IV.A.6 Synthèse**

Les radiographies sont sujettes à controverse notamment dans l'utilisation de rayons X et leur effet cancérigène. Ce sujet ayant été longuement étudié et a amené à la création de l'IRSN qui a établi de nombreuses recommandations quant à leur utilisation. Leur utilisation dans le milieu dentaire n'est pas contre indiquée mais encadrée et diverses précautions sont à prendre.



## IV.B Traitement endodontique

### IV.B.1 Description

Un traitement endodontique est le traitement de la pulpe et du péri-apex permettant de transformer une dent symptomatique en une entité asymptomatique et fonctionnelle sur arcade (129). Il peut être aussi réalisé à but préventif en vue d'une réhabilitation prothétique. Ce traitement est communément appelé « dévitalisation ».

Elle peut nécessiter plusieurs séances et se compose de plusieurs étapes (130) (voir Figure 22) :

- anesthésie
- reconstitution pré endodontique
- champ opératoire
- cavité d'accès
- cathétérisme
- mise en forme canalaire
- irrigation (hypochlorite de sodium, EDTA)
- assèchement
- obturation (souvent à la gutta percha)
- reconstitution coronaire

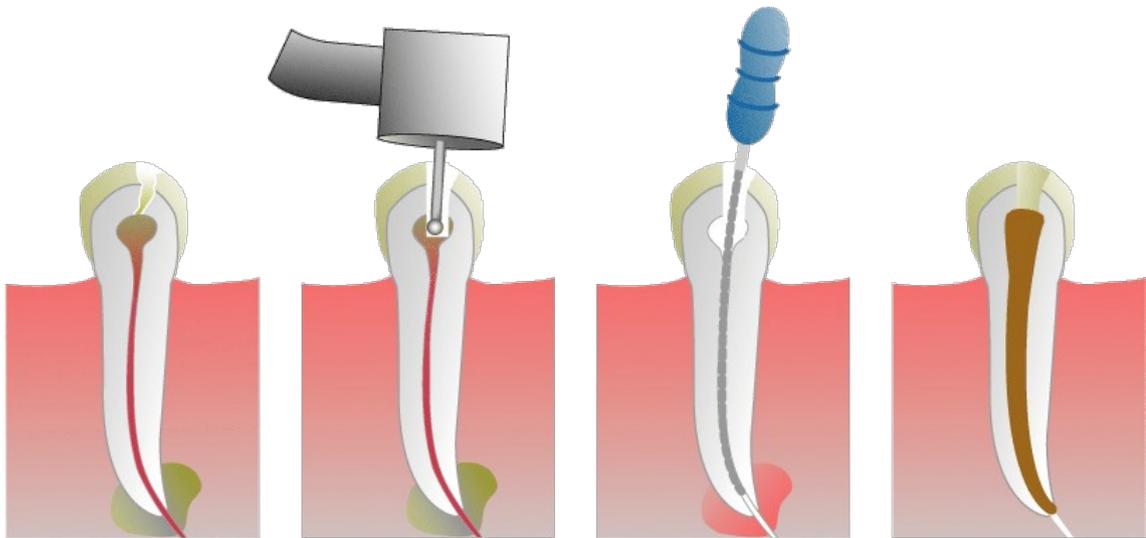


Figure 22: Image illustrant la réalisation d'un traitement endodontique simplifié

### IV.B.2 Contexte

En France la question est apparue en 2004 dans le rapport remis par Corinne Lepage, alors ex-ministre de la santé qui préconisait l'extraction des dents dévitalisées dans un but thérapeutique. Rapidement contesté par l'ordre des dentistes, ces derniers iront jusqu'en justice pour faire retirer ce texte. L'ancienne ministre qualifiera ce procès de « Chasse aux sorcières organisée par un tribu protégeant ses privilèges ». Bien que plusieurs études semblent valider la thèse des « anti-dévitalisations », ils perdront leur procès et un chirurgien-dentiste se verra retirer son droit d'exercer. (131)

Au niveau international, un documentaire controversé a été diffusé sur Netflix, réalisé et produit par Frazer Bailey en 2018 (voir Figure 23). Le documentaire intitulé « Root Cause » (voir Figure 20) relate l'expérience d'un homme ayant subi un traitement canalaire et l'histoire de maladies chroniques qu'il affirme avoir développées et qu'il attribue directement au traitement.

Ces informations se fondent sur les recherches menées sur les infections focales par le Dr Weston Price dans les années 1930. Ces recherches suggèrent que les bactéries emprisonnées dans les tubuli dentinaires, y sont toujours présentes après un traitement de canal, ce qui serait à la source de presque tous les types de maladies dégénératives, (maladies rénales, maladies cardiaques, rhumatisme articulaire aigu, sclérose en plaques). En se fondant sur ces recherches, il recommande aux patients atteints de ces

maladies d'évaluer la possibilité de faire extraire toutes leurs dents dévitalisées et d'envisager un bridge collé ou implant zircone.

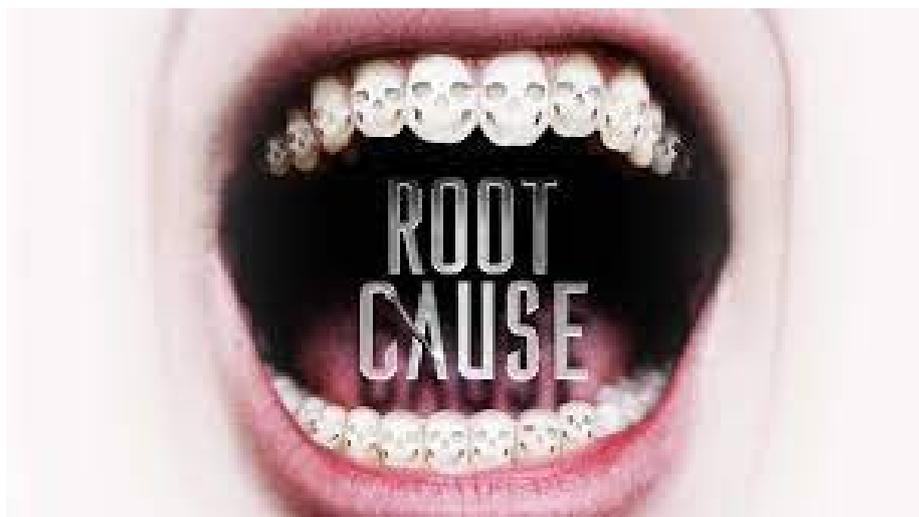


Figure 23: Affiche du documentaire *Root Cause* diffusé sur Netflix (132)

### IV.B.3 Consensus populaire

Tableau 10: *Consensus populaire du traitement endodontique*

- Des patientes ayant un cancer du sein ont une dent dévitalisée du même côté que leur cancer et les patients ayant un cancer ont au moins une dent dévitalisée;
- Bale-Donneen<sup>15</sup> n'approuve pas les traitements endodontiques car source d'infections ;
- La plupart des maladies chroniques commencent par des problèmes d'infections et des toxines buccales. Dr Weston Price (un dentiste et un nutritionniste américain des années 1900, dirigeant de la section de recherche de l'American Dental Association de 1914 à 1923 mais a été plus tard marginalisé par cette association pour ses positions sur l'endodontie) stipule qu'une dent dévitalisée peut être la cause de presque toutes les maladies chroniques ;

15 Présenté comme principale autorité en matière de prévention cardiovasculaire aux USA par le documentaire « Root Canal ». En réalité, Bale-Donneen est un couple de scientifiques ayant mis au point une méthode: La méthode Bale-Donneen qui est un protocole d'évaluation et de traitement des risques visant à prévenir les crises cardiaques et les accidents vasculaires cérébraux. La méthode vise également à prévenir ou à réduire les effets du diabète de type 2

- Aucune spécialité en médecine ne conserve un corps mort ;
- Le documentaire « Root Cause » mentionne d'autres pratiques telle que les méridiens, la dentisterie holistique avec le Dr Hal. A. Huggins. (133). Le Dr Huggins est un chirurgien-dentiste des années 70-80' qui a été l'un des premiers à adopter le concept de médecine intégrative et il est considéré comme le grand-père du mouvement dentaire holistique. (134)

#### **IV.B.4 Consensus scientifique**

Cette controverse est peu connue, nous ne retrouvons pas d'articles scientifiques pouvant illustrer cette partie. Nous retrouvons néanmoins une réponse de la communauté scientifique suite à la diffusion du documentaire « *Root Cause* ». L'American Association of Endodontists (AAE), American Dental Association (ADA) et American Association of Dental Research (AADR) ont écrit une lettre ouverte aux dirigeants de Netflix, Amazon, Apple et Vimeo en janvier 2019 où ils y expliquent leur réticence quant à l'hébergement de ce documentaire sur leur plateforme. Selon eux, ce documentaire exploite la peur du patient face aux cancers pour faire véhiculer des idées non soutenues par preuve médicale.

Ils stipulent que les prémisses sur lesquelles le film est basé, remontent à des recherches menées dans les années 1920 qui ont ensuite été réfutées car les conditions d'origine des expériences étaient mal contrôlées et réalisées dans des environnements non stériles.

Ils rappellent aussi que le traitement endodontique élimine les bactéries d'une dent infectée, prévient la réinfection de la dent et préserve la dent naturelle. Le traitement endodontique est souvent la meilleure option pour un patient avec une dent infectée, permettant au patient de garder leur dent, continuer à manger et conserver leur sourire naturel.

## **IV.B.5 Consensus des structures de santé**

### **IV.B.5.a HAS**

La HAS a publié un rapport d'évaluation technologique sur les traitements endodontiques en septembre 2008. Ce rapport mentionne les indications et contre indications des traitements endodontiques et met en avant le taux de succès élevé. Il mentionne aussi les conséquences des infections périapicales. Il stipule que les infections endodontiques peuvent s'étendre au parodonte et entraîner des complications inflammatoires et infectieuses locales ou locorégionales (sinusite, trouble respiratoire).

Plusieurs théories se sont succédées sur les relations possibles entre les bactéries orales, leurs toxines et les maladies systémiques (cardiovasculaires, arthrite rhumatoïde, prothèses articulaires, fièvre générale inexplicée) ; des recherches complémentaires semblent nécessaires pour déterminer précisément les conséquences des infections endodontiques sur l'état général du patient.

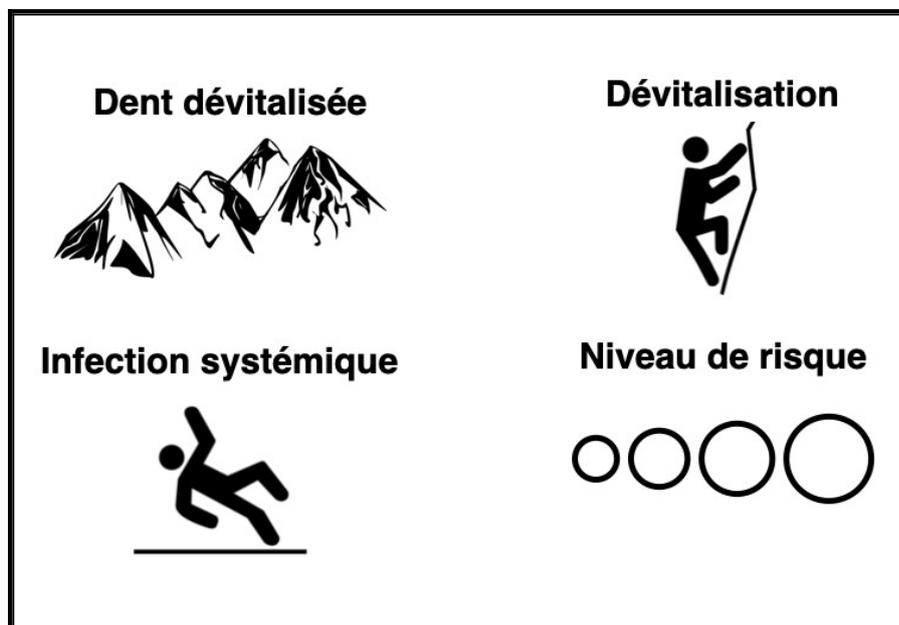
Toutefois, il est définitivement acquis que les patients atteints de maladie systémique doivent faire l'objet d'une vigilance accrue pour prévenir toute infection buccale pouvant générer de graves complications médicales. (129)

### **IV.B.5.b Autres structures de santé**

Nous ne retrouvons pas de renseignements dans d'autres structures de santé (OMS, HCSP, ANSM, LégiFrance). Cependant, l'Association américaine des endodontistes (AAE) et l'Académie canadienne d'endodontie continuent d'informer leurs membres et le grand public en soulignant qu'il n'existe aucune preuve moderne permettant d'affirmer que les dents traitées par endodontie servent de foyers d'infection. Un traitement endodontique réussi, qui utilise des techniques de pointe, demeure la meilleure stratégie pour obtenir une conclusion satisfaisante avec une élimination des contaminants et du substrat organique de l'ensemble du système de canaux radiculaires. La pratique de l'endodontie repose sur des preuves scientifiques qui ont évolué au fil des décennies (106).

## IV.B.6 Synthèse

Le traitement endodontique est un sujet de controverse peu répandu et est surtout popularisé aux Etats-Unis suite à la diffusion du documentaire « Root Cause » sur Netflix. Nous ne retrouvons pas de recommandations des autorités de santé.



## V Conclusion

La santé bucco-dentaire est le sujet de plusieurs controverses, dont certaines perdurent depuis plusieurs décennies alors que d'autres sont très récentes. Ces controverses sont amplifiées par la circulation d'informations peu factuelles sur Internet notamment les réseaux sociaux. De nombreux articles exploitent la méconnaissance du lecteur et la peur pour sa santé, amenant à une confusion auprès des patients en les poussant à questionner les pratiques courantes de la profession.

Les chirurgiens-dentistes sont ainsi amenés à être confrontés à ces controverses, en général en échangeant avec leurs patients. Ils ont un rôle à jouer dans l'information factuelle sur ces sujets. Il est donc important de connaître l'actualité des controverses naissantes, les données actuelles concernant celles-ci et le cadre législatif afin d'apporter une réponse objective aux patients. Il est plus que jamais nécessaire de réaliser la formation continue des praticiens, afin que ceux-ci raisonnent et travaillent selon ces données acquises de la science actuelle.

Nous avons découvert à travers cette thèse différents sujets de controverses mais celles-ci sont bien plus étendue. Certaines pratiques tels que le tourisme dentaire ou encore des pratiques plus marginalisées comme la pratique de la dentisterie holistique sont sujets à controverses.

## VI Table des figures

### Index des figures

Figure 1: Évolution des concentrations plasmatiques en fonction du temps, après une administration orale unique d'un médicament hypothétique (1).....	12
Figure 2 : Illustrations utilisées par le site officiel du canular du monoxyde de dihydrogène (MODH ou DHMO en anglais) (8).....	14
Figure 3: Schéma de l'Evidence-Based Dentistry (réalisation personnelle).....	15
Figure 4: Arbre décisionnel de sélection de l'article le plus pertinent.....	18
Figure 5 : Symbole du fluor (réalisation personnelle).....	25
Figure 6: Diagramme en barres représentant la quantité de fluor ingérée par jour par rapport à la quantité maximale à ne pas dépasser (réalisation personnelle).....	28
Figure 7: Extrait du documentaire "Fluor, un ami qui vous veut du mal" réalisé par Audrey Gloaguen et diffusé sur France 5 en 2016 (29).....	29
Figure 8: Sous-titres de l'article "Refermez vite ce tube de dentifrice au fluor" du site internet Alternative Santé (30).....	29
Figure 9: Produits pouvant contenir du dioxyde de titane (51–54).....	37
Figure 10: Symbole du cobalt (réalisation personnelle).....	43
Figure 11: Prothèse dentaire à armature métallique (stellite) (75).....	44
Figure 12 : Tweet de la FSDL du 20 février 2019 (78).....	45
Figure 13 : Symbole atomique du mercure (réalisation personnelle).....	52
Figure 14: Amalgame dentaire dans la cavité buccale (86).....	53
Figure 15: Grands titres d'un article de l'association "Non au mercure" (88).....	54
Figure 16: Produits contenant du BPA : biberons, tickets de caisse, composite dentaire (103–105).....	61
Figure 17: Extrait d'un article de Stéphane Foucart dans Le Monde en 2011 (106).....	62
Figure 18 : Symbole du titane (réalisation personnelle).....	67
Figure 19: Image radiologique d'un implant et sa couronne mis en bouche (111).....	67
Figure 20: Extrait d'article Alternative Santé.....	68
Figure 21: Exemple d'une radiographie panoramique dentaire (119).....	72
Figure 22: Image illustrant la réalisation d'un traitement endodontique simplifié.....	77
Figure 23: Affiche du documentaire Root Cause diffusé sur Netflix (132).....	78

## VII Index des tableaux

### Index des tableaux

Tableau 1: Les critères de classement des agents selon la force des preuves de cancérogénicité, tableau extrait du CIRC (6).....	21
Tableau 2: Tableau récapitulatif des différents types de fluor.....	27
Tableau 3: Consensus populaire sur le fluor.....	30
Tableau 4: Consensus populaire du dioxyde de titane.....	37
Tableau 5: Consensus populaire du cobalt.....	45
Tableau 6: Consensus populaire du mercure.....	54
Tableau 7: Consensus populaire du bisphénol A.....	62
Tableau 8: Consensus populaire du titane.....	68
Tableau 9: Consensus populaire de la radiographie.....	73
Tableau 10: Consensus populaire du traitement endodontique.....	78

## VIII Bibliographie

1. Le J. Biodisponibilité des médicaments - Pharmacologie clinique [Internet]. Édition professionnelle du Manuel MSD. 2020 [cité 15 févr 2022]. Disponible sur: <https://www.msdmanuals.com/fr/professional/pharmacologie-clinique/pharmacocin%C3%A9tique/biodisponibilit%C3%A9-des-m%C3%A9dicaments>
2. Paracelse. Tout est poison et rien n'est sans poison; la dose seule fait [...] [Internet]. 1538 [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.dicocitations.com/citations/citation-98117.php>
3. Nanosmile - Niveau de risque [Internet]. [cité 3 sept 2021]. Disponible sur: <http://www.nanosmile.org/index.php/fr/precautions/risques/niveau-de-risque>
4. HAS. Amélioration des pratiques et sécurité des soins [Internet]. France; 2012. 156 p. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-04/guide\\_gdr\\_pages65a220.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-04/guide_gdr_pages65a220.pdf)
5. Larousse Dictionnaire. Définitions : controverse [Internet]. [cité 17 févr 2021]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/controverse/18941>
6. Canular Du Monoxyde De Dihydrogène [Internet]. Dictionnaires et Encyclopédies sur « Academic ». [cité 1 avr 2022]. Disponible sur: <https://fr-academic.com/dic.nsf/frwiki/284723>
7. Monoxyde de dihydrogène - les faits [Internet]. [cité 1 avr 2022]. Disponible sur: <http://www.dhmo.org/translations/french/facts.html>
8. Dihydrogen Monoxide Research Division - dihydrogen monoxide info [Internet]. [cité 26 mai 2021]. Disponible sur: <http://www.dhmo.org/>
9. Ismail AI, Bader JD. Evidence-based dentistry in clinical practice. J Am Dent Assoc. janv 2004;135(1):78-83.
10. OMS. A propos de l'OMS [Internet]. WHO. [cité 24 mai 2021]. Disponible sur: <http://www.who.int/about/iarc/fr/>
11. Dictionnaire de l'Académie Nationale de Médecine [Internet]. [cité 5 avr 2022]. Disponible sur: <http://dictionnaire.academie-medecine.fr/search?titre=canc%C3%A9rog%C3%A8ne>
12. Département cancer environnement. Classification du CIRC [Internet]. 2020 [cité 17 févr 2021]. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/478-Classification-des-substances-cancerogenes.ce.aspx>
13. CIRC. Monographies du CIRC sur l'identification des dangers cancérigènes pour l'Homme Questions-Réponses [Internet]. 2019. Disponible sur: [https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/QA\\_FR\\_2021.pdf](https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/QA_FR_2021.pdf)

14. Samet JM, Chiu WA, Coglianò V, Jinot J, Kriebel D, Lunn RM, et al. IARC Monographs Preamble – Preamble to the IARC Monographs. JNCI J Natl Cancer Inst. 1 janv 2019;112(1):30-7.
15. Haut Conseil de la Santé Publique [Internet]. [cité 23 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Hcsp>
16. HAS. La HAS en bref [Internet]. 2020 [cité 23 mai 2021]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_452559/fr/la-has-en-bref](https://www.has-sante.fr/jcms/c_452559/fr/la-has-en-bref)
17. ANSM. L'ANSM en bref [Internet]. 2020 [cité 23 mai 2021]. Disponible sur: <https://ansm.sante.fr/qui-sommes-nous/>
18. INRS. Qui sommes nous ? [Internet]. INRS - Santé et Sécurité au travail. 2017 [cité 12 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/inrs/identite.html>
19. IRSN. Présentation de l'institut de radioprotection et de sûreté nucléaire [Internet]. [cité 12 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.irsn.fr/FR/IRSN/presentation/Pages/Presentation.aspx#.YOWIOhMzZQI>
20. Fluorides [Internet]. Genève, Suisse; 2002 [cité 23 mai 2021]. Disponible sur: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc227.htm#3.0>
21. Arrêté du 14 mars 2007 relatif aux critères de qualité des eaux conditionnées, aux traitements et mentions d'étiquetage particuliers des eaux minérales naturelles et de source conditionnées ainsi que de l'eau minérale naturelle distribuée en buvette publique [Internet]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000274485/>
22. Belles-Isles JC, Chaussé K, Phaneuf D, Levallois P. Fluorures. INSPQ [Internet]. oct 2004 [cité 23 mai 2021]; Disponible sur: <https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/fluorures>
23. Anses. Evaluation des risques sanitaires liés au dépassement de la limite de qualité des fluorures dans les eaux destinées à la consommation humaine. In 2005.
24. Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology. ATC/DDD Index [Internet]. WHO Collaborating Centre For Drug Statistics Methodology. 2020 [cité 23 mai 2021]. Disponible sur: [https://www.whocc.no/atc\\_ddd\\_index/?code=A01AA&showdescription=no](https://www.whocc.no/atc_ddd_index/?code=A01AA&showdescription=no)
25. European Commission. Directorate General for Health and Consumers. Critical review of any new evidence on the hazard profile, health effects, and human exposure to fluoride and the fluoridating agents of drinking water. [Internet]. LU: Publications Office; 2010 [cité 21 mars 2021]. Disponible sur: <https://data.europa.eu/doi/10.2772/38897>
26. Ministère du travail, de l'emploi et de la santé. Fluor et santé bucco-dentaire : situation en France [Internet]. France; [cité 25 févr 2021]. Disponible sur: [https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Fluor\\_et\\_sante\\_bucco-dentaire\\_situation\\_en\\_France.pdf?TSPD\\_101\\_R0=087dc22938ab200020f8010bd1cd8b87670d4c9bf0eddc98f291953](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Fluor_et_sante_bucco-dentaire_situation_en_France.pdf?TSPD_101_R0=087dc22938ab200020f8010bd1cd8b87670d4c9bf0eddc98f291953)

d412d689bccea0ce0af455a1d08b8eb4ba41430006734614b795f2b4119e80650d8e347d3c8def92a834005074b7e20a886c5e188ace6110c387f412f900f92b5644989

27. Vidal. Le fluor et la prévention des caries [Internet]. Vidal. 2020 [cité 8 févr 2022]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/bouche-dents/carie/fluor.html>
28. Pulpe de vie. Quels sont les dangers du fluor dans le dentifrice? [Internet]. Pulpe de Vie. 2019 [cité 14 févr 2021]. Disponible sur: <https://www.pulpedevie.com/blog/coaching-soins-sur-mesure/le-fluor-est-il-dangereux-dans-le-dentifrice/>
29. Gloaguen A. Fluor, un ami qui vous veut du mal [Internet]. France 5; 2016. Disponible sur: <https://www.france.tv/documentaires/science-sante/16547-le-monde-en-face-fluor-un-ami-qui-vous-veut-du-mal.html>
30. Bacquet R. Refermez vite ce tube de dentifrice au fluor [Internet]. Alternatif Bien-Être. 2019 [cité 2 févr 2021]. Disponible sur: <https://alternatif-bien-etre.com/consommation/refermez-vite-ce-tube-de-dentifrice-au-fluor/>
31. Pizzo G, Piscopo MR, Pizzo I, Giuliana G. Community water fluoridation and caries prevention: a critical review. Clin Oral Investig. 31 juill 2007;11(3):189-93.
32. Krimksy S. Is fluoride really all that safe? Chemicals and engineering news. aout 2004;82(33):35-6.
33. Ko L, Thiessen KM. A critique of recent economic evaluations of community water fluoridation. Int J Occup Environ Health. 27 mars 2015;21(2):91-120.
34. Hileman B. Fluoride risks are still a challenge. 4 sept 2006;84(36):34-7.
35. lanutrition.fr. Le fluor inefficace pour la santé dentaire des enfants [Internet]. 2011 [cité 13 mars 2021]. Disponible sur: <https://www.lanutrition.fr/les-news/le-fluor-inefficace-pour-la-sante-dentaire-des-enfants>
36. Panne C. 7 ingrédients du dentifrice à éviter absolument! [Internet]. Santi-Shop S.A R.L. 2016 [cité 14 févr 2021]. Disponible sur: <https://www.santi-shop.eu/blog/sante-nutrition-1/post/7-ingredients-du-dentifrice-a-eviter-absolument-860>
37. Anglade C. La fluoration de l'eau préjudiciable au QI selon une étude controversée : le fluor est-il vraiment dangereux ? [Internet]. LCI. 2019 [cité 10 févr 2021]. Disponible sur: <https://www.lci.fr/bien-etre/la-fluoration-de-l-eau-prejudiciable-au-qi-selon-une-etude-controversee-le-fluor-est-il-vraiment-dangereux-pour-la-sante-2129943.html>
38. Bernichan J. « Fluor, un ami qui vous veut du mal »: les dangers de votre dentifrice [Internet]. LCI. 2016 [cité 14 févr 2021]. Disponible sur: <https://www.lci.fr/sante/fluor-un-ami-qui-vous-veut-du-mal-les-dangers-de-votre-dentifrice-1509185.html>
39. Pulpe de vie. Les 5 principales substances toxiques dans les dentifrices [Internet]. Pulpe de Vie. 2020 [cité 14 févr 2021]. Disponible sur:

<https://www.pulpedevie.com/blog/coaching-soins-sur-mesure/dentifrice-quelles-substances-sont-nocives/>

40. Borsa T. L'étude qui sème le doute sur les bienfaits de l'eau au fluor [Internet]. [www.pourquoidoctor.fr](http://www.pourquoidoctor.fr). 2019 [cité 14 févr 2021]. Disponible sur: <https://www.pourquoidoctor.fr/Articles/Question-d-actu/30022-L-etude-seme-doute-bienfaits-l-eau-fluor>
41. Lamothe F. Yves Ducharme et les «charlatans» anti-fluor [Internet]. *Le Droit*. 2010 [cité 10 févr 2021]. Disponible sur: <https://www.ledroit.com/opinions/votre-opinion/yves-ducharme-et-les-charlatans-anti-fluor-85bfd312e0b6a9b103bf24c3a6c02a3d>
42. OMS. Dix produits chimiques qui posent un problème majeur de santé publique [Internet]. WHO. World Health Organization; [cité 16 févr 2021]. Disponible sur: [http://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/chemicals\\_phc/fr/](http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/chemicals_phc/fr/)
43. CIRC. Agents classés par les monographies du CIRC – monographies du CIRC sur l'identification des dangers cancérigènes pour l'Homme [Internet]. [cité 17 févr 2021]. Disponible sur: <https://monographs.iarc.who.int/fr/agents-classes-par-les-monographies-du-circ/>
44. Conseil de l'union européenne. Journal officiel des communautés européennes directive 98/83/CE DU conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. 5 déc 1998;11.
45. Afssaps. Utilisation du fluor dans la prévention de la carie dentaire avant l'âge de 18 ans. oct 2008;22(4-5):235-40.
46. HAS. Recommandations en santé publique : Stratégies de prévention de la carie dentaire. HAS; 2010.
47. HAS. Stratégies de prévention de la carie dentaire [Internet]. Haute Autorité de Santé. 2010 [cité 17 févr 2021]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_991247/fr/strategies-de-prevention-de-la-carie-dentaire](https://www.has-sante.fr/jcms/c_991247/fr/strategies-de-prevention-de-la-carie-dentaire)
48. Ministère de la santé et de la solidarité. Journal officiel de la république française n° 0031. 6 févr 2007 [cité 23 mai 2021]; Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf?id=F6RHAJOqLGn1Buy02JV4uOwD-lQnj8EG78BD08U7ANE=>
49. Guillard A, Gaultier E, Cartier C, Devoille L, Noireaux J, Chevalier L, et al. Basal Ti level in the human placenta and meconium and evidence of a materno-foetal transfer of food-grade TiO<sub>2</sub> nanoparticles in an ex vivo placental perfusion model. *Part Fibre Toxicol*. déc 2020;17(1):51.
50. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Dioxyde de titane [Internet]. 2021 [cité 28 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/dioxyde-de-titane>

51. Cetojevik D. Dioxyde de titane, on peut déjà s'en passer [Internet]. Ma Santé. 2021 [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.bonasavoir.ch/930221-dioxyde-de-titane-on-peut-deja-sen-passer>
52. Le Telegramme. Feu vert de l'UE pour interdire le dioxyde de titane dans l'alimentation dès 2022 [Internet]. Le Telegramme. 2021 [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.letelegramme.fr/economie/feu-vert-de-l-ue-pour-interdire-le-dioxyde-de-titane-dans-l-alimentation-des-2022-08-10-2021-12843111.php>
53. Que choisir. Interdiction du dioxyde de titane – Coup de frein de l'Agence... [Internet]. 2021 [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.quechoisir.org/actualite-interdiction-du-dioxyde-de-titane-coup-de-frein-de-l-agence-europeenne-des-medicaments-n95840/>
54. Henry A. Votre dentifrice contient-il du dioxyde de titane ? - Top Santé [Internet]. 2019 [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.topsante.com/medecine/votre-sante-vous/sante-pratique/votre-dentifrice-contient-il-du-dioxyde-de-titane-631362>
55. La vérité sur les cosmétiques. Dioxyde de titane dans les cosmétiques, problématique ou inoffensif ? [Internet]. La Vérité sur les Cosmétiques. 2017 [cité 28 sept 2021]. Disponible sur: <https://blog.laveritesurlescosmetiques.com/dioxyde-de-titane-cosmetiques-controverse/>
56. Ministère de la transition écologique. Dioxyde de titane : l'additif E171 reste interdit dans les denrées alimentaires [Internet]. Ministère de la Transition écologique. 2022 [cité 8 févr 2022]. Disponible sur: <https://www.ecologie.gouv.fr/dioxyde-titane-ladditif-e171-reste-interdit-dans-denrees-alimentaires>
57. C.A. Le dioxyde de titane, un additif controversé, suspendu un an de plus dans l'alimentation [Internet]. LCI. 2020 [cité 28 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.lci.fr/sante/le-dioxyde-de-titane-un-additif-controverse-suspendu-pour-un-an-de-plus-dans-l-alimentation-2173721.html>
58. Agir pour l'environnement. Enquête inédite : 2/3 des dentifrices contiennent du dioxyde de titane ! [Internet]. Agir pour l'Environnement. 2019 [cité 2 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.agirpourenvironnement.org/communiqués-presse/enquete-inedite-23-des-dentifrices-contiennent-du-dioxyde-de-titane-31141>
59. Baranowska-Wójcik E, Szwajgier D, Oleszczuk P, Winiarska-Mieczan A. Effects of Titanium Dioxide Nanoparticles Exposure on Human Health - a Review. *Biol Trace Elem Res.* janv 2020;193(1):118-29.
60. Warheit DB, Donner EM. Risk assessment strategies for nanoscale and fine-sized titanium dioxide particles: Recognizing hazard and exposure issues. *Food Chem Toxicol.* 1 nov 2015;85:138-47.
61. Warheit DB, Hoke RA, Finlay C, Donner EM, Reed KL, Sayes CM. Development of a base set of toxicity tests using ultrafine TiO<sub>2</sub> particles as a component of nanoparticle risk management. *Toxicol Lett.* 10 juill 2007;171(3):99-110.

62. Hargreaves JA, Ingram GS, Wagg BJ. A Gravimetric Study of the Ingestion of Toothpaste by Children. *Caries Res.* 1972;6(3):237-43.
63. Weir A, Westerhoff P, Fabricius L, von Goetz N. Titanium Dioxide Nanoparticles in Food and Personal Care Products. *Environ Sci Technol.* 21 févr 2012;46(4):2242-50.
64. Salou S, Larivière D, Cirtiu CM, Fleury N. Quantification of titanium dioxide nanoparticles in human urine by single-particle ICP-MS. *Anal Bioanal Chem.* 29 oct 2020;413(1):171-81.
65. Afssaps. Recommandations relatives à l'utilisation des nanoparticules de dioxyde de titane et d'oxyde de zinc en tant que filtres ultraviolets dans les produits cosmétiques. 14 juin 2011;1.
66. Journal Officiel de la République Française. Arrêté du 17 avril 2019 portant suspension de la mise sur le marché des denrées contenant l'additif E 171 (dioxyde de titane - TiO<sub>2</sub>) [Internet]. avr 17, 2019. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038410047?r=v1pKGxVbGN>
67. Journal officiel de l'Union européenne. Annexe II du règlement CE 1333/2008. 16 juin 2008;
68. Official Journal of the European Union. Commission delegated regulation (EU) 2020/217 of 4 October 2019 amending, for the purposes of its adaptation to technical and scientific progress, Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council on classification, labelling and packaging of substances and mixtures and correcting that Regulation [Internet]. 2020 févr [cité 2 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.efsa.europa.eu/fr/news/titanium-dioxide-e171-no-longer-considered-safe-when-used-food-additive>
69. Règlement délégué (UE) 2020/217 de la Commission du 4 octobre 2019 [Internet]. OJ L oct 4, 2019. Disponible sur: [http://data.europa.eu/eli/reg\\_del/2020/217/oj/fra](http://data.europa.eu/eli/reg_del/2020/217/oj/fra)
70. Institut de Veille Sanitaire. Exposition de la population française aux substances chimiques de l'environnement. In 2011. p. 154.
71. Cobalt, propriétés chimiques, effets sur la santé et l'environnement [Internet]. Lenntech. [cité 11 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.lenntech.fr/periodique/elements/co.htm>
72. Bailly M. Cobalt et ses composés [Internet]. Cancer Environnement. 2018 [cité 12 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/515-Cobalt-et-ses-composes.ce.aspx>
73. Cobalt [Internet]. L'Élémentarium. [cité 11 juill 2021]. Disponible sur: <https://lelementarium.fr/element-fiche/cobalt/>
74. Beaufils S, Pierron P, Millet P. L'allergie aux alliages dentaires non précieux : données de la littérature et solutions actuelles. *Actual Odonto-Stomatol.* avr 2016; (275):5.

75. Lamboley G. Le stellite dentaire [Internet]. 2020 [cité 19 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.laboratoire-medident.fr/blog/le-stellite-dentaire-n119>
76. Les dents, la vie [Internet]. Association Les Dents La vie. [cité 11 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.lesdentslavie.org/>
77. Corrosion Galvanique [Internet]. [cité 19 avr 2022]. Disponible sur: [https://www.cdcorrosion.com/mode\\_corrosion/corrosion\\_galvanique.htm](https://www.cdcorrosion.com/mode_corrosion/corrosion_galvanique.htm)
78. Dole R. Publication Facebook : FSDL et cobalt [Internet]. Facebook. 2019 [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.facebook.com/651146855071645/photos/a.816475028538826/1089549211231405/>
79. Association les dents la vie. Dentisterie sans métal [Internet]. Les Dents La vie. [cité 11 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.lesdentslavie.org/dentisterie-sans-metal-1>
80. Wataha JC. Biocompatibility of dental casting alloys: A review. *J Prosthet Dent.* févr 2000;83(2):223-34.
81. Stenberg T. Release of cobalt from cobalt chromium alloy constructions in the oral cavity of man. *Scand J Dent Res.* déc 1982;90(6):472-9.
82. Kim JH, Gibb HJ, Howe P, Sheffer M. Cobalt and inorganic cobalt compounds. Geneva: World Health Organization; 2006. 88 p. (Concise international chemical assessment document).
83. HAS, Institut national du Cancer. La prise en charge du cancer du poumon. In: Guide patient - Affection longue durée [Internet]. France; 2010. p. 8. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-09/ald\\_30\\_gp\\_kpoumon.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-09/ald_30_gp_kpoumon.pdf)
84. ANSM. Évolution réglementaire impactant les dispositifs médicaux qui contiennent du cobalt [Internet]. 2021 [cité 14 déc 2021]. Disponible sur: <https://ansm.sante.fr/actualites/evolution-reglementaire-impactant-les-dispositifs-medicaux-qui-contiennent-du-cobalt>
85. Ministère de L'économie, des finances, et de l'industrie. Avis relatifs à l'homologation et à l'annulation de normes. *Journal officiel électronique authentifié* n°0062. 14/03/2007 éd. 14 mars 2007;112.
86. Focus amalgames dentaires [Internet]. UFSBD. [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.ufsbd.fr/espace-grand-public/votre-sante-bucco-dentaire/focus-amalgames-dentaires/>
87. Ma santé bucco-dentaire. Le mercure du plombage dentaire : dangereux ou pas ? [Internet]. Ma santé bucco-dentaire. 2021 [cité 15 août 2021]. Disponible sur: <https://www.lecourrierdudentiste.com/lepatient/vos-questions/le-mercure-du-plombage-dentaire-dangereux-ou-pas.html>

88. Non au mercure dentaire. Professions dentaires: Mercure = danger! [Internet]. [cité 15 août 2021]. Disponible sur:  
<https://www.non-au-mercure-dentaire.org/mercure.php>
89. Jégu S. Controverse autour des amalgames dentaires au mercure [Internet]. La Mutualité Française. 2010 [cité 15 août 2021]. Disponible sur:  
<https://www.mutualite.fr/actualites/Controverse-autour-des-amalgames-dentaires-au-mercure/>
90. La rédaction d'AlloDocteurs. Le mercure dentaire est-il dangereux pour la santé ? [Internet]. Allo docteurs. 2011 [cité 21 août 2021]. Disponible sur:  
[https://www.allodocteurs.fr/actualite-sante-le-mercure-dentaire-est-il-dangereux-pour-la-sante-\\_5101.html](https://www.allodocteurs.fr/actualite-sante-le-mercure-dentaire-est-il-dangereux-pour-la-sante-_5101.html)
91. Espace CSSCT. Profession dentaire et mercure [Internet]. 2013 [cité 14 nov 2021]. Disponible sur:  
<https://www.espace-cssct.fr/toutes-les-actualites-du-chsct/profession-dentaire-et-mercure>
92. Dentisterie sans métal [Internet]. Association Les Dents La vie. [cité 15 août 2021]. Disponible sur: <https://www.lesdentslavie.org/dentisterie-sans-metal-1>
93. Jirau-Colón H, González-Parrilla L, Martínez-Jiménez J, Adam W, Jiménez-Velez B. Rethinking the Dental Amalgam Dilemma: An Integrated Toxicological Approach. *Int J Environ Res Public Health*. 22 mars 2019;16(6):E1036.
94. Valentino M, Santarelli L, Pieragostini E, Soleo L, Mocchegiani E. In vitro inhibition of thymulin production in mercury-exposed thymus of young mice. *Sci Total Environ*. 10 avr 2001;270(1):109-12.
95. Farahat SA, Rashed LA, Zawilla NH, Farouk SM. Effect of occupational exposure to elemental mercury in the amalgam on thymulin hormone production among dental staff. *Toxicol Ind Health*. avr 2009;25(3):159-67.
96. Ertaş E, Aksoy A, Turla A, Karaarslan ES, Karaarslan B, Aydın A, et al. Human brain mercury levels related to exposure to amalgam fillings. *Hum Exp Toxicol*. août 2014;33(8):873-7.
97. OMS. Mercure et santé [Internet]. WHO. 2017 [cité 21 août 2021]. Disponible sur:  
<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>
98. Ordre National Chirurgien Dentiste. Amalgames dentaires utilisation gestion des déchets [Internet]. 2020 oct p. 3. Disponible sur:  
<https://docudent.fr/wp-content/uploads/2020/12/Amalgames-dentaires-utilisation-gestion-des-dechets-ONCD.pdf>
99. ANSM. Le mercure des amalgames dentaires : Recommandations, à l'attention des professionnels de santé, à respecter lors de l'utilisation des amalgames dentaires. déc 2014;4.
100. Commission européenne. Rapport de la commission au parlement européen et au conseil sur les réexamens requis en vertu de l'article 19, paragraphe 1, du règlement

(UE) 2017/852 relatif à l'utilisation de mercure dans les amalgames et les produits dentaires. Bruxelles; 2020 août p. 12.

101. Direction Générale de la Santé-Anne.M. Perturbateurs endocriniens [Internet]. Ministère des Solidarités et de la Santé. 2015 [cité 14 nov 2021]. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/article/perturbateurs-endocriniens>
102. Cancer et environnement. Bisphénol A et risque de cancer [Internet]. 2019 [cité 8 août 2021]. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/231-Bisphenol-A.ce.aspx>
103. Seghier C. Le Parlement veut interdire les biberons contenant du bisphénol A [Internet]. Actu-Environnement. Actu-environnement; 2010 [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.actu-environnement.com/ae/news/bisphenol-biberon-10532.php4>
104. Abdellatif S. Composite dentaire. In 2019 [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Composite\\_dentaire&oldid=171458288](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Composite_dentaire&oldid=171458288)
105. Boero A. Bientôt la fin des tickets de caisse ? (en dessous de 30 euros) [Internet]. Clubic.com. 2019 [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.clubic.com/pro/actualite-877378-fin-tickets-caisse-dessous-30.html>
106. Foucart S. Bisphénol A, les dessous d'un scandale sanitaire. Le Monde.fr [Internet]. 28 oct 2011 [cité 8 août 2021]; Disponible sur: [https://www.lemonde.fr/planete/article/2011/10/28/bisphenol-a-un-scandale-mondial\\_1595537\\_3244.html](https://www.lemonde.fr/planete/article/2011/10/28/bisphenol-a-un-scandale-mondial_1595537_3244.html)
107. Löfroth M, Ghasemimehr M, Falk A, Vult von Steyern P. Bisphenol A in dental materials – existence, leakage and biological effects. Heliyon. mai 2019;5(5):9.
108. EFSA - Autorité européenne de sécurité des aliments. Bisphénol A [Internet]. 2022 [cité 4 janv 2022]. Disponible sur: <https://www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/bisphenol>
109. EFSA. Bisphénol A : un projet d'avis de l'EFSA pour réduire la dose journalière tolérable | EFSA [Internet]. [cité 25 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.efsa.europa.eu/fr/news/bisphenol-efsa-draft-opinion-proposes-lowering-tolerable-daily-intake>
110. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Bisphénol A : Usages et effets sanitaires du bisphénol A (BPA) [Internet]. anses.fr. 2018 [cité 27 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/bisph%C3%A9nol>
111. IRSN. Quelle est la signification des unités de mesure de la radioactivité ? [Internet]. [cité 25 avr 2022]. Disponible sur: [https://www.irsn.fr/FR/connaissances/faq/Pages/Quelle\\_est\\_la\\_signification\\_des\\_unites\\_de\\_mesure.aspx](https://www.irsn.fr/FR/connaissances/faq/Pages/Quelle_est_la_signification_des_unites_de_mesure.aspx)

112. Talmont JB. Implants dentaires : le choc du titane. 18 juin 2020 [cité 11 août 2021]; Disponible sur: <https://www.alternativesante.fr/dents/implants-dentaires-le-choc-du-titane>
113. Lasante C. Implant dentaire en titane : Quels sont les dangers et les risques ? [Internet]. 2019 [cité 11 août 2021]. Disponible sur: <http://www.tourismedentairecolombie.com/implants/implant-dentaire-titane-dangers/>
114. BMC 1- 2019 [Internet]. calameo.com. [cité 11 août 2021]. Disponible sur: <https://www.calameo.com/read/004524024b583c9e336a4>
115. Examen de la portée (scoping review) [Internet]. Bibliothèques - Université de Montréal. [cité 25 avr 2022]. Disponible sur: <https://bib.umontreal.ca/evaluer-analyser-rediger/syntheses-connaissances/examen-portee>
116. Comino-Garayoa R, Cortés-Bretón Brinkmann J, Peláez J, López-Suárez C, Martínez-González JM, Suárez MJ. Allergies to Titanium Dental Implants: What Do We Really Know about Them? A Scoping Review. *Biology*. 18 nov 2020;9(11):E404.
117. IRSN. FAQ Radiologie dentaire [Internet]. [cité 13 janv 2022]. Disponible sur: [https://www.irsn.fr/FR/professionnels\\_sante/faq/Pages/faq\\_radiologie\\_dentaire.aspx#1](https://www.irsn.fr/FR/professionnels_sante/faq/Pages/faq_radiologie_dentaire.aspx#1)
118. HAS. Tomography volumique à faisceau conique de la face (Cone Beam Computerized Tomography) - Rapport d'évaluation technologique [Internet]. France; 2009 déc. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-12/rapport\\_cone\\_beam\\_version\\_finale\\_2009-12-28\\_17-27-28\\_610.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-12/rapport_cone_beam_version_finale_2009-12-28_17-27-28_610.pdf)
119. Gima. Votre radio dentaire panoramique dentaire par Gima [Internet]. Gima. [cité 6 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.angers-radiologie.fr/examen-radiologique/radio-dentaire/>
120. Bême D. Les radios responsables de milliers de cancers ? [Internet]. Doctissimo. 2017 [cité 25 oct 2021]. Disponible sur: [https://www.doctissimo.fr/html/sante/mag\\_2004/sem01/mag0409/sa\\_7604\\_radiologie\\_cancers.htm](https://www.doctissimo.fr/html/sante/mag_2004/sem01/mag0409/sa_7604_radiologie_cancers.htm)
121. Delfau V. Mieux être: scanner, radio, faut-il craindre les rayons X? [Internet]. Le Particulier. 2012 [cité 27 oct 2021]. Disponible sur: [https://leparticulier.lefigaro.fr/jcms/p1\\_1505113/mieux-etre-scanner-radio-faut-il-craindre-les-rayons-x](https://leparticulier.lefigaro.fr/jcms/p1_1505113/mieux-etre-scanner-radio-faut-il-craindre-les-rayons-x)
122. Silly Y. Grossesse : les vaccins et les radios sont-ils dangereux pour le fœtus ? [Internet]. PARENTS.fr. 2007 [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.parents.fr/grossesse/sante/medicaments-pendant-la-grossesse/grossesse-les-vaccins-et-les-radios-sont-ils-autorises-7551>
123. Wu TH, Lin WC, Chen WK, Chang YC, Hwang JJ. Predicting cancer risks from dental computed tomography. *J Dent Res*. janv 2015;94(1):27-35.

124. Comité de l’OMS d’expert des radiations. La santé publique et l’apport des rayonnement ionisant en médecine [Internet]. Genève, Suisse: OMS; 1965 p. 44. Report No.: 306. Disponible sur: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/37596/WHO\\_TRS\\_306\\_fre.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/37596/WHO_TRS_306_fre.pdf?sequence=1)
125. HAS. Guide des indications et des procédures des examens radiologiques en odontostomatologie. France: HAS; 2006 mai p. 109.
126. IRSN. Santé et radioprotection [Internet]. [cité 13 janv 2022]. Disponible sur: <https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Sante/Pages/Home.aspx>
127. IRSN. En pratique : l’exposition des patients lors d’examens radiologiques [Internet]. [cité 13 janv 2022]. Disponible sur: <https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Sante/accident-radioprotection-sante/normes-radioprotection/Pages/3-normes-exposition-patients.aspx?dId=48633a74-395c-44e3-a06c-b29b19c358fe&dwId=559f896d-8440-436d-9ade-bb23269425d4#.YeAzWr3MJQI>
128. IRSN. Les principes généraux de la protection contre les rayonnements ionisants et leurs modalités d’application.
129. HAS. Traitement endodontique : rapport d’évaluation technologique. France; 2008 sept p. 66.
130. Le fil dentaire. Les 3 étapes d’un traitement endodontique réussi [Internet]. 2018 [cité 13 janv 2022]. Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/clinique/endodontie/les-trois-etapes-d-un-traitement-endodontique-reussi/>
131. Jerome C. Le danger des dents dévitalisé, le sujet dérange [Internet]. [cité 11 juill 2021]. Disponible sur: <https://anveli.dental/articles/devitalisation/>
132. Kopp J. Documentary linking root canals to cancer drilled by dentists, yanked by Netflix [Internet]. PhillyVoice. 2019 [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.phillyvoice.com/dental-groups-blast-root-canal-documentary-pulled-netflix-junk-science-root-cause-film-cancer-heart-disease/>
133. Frazer B. Root Cause [Internet]. USA: Netflix; 2018. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=49A26TQCo84>
134. Woods JO. Dr Hal Alan Huggins, Noted Dental Pioneer, Passes Away. Integr Med Clin J. févr 2015;14(1):14-5.
135. Glassman G, Watson I. Le film Root Cause diffusé sur Netflix : Combattre les mythes par la réalité scientifique [Internet]. 2019 [cité 22 août 2021]. Disponible sur: <https://www.fr.dentalcorp.ca/site/blog/2019/03/30/le-film-root-cause-diffus-sur-netflix--combattre-les-mythes-par-la-ralit-scientifique>

Controverses sur les matériaux et pratiques dentaires / **Clara Guilbert.** -  
p. 102 : ill. 23 ; réf. 135.

**Domaines** : Déontologie et législation

**Mots clés Libres** : Controverses dentaires, fluor, bisphénol A, traitement endodontique, radiographie, mercure, cobalt, dioxyde de titane, titane

### Résumé de la thèse en français

Avec l'essor d'internet, nous sommes confrontés à une multitude d'informations. Des controverses naissent et de fausses informations circulent sans vérification de la véracité des sources. Il est important pour le chirurgien dentiste de les connaître afin de mieux répondre aux éventuelles interrogations des patients soucieux de leur santé. Cette thèse a pour but d'éclaircir les controverses sur les matériaux et pratiques dentaires pour apporter aux lecteurs (professionnel de santé ou non) des réponses sur le plan scientifique, législatif. Nous retrouverons le fluor, le cobalt, le bisphénol A, le mercure, le dioxyde de titane, le titane, la radiographie ainsi que le traitement endodontique. Il est donc important de se tenir informé des nouvelles controverses naissantes afin de fournir aux patients une réponse objective à ses interrogations.

**JURY :**

**Président** : Pr Caroline DELFOSSE

**Asseseurs** : Dr Maxime BEDEZ

Dr Céline Catteau

Dr Lieven Robberecht

