

UNIVERSITE DE LILLE

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2024

N° :

THÈSE POUR LE

DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 2 avril 2024

Par DUYCK Ninon

Née le 13 juin 1998 à Lille – France

**Fluor : entre controverses et recommandations, réalisation
d'une plaquette informative à l'usage des parents**

JURY

Président : Madame le Professeur Caroline DELFOSSE

Assesseurs : Monsieur le Docteur Thomas TRENTESAUX

Monsieur le Docteur Maxime BEDEZ

Madame le Docteur Margaux FAUQUEUX



Président de l'Université	: Pr. R. BORDET
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	: N. RICHARD
Responsable de la Scolarité	: G. DUPONT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

K. AGOSSA	Parodontologie
P. BOITELLE	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
C. DELFOSSE	Doyen de la faculté d'Odontologie – UFR3S Odontologie Pédiatrique
E. DEVEAUX	Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie
P. BOITELLE	Responsable du Département de Prothèses

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES :

T. BECAVIN	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
F. BOSCHIN	Responsable du Département de Parodontologie
C. CATTEAU	Responsable du Département de Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
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
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Responsable du Département de Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Responsable du Département de Biologie Orale
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable du Département des Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
T. TRENTESAUX	Responsable du Département d' Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Prothèses

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 le jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

Aux membres du jury,

Madame le Professeur Caroline DELFOSSE

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Section Développement, Croissance et Prévention

Département Odontologie Pédiatrique

Docteur en Chirurgie Dentaire

Doctorat de l'Université de Lille 2 (mention Odontologie)

Habilitation à Diriger des Recherches (Université Clermont Auvergne)

Diplôme d'Études Approfondies Génie Biologie & Médical - option Biomatériaux

Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales

Diplôme d'Université « Sédation consciente pour les soins bucco-dentaires »

Diplôme d'Université « Gestion du stress et de l'anxiété »

Diplôme d'Université « Compétences cliniques en sédation pour les soins dentaires »

Diplôme Inter Universitaire « Pédagogie en sciences de la santé »

Formation Certifiante en Éducation Thérapeutique du Patient

Doyen du Département « faculté d'odontologie » de l'UFR3S - Lille

Chère professeur, vous me faites l'honneur de présider ce jury de thèse et je vous en suis très reconnaissante. Vos cours magistraux ont été des moments passionnants et enrichissants. Néanmoins, ce qui m'a le plus marquée durant mes années d'études, ce sont votre rigueur et votre engagement, notamment lors des vacances de sédation consciente. Votre exemplarité, et le dévouement que vous portez à votre travail sont inspirants. Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de mon profond respect.

Monsieur le Docteur Thomas TRENTESAUX

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

*Section Développement, Croissance et Prévention
Département Odontologie Pédiatrique*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Éthique et Droit Médical de l'Université Paris Descartes (Paris V)

Certificat d'Études Supérieures Odontologie pédiatrique et Prévention – Paris Descartes (Paris V)

Diplôme d'Université « Soins Dentaires sous Sédation » (Aix-Marseille II)

Master 2 Éthique Médicale et Bioéthique Paris Descartes (Paris V)

Formation certifiante « Concevoir et évaluer un programme éducatif adapté au contexte de vie d'un patient »

Vice-président de la Société Française d'Odontologie Pédiatrique

Responsable du département d'Odontologie Pédiatrique

Vous m'avez fait l'honneur de diriger cette thèse et je vous en remercie. J'ai conscience de la chance que j'ai eue de pouvoir travailler à vos côtés, de recevoir votre accompagnement et votre soutien.

Par votre pédagogie et votre gentillesse, vous avez su, durant l'ensemble de mon cursus, me transmettre le goût de l'odontologie pédiatrique et pour cela je vous en suis reconnaissante.

Veillez trouver dans cette thèse le témoignage de mon profond respect et de mon admiration.

Monsieur le Docteur Maxime BEDEZ

Maître de Conférences des Universités associé – Praticien Hospitalier

*Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale
Département Biologie Orale*

Docteur en Chirurgie Dentaire
Spécialiste qualifié en Médecine Bucco-dentaire

Master II Biologie et Santé – parcours « Immunité, Inflammation, Infection » Université de Lille

Certificat d'Etudes Supérieures Universitaires de Prothèse Fixée – Université d'Aix-Marseille

Je vous suis très reconnaissante de l'honneur que vous me faites de siéger au sein de ce jury. Je tiens également à vous remercier pour la qualité de votre enseignement et votre pédagogie.

Vous avez su éveiller mon esprit critique et ma curiosité, deux outils qui furent précieux à la rédaction de ce travail. Veuillez trouver dans ces pages l'expression de mon profond respect et de ma plus sincère reconnaissance.

Madame le Docteur Margaux FAUQUEUX

Chef de Clinique des Universités - Assistant Hospitalier des CSERD

*Section Développement, Croissance et Prévention
Département Odontologie Pédiatrique*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Vous me faites l'honneur de siéger au sein de ce jury et je vous en remercie.
Soyez assurée de ma gratitude pour votre gentillesse et votre disponibilité. Veuillez
trouver dans ce travail l'expression de mon estime et de ma reconnaissance à votre
égard.

Monsieur Mehdi AIT LAHSEN

Directeur du département des Affaires Scientifiques France et Belgique – Colgate-Palmolive

Monsieur François DUC

Responsable des relations professionnelles en santé bucco-dentaire région Nord – Colgate-Palmolive

Je vous remercie de m'avoir fait confiance et de nous avoir suivis dans ce projet. Votre enthousiasme fut un moteur précieux. Notre travail pourra, grâce à vous, rencontrer un large public. Je suis extrêmement reconnaissante des conseils et de l'accompagnement que vous nous avez offerts.

Un grand merci à mes parents pour votre amour, vos conseils et votre soutien qui m'a permis d'aller au bout de ces études. Je remercie également ma famille, Agathe, Faustine, Léo, Sabine, Annie, vous m'avez accompagnée, soutenue et supportée tout au long de cette aventure. Une pensée particulière pour mes grands-parents que j'espère rendre fière aujourd'hui.

Merci à Wassim, pour tout.

Je ne pourrais terminer sans évoquer ces personnes qui me sont chères. Clara, Laurine, Louise, Constance, votre amitié m'est très précieuse. Merci Alice, pour ces heures de coworking si agréables ; Gérard, pour ta disponibilité et ta réactivité de tous les instants ; Katia, pour avoir été la meilleure des binômes. Je remercie aussi Juliette, Isa et Gilles pour leur accueil toujours chaleureux.

Enfin, tiens à exprimer ma sincère gratitude à tous ceux qui ont, à leur façon, marqué ces 22 années d'études. Bien que la vie nous ai éloignés, votre souvenir restera à jamais gravé dans ma mémoire.

Merci de m'avoir accompagné dans ce voyage !

Sommaire

Introduction	14
1. Fluor : historique, utilisations et mode d'action sur l'organe dentaire	15
1.1 Contexte historique	15
1.2 Utilisations du fluor.....	15
1.2.1 Energie nucléaire.....	15
1.2.2 Industrie	16
1.2.3 Imagerie en santé.....	16
1.2.4 Prévention bucco-dentaire.....	16
1.3 Mode d'action du fluor sur l'organe dentaire	22
1.3.1 Mode d'action du fluor sur l'organe dentaire pré-éruptif	22
1.3.2 Mode d'action du fluor sur l'organe dentaire post-éruptif.....	22
2. Théories du complot, fakes news et controverses	24
2.1 Complotisme : définition, histoire et fondements psychologiques de l'adhésion aux théories du complot	24
2.1.1 Complotisme : éléments de définition	24
2.1.2 Complotisme : contexte historique.....	25
2.1.3 Fondements psychologiques de l'adhésion aux théories du complot	26
2.2 Fakes news : définition, histoire, mécanismes de propagation et fondements psychologiques de l'adhésion aux fakes news	28
2.2.1 Fake news : éléments de définition et contexte historique	28
2.2.2 Diffusion des fausses nouvelles : mécanismes et canaux	29
2.2.3 Fondements psychologiques de l'adhésion aux fausses nouvelles.....	32
2.3 Analyse critique des controverses liées au fluor.....	36
2.3.1 Neurotoxicité du fluor et impact sur le quotient intellectuel (QI)	36
2.3.2 Fluorose dentaire et osseuse	39
2.3.3 Impact du fluor sur la thyroïde et sur le risque de développer un cancer osseux	43
2.3.4 Toxicité générale du fluor sur l'organisme.....	47
2.3.5 Perturbateur endocrinien	49
2.3.6 Impact environnemental du fluor	51
3. Réalisation d'une plaquette informative	53
3.1 Enjeux de la transmission scientifique en santé publique	53
3.1.1 Communication scientifique en santé : stratégie et défis.....	53
3.1.2 La prévention en santé : approches, obstacles et solutions	56
3.1.3 Biais cognitifs influençant les perceptions et les prises de décisions.....	60
3.2 Choix du support informatif et de la méthode de diffusion la plus appropriée.....	64
3.2.1 Choix du support	64
3.2.2 Point éthique sur l'implication de Colgate dans cette thèse.....	65
3.3 Recommandations et utilisation du fluor en chirurgie dentaire.....	67
3.3.1 Intérêt préventif du fluor	67
3.3.2 Synthèse des recommandations relatives au fluor administré par voie systémique.....	68
3.3.3 Synthèse des recommandations relatives au fluor administré par voie topique.....	70
3.4 Affirmations présentes dans la plaquette	72
3.4.1 Affirmation 1 : Le fluor permet d'éviter les caries	72
3.4.2 Affirmation 2 : Je n'utilise pas de dentifrice fluoré avant 2 ans.....	72
3.4.3 Affirmation 3 : Le fluor donne des taches sur les dents.....	73
3.4.4 Affirmation 4 : Je dois choisir un dentifrice adapté à l'âge de mon enfant	73
3.4.5 Affirmation 5 : Le fluor est un perturbateur endocrinien	73
3.4.6 Affirmation 6 : Je dois brosser les dents de mon enfant avec un dentifrice fluoré.....	74

3.4.7	Affirmation 7 : Le fluor présent dans le sel est suffisant pour combler les besoins en fluorures de mon enfant	74
3.4.8	Affirmation 8 : Mon enfant peut utiliser un bain de bouche fluoré.....	74
3.4.9	Affirmation 9 : Le chirurgien-dentiste peut me proposer de poser un vernis fluoré sur les dents de mon enfant	74
3.4.10	Affirmation 10 : Le fluor est dangereux pour le cerveau de mon enfant	75
3.4.11	Affirmation 11 : Mon médecin doit donner à mon enfant des gouttes de fluor.....	75
3.4.12	Affirmation 12 : Il est important de bien vider son tube de dentifrice	75
3.4.13	Affirmation 13 : Le fluor n'est pas écologique.....	76
3.5	<i>Visuel de la plaquette.....</i>	76
Conclusion :		79
Table des figures et des tableaux		81
Bibliographie.....		82

Introduction

Le fluor, sous forme de dentifrice, de gel, de vernis, ou encore de bain de bouche, est largement utilisé dans le milieu dentaire. Son efficacité dans la lutte contre la carie dentaire en a fait un outil essentiel de l'arsenal thérapeutique du chirurgien-dentiste.

Cependant, ces dernières années, le fluor suscite de plus en plus d'interrogations et d'inquiétudes de la part des patients quant à ses éventuels effets néfastes sur la santé. Ces préoccupations émergent souvent de la désinformation circulant sur les réseaux sociaux, qu'ils soient virtuels ou réels, faisant parfois même partie intégrante de larges théories du complot.

Face à cette situation, de nombreux praticiens se trouvent démunis, éprouvant des difficultés réelles à orienter les patients vers des choix éclairés. De ce constat est née l'idée de réaliser une plaquette informative destinée aux parents inquiets. L'objectif est de rétablir les faits en présentant l'ensemble des connaissances scientifiques disponibles, permettant ainsi aux professionnels de santé d'accompagner les familles dans leurs choix de prise en charge.

Dans la première partie, nous décrirons l'histoire du fluor, ses principales utilisations actuelles ainsi que son mode d'action sur l'émail dentaire.

Dans un second volet, nous explorerons les concepts de complotisme et de fakes news en définissant leur nature, leur propagation, ainsi que les fondements psychologiques qui sous-tendent l'adhésion à ces idées. Nous analyserons ensuite les principales controverses entourant le fluor et nous chercherons à les mettre en perspective avec les connaissances scientifiques actuelles.

Enfin, ce travail aboutira à la création d'une plaquette informative. Il examinera les enjeux et obstacles liés à la transmission et à la diffusion d'informations scientifiques, évaluera les recommandations actuelles, détaillera les grandes étapes de création, et présentera son contenu.

1. Fluor : historique, utilisations et mode d'action sur l'organe dentaire

1.1 Contexte historique

Le mot « fluor » provient du latin « fluoris » qui signifie flux ou écoulement. Le fluor est un corps simple, gazeux, le premier élément de la famille des halogènes. Il est classé en 9^{ème} position du tableau périodique des éléments de Mendeleïev et il est représenté par le symbole F.

Évoqué pour la première fois en 1530 par Agricola, savant du XVI^{ème} siècle, le fluor fût étudié par de nombreux scientifiques sous ses différentes formes de fluorures. Lavoisier ou encore George Core tentèrent de l'isoler mais leurs expériences se soldèrent par de tragiques échecs, provoquant des intoxications ou des décès. Ce n'est qu'en 1886 qu'il fût finalement isolé par le scientifique français Henri Moissan grâce à l'électrolyse à basse température (-50°C) du fluorure d'hydrogène liquide. Cette découverte lui valut le prix Nobel de chimie de 1906 (1).

Les fluorures sont retrouvés à l'état naturel dans trois minéraux :

- La fluorite (ou Spath-fluor) (CaF_2) qui représente la principale source de fluorures de calcium (environ 47% de fluor),
- La cryolithe (AlF_3),
- La fluorapatite.

1.2 Utilisations du fluor

1.2.1 Energie nucléaire

Une première utilisation concerne l'énergie nucléaire. L'uranium 235 nécessaire au fonctionnement de nos centrales nucléaires ne compose que 0,7% de l'uranium total présent sur Terre. Pour l'obtenir sous une forme utilisable, il est nécessaire de l'enrichir, c'est-à-dire d'isoler l'uranium 235 de l'uranium brut extrait dans la nature pour obtenir de l'uranium concentré à 3% en uranium 235.

L'enrichissement exige que l'uranium soit sous forme gazeuse, et le moyen le plus simple d'y parvenir est de le convertir en un produit chimique différent : dans un premier temps, en tétrafluorures d'uranium puis, dans un second temps, en hexafluorures d'uranium. Sous cette forme il sera alors possible de séparer les différents types d'uranium jusqu'à obtenir une concentration de 3% (2). Celui-ci sera ensuite raffiné afin d'en retirer les impuretés avant d'être utilisé.

C'est via ce processus, utilisant le fluor, que nous sommes capables de créer un combustible nucléaire efficace.

1.2.2 Industrie

Les fluorures de calcium sont largement utilisés dans l'industrie. Ce composé chimique est principalement adapté à la production de fluorures d'hydrogène, qui est utilisé par exemple dans la gravure du verre.

Les ions fluorures sont, de plus, utilisés dans la fabrication de piles rechargeables ou de batteries. Jusqu'alors limités à des applications très spécifiques, notamment pour les forages pétroliers et gaziers, de récents résultats avec des fluorures nanostructurés pourraient aboutir à de nouvelles utilisations (3). Via un processus de conversion entre un fluorure métallique (MF_n) à la cathode et un métal (M') à l'anode, séparés par un électrolyte solide conducteur d'ions fluorures, ces systèmes peuvent délivrer de hauts potentiels (3 à 5 V) et de fortes capacités (1000-2000 Wh.kg⁻¹ ou 2000-5400 Wh.L⁻¹). Le développement de telles batteries, dites lithium-polymère, pourrait conduire à une percée significative dans le domaine des dispositifs de stockage d'énergie permettant, peut-être, de relever les futurs défis sociétaux et énergétiques (4).

C'est également une matière première précieuse utilisée dans la production de filtres et verres optiques ainsi que de revêtements anti-reflets.

1.2.3 Imagerie en santé

Le fluor présente un isotope stable, le fluor 18 (¹⁸F), produit à l'aide d'un cyclotron faiblement radioactif. Il est utilisé comme traceur lors des examens d'imagerie médicale non-invasifs de Tomographie à Émission de Positrons (TEP). Pour l'adapter à l'imagerie, le fluor doit être introduit sur une molécule capable de le véhiculer de manière ciblée dans l'organisme. Sa durée de vie est relativement longue (109,8 min) et l'énergie du positon émis est relativement faible, ce qui en fait le radionucléide de choix (1)(5).

1.2.4 Prévention bucco-dentaire

1.2.4.1 Sel fluoré :

Apparue en 1959 en Suisse, l'utilisation de sel fluoré comme moyen de prévention de la carie dentaire s'est rapidement répandue dans de nombreux pays du monde (6). Depuis 1985, la fluoration du sel est autorisée en France à condition d'être clairement étiquetée, et donc identifiable, avec la mention « sel fluoré ». Depuis 1993 le sel fluoré est autorisé dans les cantines scolaires, au contraire des préparations industrielles, telles que celles produites par l'industrie agro-alimentaire et la restauration où il est interdit.

Le sel est supplémenté en fluor à raison de 250 mg/kg de fluorures, sous forme de fluorures de potassium. Les ventes de sel fluoré en petits conditionnements sont en baisse, elles sont passées de 28% en 2001 à 19 % en 2005. En pratique, les enfants consomment très peu de sel avant l'âge de deux ans et, après cet âge, il est estimé qu'ils absorbent en moyenne environ 0,25 mg/jour de fluor à travers le sel fluoré pendant les repas (7).

1.2.4.2 Eau fluorée :

Pour lutter contre la carie dentaire de nombreux pays, comme les Etats-Unis, le Canada ou l'Australie, ont fait le choix de compléter l'eau de distribution en fluor. Cet apport en fluor quotidien est une mesure efficace pour prévenir les caries à tout âge, en particulier lorsque le risque carieux individuel est élevé. Il diminue les disparités du taux de lésions carieuses par rapport aux différentes classes sociales (8).

En France, dans les années 1980, à la suite d'un avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), la fluoration artificielle de l'eau de distribution a été exclue, laissant ainsi le libre choix à chaque consommateur (7).

La teneur maximale en fluor autorisée dans les eaux de distribution est fixée par une directive de la CEE à 1,5 mg/L. En France, 65% de la population boit de l'eau du robinet et 85% des Français vivent dans des communes où les eaux de distribution ont une quantité de fluorures inférieure ou égale à 0,3 mg/L. Pour connaître la concentration en fluor de l'eau du réseau, il faut se renseigner auprès de la mairie ou regarder sur sa facture d'eau (8).

Les étiquettes des eaux minérales embouteillées indiquent quant à elles, si l'eau « convient pour la préparation des aliments de nourrissons » quand le dosage est inférieur à 0,5 mg/L et « fluorée » ou « contient du fluor » pour des dosages de 1 à 5 mg/L (7). Elles contiennent des quantités variables de fluor allant de moins de 0,1 à 5 mg/L (6).

1.2.4.3 Spécialités pharmaceutiques administrées par voie systémique

Pendant longtemps la voie d'administration systémique fut privilégiée, le fluor était supposé s'incorporer à l'émail dès sa formation et lui conférer ainsi des qualités durables de dureté et de résistance à la carie en pré et en post-éruptif. Néanmoins, cet effet pré-éruptif a depuis été largement remis en question, et aucune preuve n'a démontré que l'apport systémique augmentait la résistance à la déminéralisation de l'émail et de la dentine (9). Une revue de la littérature menée en 2019 par The Cochrane Collaboration révèle tout de même une diminution moyenne de 24% de la prévalence des caries sur les dents permanentes lors de la mise en œuvre d'une complémentation fluorée médicamenteuse par rapport à une absence de supplémentation (10). Ces mêmes études ne mettent par ailleurs en avant aucune différence notable d'efficacité entre les apports systémiques et topiques (10). Cependant, la prise de gouttes ou de comprimés fluorés, notamment lorsqu'ils sont associés à d'autres apports en fluor (via l'eau, le sel, le dentifrice ingéré...), pourrait être responsable d'une augmentation du risque de fluorose (6). De plus, les études menées sur les animaux révèlent que prendre des fluorures, en une prise unique quotidienne (un comprimé par jour par exemple) entraîne un risque plus élevé de fluorose dentaire que la même quantité de fluor prise via des apports successifs tout au long de la journée (6).

Ainsi, depuis 2008, il n'est plus recommandé de prescrire systématiquement du fluor avant l'apparition des dents, c'est-à-dire avant l'âge de six mois. De même, après l'âge de six mois, l'AFSSAPS (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé), devenue ANSM (Agence Nationale de sécurité du médicament et des produits de santé) ne préconise plus la prescription automatique de gouttes ou comprimés

fluorés pour tous les enfants. Désormais, la prescription de fluor médicamenteux est réservée aux enfants présentant un risque carieux élevé, de par une situation de handicap par exemple, et ce uniquement après un bilan des apports fluorés (9).

Une étude menée en 2009, par l'Association Française de Pédiatrie Ambulatoire et la faculté de chirurgie dentaire de Montrouge révélait pourtant que seulement 21% des pédiatres interrogés, même s'ils affirmaient pour 97% connaître ces recommandations, déclaraient les appliquer en totalité. La majorité, 71% des praticiens, déclarait les appliquer « partiellement » sans que cette notion ne soit développée et seuls 8% ne les appliquaient pas du tout. Ce contraste important entre une haute connaissance des directives et leur relativement faible niveau d'application peut être expliqué par un important désaccord lié à une « qualité scientifique discutable en raison du niveau de preuve peu élevé des arguments à l'origine du changement des recommandations. Aucune étude ne constatant une augmentation de la prévalence de fluorose dentaire ». Ce faible niveau d'adhésion aux recommandations est associé à un manque de temps lors des consultations ce qui, d'après les pédiatres interrogés, ne permettrait de réaliser ni l'évaluation du risque carieux ni le bilan des apports fluorés (11).

Une étude plus récente, réalisée en 2010 à Paris et dans l'Essonne auprès de 100 médecins généralistes, révélait que, selon la localisation, 52 à 56% des praticiens prescrivait du fluor aux enfants de moins de 6 ans malgré les recommandations. 22% à 28% des médecins le faisaient de manière systématique. 22% à 32% des praticiens déclaraient même ne pas connaître la notion de « risque carieux ». 2 à 4% des médecins interrogés déclaraient réaliser un bilan des apports fluorés de façon systématique, 85% à 90% déclaraient même ne jamais le faire (12).

Une autre étude réalisée auprès de 107 parents d'enfants âgés de 1 an nés au Centre hospitalier du Belvédère à Rouen entre le 27 mars 2017 et le 29 avril 2017 mettait en évidence que 66% des enfants avaient reçu une supplémentation en vitamine D associée au fluor. Pour 62% des enfants cette prescription a eu lieu avant l'apparition des premières dents (13).

Mais qu'en est-il de la prétendue « qualité scientifique, discutable en raison du niveau de preuve peu élevé [...] des études constatant une augmentation de la prévalence de fluorose dentaire » ? Il est certes important de souligner que la comparaison directe des diverses enquêtes menées en Europe sur la prévalence de la fluorose dentaire se révèle complexe. En effet, il existe des disparités en termes de consommation d'eau, de conditions climatiques, de régimes alimentaires, de niveaux de vie et de disponibilité des sources de fluor. Par ailleurs, ces études adoptent des méthodes et des indices variables, ouvrant la porte à divers biais potentiels tels que biais inter et intra-examineur, aux procédures de séchage et de nettoyage des dents, ainsi qu'à l'utilisation de sources lumineuses spécifiques. Cependant, il est instructif de noter que l'ensemble des résultats regroupés dans la revue de la littérature menée par Whelton, Ketley et leurs collaborateurs en 2004 (antérieure donc à l'étude de 2009 sur l'adoption des recommandations par les pédiatres) pointe globalement vers une tendance à l'augmentation de la prévalence de la fluorose ces dernières décennies. De plus, lorsque les suppléments fluorés, tels que les comprimés de fluor, sont introduits de manière systématique dans des zones où l'eau est peu fluorée, la prévalence de la fluorose s'approche alors de celles observées dans les régions naturellement riches en fluor (14).

Dans cette optique, l'application du principe de balance bénéfice-risque et de précaution doivent entrer en jeu. Il convient alors d'adopter un regard critique sur le comportement des pédiatres qui, en dépit des recommandations établies, s'en écartent. Que certaines études puissent présenter des biais méthodologiques ne doit pas conduire à négliger les recommandations. Ceci est d'autant plus vrai qu'elles coïncident avec une absence de preuve d'une efficacité supérieure des apports systémiques en fluor par rapport aux apports topiques. En l'absence de bénéfices avérés, l'acceptation du risque associé devient questionnable du point de vue médical et éthique.

Il existe environ une cinquantaine de spécialités pharmaceutiques contenant des fluorures indiquées dans la prévention de la carie dentaire et administrées sous forme orale (comprimés, solutions, gouttes buvables) (7). Nous ne détaillerons pas les différentes formes galéniques disponibles sur le marché.

1.2.4.4 Spécialités pharmaceutiques administrées par voie topique

En France, la réglementation distingue les produits topiques en fonction de leur concentration en fluor :

- Les produits topiques à faible concentration en fluor (<150 mg/100 g ou <1 500 ppm de fluor), généralement considérés comme des produits cosmétiques, sont disponibles en vente libre, notamment dans les grandes surfaces. Cela inclut de nombreux dentifrices et la plupart des bains de bouche. Il convient de noter que certains produits à faible concentration ont une autorisation de mise sur le marché (AMM) et sont donc considérés comme des médicaments (comme certains bains de bouche et certaines gommes à mâcher).
- Les produits topiques à forte concentration en fluor (>150 mg/100 g ou >1 500 ppm) nécessitent l'obtention d'une autorisation de mise sur le marché (AMM). Cela concerne certaines pâtes dentifrices, gels et vernis fluorés.
- Les dispositifs médicaux qui libèrent des fluorures sont utilisés pour prévenir les lésions carieuses, que ce soit en prévention primaire ou secondaire. Il est essentiel de distinguer les matériaux utilisés à des fins de prévention, tels que les vernis et les produits de scellement des sillons, de ceux destinés à la restauration des tissus dentaires endommagés, tels que les ciments verre ionomère avec ou sans résine composite. Tous ces dispositifs médicaux sont exclusivement destinés à être utilisés par des professionnels de santé (7).

Il existe, en odontologie, différents types de fluor tels que les fluorures de sodium, les fluorures de potassium, les fluorures d'amine (...) avec des utilisations spécifiques réunis dans le tableau ci-dessous (15).

Tableau 1 propriétés et utilisations des différents types de fluorures

Nom	Propriété	Utilisation
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 orale 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 ₂₇ H ₆₀ F ₂ N ₂ O ₃)	Prévention des caries dentaires Prévention des hypersensibilités Refluoration de l'émail dentaire endommagé	Dentifrices et produits d'hygiène bucco-dentaire
Monofluorophosphate de sodium (Na ₂ PO ₃ F)	Prévention des caries Agent anti bactérien	Dentifrices et produits d'hygiène bucco-dentaire
Fluorure d'étain (SnF ₂)	Obturation des tubuli dentinaires exposés	Dentifrices Prévention carie et problèmes gingivaux
Fluorure de calcium (CaF ₂)	Prévention caries	Matériau transparent pour les rayonnements infrarouges et ultraviolet
Fluorosilicate de sodium (Na ₂ SiF ₆)		Fluoration de l'eau
Acide hexafluorosilicique (H ₂ SiF ₆)	N'existe jamais à l'état pur mais toujours en solution (eau)	Fluoration de l'eau

Les fluorures peuvent se présenter sous différentes formes :

- Dentifrice fluoré : bien que l'utilisation « d'agents nettoyants » pour les dents sous forme de pâtes ou de poudre fasse partie des coutumes depuis l'Antiquité

ce n'est qu'au XX^{ème} siècle, avec l'incorporation de fluor dans les dentifrices, qu'il a acquis un effet thérapeutique anti-carie. L'efficacité des dentifrices fluorés a été mise en évidence par de nombreuses revues systématiques de la littérature (6). Les dentifrices sont disponibles à différentes concentrations, ils permettent de maintenir une concentration faible mais constante de fluor dans la cavité buccale et ainsi de lutter efficacement contre la carie dentaire.

- Bain de bouche fluoré : il peut être utilisé au domicile sous la surveillance des parents. Le risque d'ingestion étant élevé avant 6 ans, ils sont déconseillés pour les plus petits. Il est conseillé de faire le rinçage à distance du brossage afin d'augmenter la rémanence du fluor (16). Ils peuvent être utilisés lorsqu'aucun topique professionnel n'est appliqué au cabinet et restent une alternative intéressante pour les patients avec un traitement orthodontique rendant le brossage difficile ou souffrant d'hyposialie (6). Certains contiennent de l'éthanol nécessitant une attention particulière lors de la prescription, notamment pour les enfants et les patients souhaitant éviter l'alcool.

Vernis fluorés : à haute concentration, ils ne sont utilisables qu'au cabinet par un professionnel de santé. Les vernis utilisés sont généralement des vernis avec une concentration en fluor de 22 600 ppm. Il existe également des vernis combinant NaF (22 600 ppm) et 2 % CPP-ACP mais aucune étude comparative avec un placebo se référant aux indices carieux n'a été réalisée à ce jour (16). Les vernis fluorés sont utilisables dès l'âge de 1 an, avec une fréquence de 2 poses par an, pouvant aller jusqu'à 4 en cas de carie de la petite enfance sévère. La convention 2023-2028 permet la prise en charge dès 2024, par la Sécurité sociale, de la pose de vernis fluorés entre 3 et 24 ans. L'utilisation d'un vernis fluoré appliqué à cette fréquence serait associée à une réduction de 43% des caries sur dents permanentes et 37% sur dents temporaires en comparaison à un placebo ou à une absence de traitement (6).

- Gels fluorés : ils peuvent être appliqués par le chirurgien-dentiste lorsqu'il ne dispose pas de vernis à disposition. En effet, le rapport efficacité/coût est plus intéressant avec un vernis à 22 600 ppm qu'avec un gel fluoré, ce dernier nécessitant l'utilisation de gouttières à usage unique (16). Le gel est appliqué sur des dents nettoyées à l'aide d'une gouttière à usage unique 2 à 4 fois par an chez les enfants de plus de 6 ans. Il est utilisé chez les patients avec un risque carieux élevé, en effet les études ne semblent montrer aucun bénéfice lorsqu'il est utilisé chez des patients à faible risque carieux.
- Mousses fluorées : forme galénique récemment apparue sur le marché et assez peu utilisée, les mousses ont des concentrations relativement élevées à 12 300 ppm et un pH de 3-4. Elles s'appliquent de la même manière que les gels, à l'aide d'une gouttière à usage unique. La mousse entraînerait un plus faible risque d'ingestion mais peu d'études ont évalué son efficacité (6).

Les topiques fluorés sont des moyens efficaces de prévention de la carie en denture permanente. Le niveau de preuve est élevé et le niveau d'efficacité est équivalent pour les bains de bouche et le gel fluoré (PF respectifs 27 % et 28%). Le vernis et le dentifrice semblent légèrement plus efficaces (PF respectifs 39% et 30-46 %).

1.3 Mode d'action du fluor sur l'organe dentaire

1.3.1 Mode d'action du fluor sur l'organe dentaire pré-éruptif

Le fluor joue un rôle significatif dans le développement des améloblastes, cellules responsables de la formation de l'émail. Il interagit avec les améloblastes durant les phases de sécrétion, de réabsorption et de minéralisation de la matrice amélaire (17).

Au fil du temps, les fluorures vont graduellement s'intégrer dans la structure cristalline des hydroxyapatites présentes dans l'émail, transformant ainsi ces dernières en fluorapatites (17). Ceci aboutit à une forme stable d'hydroxyapatite magnésinée et carbonatée. À faible dose, cette transformation rend le minéral moins soluble, renforce sa stabilité et accroît sa résistance aux caries. Cependant, l'impact des fluorures sur les améloblastes et les odontoblastes dépend de la quantité ingérée (17). Une fois les fluorures assimilés dans le plasma sanguin, principalement au niveau de l'estomac, ils se dispersent dans l'ensemble du corps sous forme d'ions fluorures, affectant divers tissus et organes. Sa principale voie d'élimination est rénale.

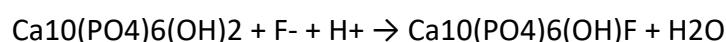
En outre, la phase minérale de l'émail n'est pas uniquement composée de molécules d'hydroxyapatite, de nombreux ions différents peuvent y être intégrés pendant la formation de la dent (8).

1.3.2 Mode d'action du fluor sur l'organe dentaire post-éruptif

Au niveau de l'émail, la concentration la plus élevée en fluorures se situe à la surface (1×10^3 PPM) (17). Puis, il y a une chute de la concentration à environ $100 \mu\text{m}$ de la surface (entre 0 et $0,5 \times 10^3$ PPM) et ensuite une stabilisation jusqu'à la jonction émail-dentine (vers $0,5 \times 10^3$ PPM) (17).

Au niveau de la dentine, la concentration en fluorures est globalement supérieure à celle de l'émail et ne fait qu'augmenter jusqu'à l'interface dentino-pulpaire. La dentine continue lentement sa formation au cours de la vie, les fluorures se fixent alors au niveau de cette interface.

Lorsqu'une quantité régulière de fluorures est apportée localement, la salive ainsi que la plaque dentaire et les muqueuses buccales accumulent des ions fluorure, créant ainsi un réservoir proche de la surface de l'émail (7). La formation de fluorapatites, dans les zones les plus externes de l'émail, se réalise quand la concentration en fluorures est faible (<50 ppm) et quand l'environnement est acide (17).



L'interaction du fluor avec l'hydroxyapatite de l'émail forme une fluorapatite (FA) par remplacement de l'hydroxyle (OH^-) par un ion fluor (F^-) (17). Par cette transformation sont obtenus : une liaison hydrogène renforcée, un réseau cristallin plus resserré et une solubilité diminuée (17). Cependant, lorsque l'environnement est à pH

neutre, la formation de fluorapatites est lente et ne suffit pas à contrebalancer la perte de fluorures due à l'usure normale des surfaces dentaires (17).

Après l'éruption, l'email dentaire est constamment en contact avec les éléments présents dans la bouche tels que la salive, les aliments et la plaque bactérienne (8). Les aliments contiennent des sucres qui sont métabolisés par des bactéries, provoquant une fermentation et une diminution du pH buccal. Lorsque le pH descend en dessous de 5,5, le fluide du biofilm devient sous-saturé avec les ions phosphates et l'email se dissout pour rétablir l'équilibre (8). Lorsque le fluorure (F⁻) est présent, la fluoroapatite est incorporée dans l'email déminéralisé jusqu'à un pH de 4,6 (8). La déminéralisation produite est inhibée, favorisant la reminéralisation, la résistance de la dent aux attaques acides et à l'action antibactérienne (8). Ainsi, l'incorporation du fluor rend plus difficile l'action de l'acide au niveau des cristaux d'apatite à la surface de l'email. Par conséquent, alors que la dissolution de l'email apparaît à pH égale à 5,5, la fluoroapatite résiste jusqu'à un pH égal à 4,7 (8).

Par ailleurs, bien que la formation de l'email soit presque achevée après l'éruption dentaire, sa surface demeure immature et poreuse, ce qui le rend encore plus vulnérable aux caries (7). Environ deux ans après l'éruption, une phase de maturation précoce post-éruptive commence. Durant cette période, des cycles alternés de déminéralisation et de re-précipitation remodelent la surface et la sous-surface de l'email (8).

En fonction du pH, de la chélation et du temps, les cristaux d'hydroxyapatite qui constituent l'email peuvent se dissoudre. Ce processus est accompagné de la dégradation de la matrice organique de l'email (7). Cette période est appelée « phase de déminéralisation ».

Entre les repas, la salive agit comme tampon pour rétablir le pH. Cela permet aux minéraux libérés de se précipiter à nouveau et ainsi de reformer la structure cristalline altérée à la surface de l'email, c'est la « phase de reminéralisation » (7).

La phase de maturation précoce est suivie d'une maturation tardive au cours de laquelle des remodelages continuent à se produire, caractérisés par des cycles de déminéralisation brève et de reminéralisation prolongée. Cela implique des imprégnations de salive et l'apport d'ions minéraux, notamment de fluorures (7). Ces processus de formation sont cependant instables dans le temps, nécessitant un apport régulier de fluorures pour maintenir les effets positifs sur la résistance aux caries.

Normalement, il existe un équilibre entre ces processus de déminéralisation et de reminéralisation. Cependant, chez les patients ayant une activité carieuse élevée, la balance penche en faveur de la déminéralisation, conduisant au développement de lésions carieuses (7).

2. Théories du complot, fakes news et controverses

2.1 Complotisme : définition, histoire et fondements psychologiques de l'adhésion aux théories du complot

2.1.1 Complotisme : éléments de définition

Les complots, entendus comme des actions secrètes menées par un groupe d'individus, ont toujours existé : la Conjuration de Catilina à Rome en 63 av. J.-C. (la tentative de prise du pouvoir par le sénateur Lucius Sergius Catilina), le Watergate aux États-Unis (écoutes illégales du parti démocrate par le Parti républicain sous Nixon en 1972), etc. Les exemples sont nombreux (18).

Mais quelle est la différence entre « complot » et « théorie du complot » ? Pour comprendre cette expression et le phénomène qui y est associé, il convient dans un premier temps d'en définir les termes. Ainsi, le terme théorie se définit par « un ensemble organisé d'idées, de concepts abstraits appliqués à un domaine particulier », la préposition « du » quant à elle permet de qualifier la théorie précédente, enfin, le nom « complot » désigne un « projet concerté secrètement afin de nuire à quelqu'un ou quelque chose » (19).

Par théorie du complot, on désigne des explications douteuses ou fausses qui s'opposent aux thèses « officielles » et mettent en scène un ou plusieurs groupes agissant en secret pour réaliser un projet de domination, d'exploitation. Le mot théorie désigne ici une explication, ou plus exactement une manière d'expliquer les événements (20). Les personnes adhérant aux théories du complot sont appelées « conspirationnistes », on parle aussi de croyances, de théories conspirationnistes.

Une personne conspirationniste, par définition, doute et cherche la « vérité ». Mais alors, quelle est la différence avec l'esprit critique ? D'après Marie Peltier, dans le cadre d'une démarche critique, la réflexion et le doute sont avant tout appliqués à soi-même, à nos croyances, en cherchant à démêler le vrai du faux, et en posant des questions pour trouver des réponses reposant sur des bases solides. À l'inverse, le complotisme est une hypercritique externalisée, dirigée uniquement vers le discours des autres sans être capable de voir ses propres biais. Avec en prime une idée de la réponse, de la vérité déjà bien définie, les éventuelles recherches sur le thème ne servent qu'à étayer la thèse complotiste, le raisonnement est motivé par une recherche d'auto-validation (21).

Néanmoins, comme mentionné plus haut, de nombreux complots réels ont existé. Croire à l'existence de complots ne suffit donc pas à faire de quelqu'un un conspirationniste. Penser d'une façon conspirationniste, c'est avant tout privilégier **systematiquement** l'hypothèse du complot, au point de voir des complots partout et croire qu'ils expliquent tout ou presque dans la marche du monde, les complots dénoncés étant pour la plupart imaginaires (20).

2.1.2 Complotisme : contexte historique

Bien que les théories conspirationnistes aient, sans doute, toujours existé en tant que récit politique, le conspirationnisme tel que nous le connaissons s'est structuré à la fin du XVIII^{ème} siècle en Europe, autour de la pré-Révolution française (21). C'est à cette époque que les premières littératures complotistes sont apparues, en soutien à la royauté et à l'Église catholique. Ces écrits cherchaient à discréditer les révolutionnaires et à attribuer leurs agissements à un grand complot franc-maçon ou juif pour une prise de pouvoir. L'expression « théorie du complot » apparaît quant à elle aux États-Unis dans les années 1960, notamment dans l'essai de l'historien Richard Hofstadter sur le « style paranoïaque dans la politique américaine ». Cependant, comme vu précédemment, l'esprit complotiste n'est pas une invention moderne : on trouve des « théories du complot » dans des sociétés traditionnelles dès le milieu du XII^{ème} siècle. En Angleterre le moine bénédictin Thomas de Monmouth, affirma que le meurtre du jeune William (12 ans) aurait été commis par des juifs locaux lors d'un rituel, où ils auraient notamment bu son sang, le tout s'inscrivant dans une conspiration juive mondiale anti-chrétienne.

Historiquement, on peut mettre en évidence trois principales théories complotistes ayant eu un impact majeur dans nos sociétés. Il semble délicat de les décrire en quelques mots tant elles ont évolué au cours des siècles et tant elles sont composées de thèses se réfutant elles-mêmes :

- Le complot juif est une théorie du complot portant aux Juifs une volonté et les moyens de dominer le monde, apparu pour la première fois en 1321 en Angleterre ;
- Le complot jésuitique accuse l'ordre catholique des Jésuites de chercher à dominer le monde ;
- Le complot maçonnique concerne les « Illuminati », un groupe ésotérique apparu en Angleterre au XVIII^{ème} siècle, ayant pour objectif de promouvoir les idées de la raison, de la liberté individuelle et de l'égalité. Cependant, au fil des années, ils ont été considérés comme une organisation secrète et énigmatique, accusée d'exercer une influence considérable sur les événements politiques et sociaux mondiaux à travers des méthodes mystérieuses et peu orthodoxes. Les théories du complot les décrivent comme une confrérie de riches et de puissants, cherchant à manipuler les finances, la politique et les médias pour atteindre un contrôle absolu sur le monde.

De manière générale, en France, l'opinion publique sur l'industrie pharmaceutique n'est pas bonne. Déjà en 1987, Cécile Fauvarque annonçait, dans sa thèse de fin d'études pharmaceutiques, la méfiance de la population. 51% des Français percevaient l'industrie pharmaceutique comme une entreprise à double visage privilégiant le profit à l'intérêt du patient et 18% des Français avaient une mauvaise opinion du médicament et le percevaient comme un produit dangereux ayant des effets secondaires (22).

La multiplication des scandales impliquant les industries ou laboratoires pharmaceutiques ces dernières années n'a certainement pas amélioré la situation. On peut citer les scandales du Thalidomide, du Vioxx ou encore le scandale du Médiator, nom de marque d'un médicament, le Benfluorex, exploité par les laboratoires Servier entre 1976 et 2009. Ce médicament indiqué dans le traitement de l'hypertriglycéridémie

et du diabète était également utilisé comme coupe-faim pour la perte de poids chez des personnes non diabétiques et ne présentant pas d'anomalie dans le taux des triglycérides (23). Malgré des premières alertes lancées dès 1990, notamment par le docteur Georges Chiche, le médicament continuera d'être commercialisé et prescrit. Ce n'est qu'en 2009, deux ans après que Irène Frachon, pneumologue à Brest ayant réalisé une étude épidémiologique sur le Mediator, ait alerté l'Afssaps sur des risques d'accidents cardiaques multipliés par quatre par la prise de Benfluorex, que le Médiator sera retiré du marché. On recensera 5 millions de patients ayant pris cette molécule, entre 1 300 et 1 800 décès et 3 100 hospitalisations. Des procès, civil en 2017 et pénal en 2019, reconnaissent le laboratoire Servier coupable d'escroquerie, de tromperie aggravée et de défaut d'information sur les risques connus (24). Cette affaire extrêmement médiatisée, et d'autres, ont fortement impacté la confiance de la population envers le monde de la santé.

Mais le scepticisme à l'égard du monde médical atteint son paroxysme avec la théorie du complot de Big Pharma. C'est une théorie selon laquelle les établissements médicaux et les compagnies pharmaceutiques en particulier, s'organisent entre eux et de façon consciente contre le bien commun à des fins financières. Ces théories affirment par exemple que « Big Pharma » aurait créé le virus de la COVID-19 afin de décimer une partie de la population et, par la suite, de proposer la solution, les vaccins, les vendant ainsi à grande échelle, malgré leur nocivité.

Dans ce contexte, la désinformation et les théories complotistes relatives au fluor se sont multipliées, relayées par de nombreux médias et réseaux sociaux jusqu'à prendre une place importante dans l'esprit de nombreux patients.

2.1.3 Fondements psychologiques de l'adhésion aux théories du complot

Les croyances conspirationnistes remportent un grand succès : une enquête de 2018 publiée par la Fondation Jean-Jaurès, réalisée par l'IFOP menée en France auprès de 1 760 personnes, met en lumière la proportion importante des représentations conspirationnistes dans notre société. Si deux Français sur trois sont relativement hermétiques au complotisme, 21 % des personnes interrogées se déclarent cependant « d'accord » avec 5 énoncés complotistes parmi les 10 qui leur ont été soumis. Dans cette même étude, à la question « Le ministère de la Santé est de mèche avec l'industrie pharmaceutique pour cacher au grand public la réalité sur la nocivité des vaccins » 17% des sondés se disent « tout à fait d'accord » et 26% « plutôt d'accord » soit un total « d'accord » de 43%.

De nombreux sociologues ont tenté d'expliquer pourquoi ces théories remportaient une si grande adhésion, ils ont mis en évidence plusieurs mécanismes entrant en jeu.

Le premier résultat d'importance est que les personnes ayant tendance à adhérer à une théorie du complot, qu'elle soit plus ou moins plausible ou délirante, auront également tendance à croire à d'autres théories du complot, voire à toutes les autres, ce que Serge Moscovici a nommé la « mentalité complotiste » (25).

Le fait de se sentir unique, supérieur, semble constituer un facteur d'adhésion aux visions complotistes : se félicitant de savoir ce que les autres ne savent pas, le sujet complotiste se distingue du troupeau, qui croit naïvement aux explications officielles.

Non seulement le doute est distinctif mais il inscrit le sujet dans une élite du savoir (18). De plus, la vision intentionnaliste des événements rassure : le mal est partout, mais tout est sous contrôle, répondant ainsi aux besoins psychologiques d'ordre et de structure stable dans la perception des événements (20). C'est le paradoxe de l'effet « inquiétant-rassurant » : la théorie complotiste et son explication manichéenne du « Mal Absolu » permet d'échapper à l'anxiété liée au sentiment de la marche chaotique du monde. La complexité de la réalité est réduite au minimum, les événements sont explicables, l'ennemi est clairement identifié, il devient même possible de s'en défendre, de le percer à jour, de l'affaiblir.

Le sentiment d'appartenance à un groupe jouerait aussi un rôle non négligeable. En effet, les croyances complotistes semblent plus présentes chez les personnes ayant un sentiment d'anomie (méfiance envers les autorités, sentiment de manque de contrôle sur sa vie) fortement présent chez les groupes faisant partie de minorités, qu'elles soient politiques ou sociales (18). De plus, historiquement, les théories du complot ont été utilisées par les partis dits « extrêmes » sur l'échiquier politique, partout dans le monde et plus massivement par l'extrême droite, pour s'opposer au régime en place.

Les personnes les plus sensibles aux croyances conspirationnistes sont aussi celles les plus sujettes au réflexe pareidolique, c'est-à-dire à l'illusion qui fait percevoir des structures signifiantes dans des productions aléatoires, des visages dans les nuages, des comportements humains dans ceux d'animaux. La recherche expérimentale a également montré qu'une plus forte croyance aux théories du complot était associée à une forme de pensée intuitive, non rationnelle (26). C'est ce que les psychologues du raisonnement appellent le Système 1 de la pensée, un mode de pensée rapide, qui s'active sans effort et sans prendre en compte tous les paramètres de la situation. On pourrait l'appeler « l'intuition ». Ce Système 1 s'oppose au Système 2, la pensée critique, plus lente, qui demande des efforts, qui est le siège de la pensée logique et analytique.

Une composante psychologique semble aussi jouer un rôle dans l'adhésion aux théories du complot, bien qu'elle ne puisse pas être réduite à ce seul facteur. Les personnes souffrant de troubles mentaux type paranoïa ou encore d'impulsivité, de fragilité liée à une période compliquée de leur vie, semblent plus enclines à adhérer aux théories du complot (6).

De plus, le biais de conjonction favorise les croyances conspirationnistes : une erreur qui consiste à percevoir la probabilité de la conjonction de deux événements comme plus probable que la probabilité de chacun des deux événements pris séparément, ce qui n'est pas possible d'un point de vue probabiliste. Ainsi, une recherche a montré que les adhérents aux théories du complot commettaient davantage que les autres ce genre d'erreur (18).

Il est important de noter qu'ici le but n'est pas de réaliser un portrait-robot du « complotiste » ou de l'essentialiser. Cette démarche reviendrait à opposer nettement deux camps, les « complotistes » et les « non complotistes » et serait contre-productive. En effet, il y a différents degrés d'adhésion aux théories conspirationnistes et tout un chacun peut s'interroger sur certaines questions, se demander si sur certains points précis, des machinations politiques, des mensonges, des complots n'ont pas joué un

rôle. Le complotisme est un imaginaire politique massif dans notre société pouvant tous nous toucher à divers degrés (21).

2.2 Fakes news : définition, histoire, mécanismes de propagation et fondements psychologiques de l'adhésion aux fakes news

2.2.1 Fake news : éléments de définition et contexte historique

Une fake news, fausse nouvelle en français, est une forme de désinformation qui consiste en la diffusion d'une nouvelle mensongère dans le but de manipuler ou de tromper le public. Elle est présentée de manière à sembler crédible et authentique afin de duper le lecteur (27). Certains individus qualifient plus largement de « fake news » toutes les informations en désaccord avec leurs idées. Ces informations erronées peuvent prendre diverses formes, telles que des articles de presse, des vidéos, des images, des mèmes (contenu massivement repris, décliné et détourné sur internet), des messages sur les réseaux sociaux ou tout autre support de communication en ligne. Ces contenus peuvent diffuser des données non vérifiées, des informations biaisées, des distorsions factuelles ou même des inventions totales.

Plusieurs mots sont associés à la notion de fake news tels que l'infox, information fallacieuse, canular, théorie conspirationniste, rumeur ...

Issue du latin « rumor », le terme rumeur apparaît au XIII^e siècle et sert à qualifier le phénomène social de propagation d'une information dont la véracité n'a pas été vérifiée (28) et dont la source est anonyme. La rumeur semble crédible et est présentée comme véridique. Contrairement à la croyance populaire, ce qui définit la rumeur n'est pas la fausseté du contenu mais le fait que l'information va à l'encontre de l'information officielle (29). Par exemple, la rumeur sur le cancer du Président François Mitterrand circulant lors de son premier septennat s'est avérée vraie. Si une rumeur devient vraie, elle perd son statut de rumeur et devient une information (29). La mésinformation, quant à elle, est une information erronée dont l'inexactitude n'est pas intentionnelle (27).

Il est important de noter que les fakes news ne sont pas simplement des erreurs humaines ou des différences d'interprétation. Elles sont créées avec une intention délibérée de tromper, ce qui les distingue des inexactitudes accidentelles qui peuvent apparaître dans les médias. Les fakes news sont devenues un sujet de préoccupation majeur en raison de leur capacité à influencer l'opinion publique, à polariser les sociétés et à compromettre la confiance dans les médias traditionnels et les informations factuelles.

Ainsi, le phénomène des « fakes news » n'est pas nouveau, mais leur impact et leur propagation a été particulièrement accentuée depuis le début de l'ère numérique. En effet, l'accès instantané à l'information via Internet et les médias sociaux a transformé la manière dont les fakes news sont créées, diffusées et consommées. L'un des premiers exemples marquants de désinformation remonte au XIX^{ème} siècle, avec le « Great Moon Hoax », en français le grand canular de la Lune. En 1835, le journal

« The New York Sun » a publié une série de six articles, qui relataient la fausse découverte d'une forme de vie étrange sur la Lune, boostant ainsi considérablement ses ventes (30).

Plus tard, pendant la Seconde Guerre mondiale, les fake news se propagèrent sous une nouvelle forme. Utilisée comme instrument politique par les gouvernements, la propagande permettait de décrédibiliser l'ennemi et de manipuler l'opinion publique.

Puis l'avènement d'internet et l'entrée dans l'ère du numérique a complètement transformé l'échelle de diffusion des fausses informations en permettant à tous les utilisateurs d'y avoir accès. Cependant, c'est depuis les années 2010, avec l'essor des médias sociaux, qu'on connaît réellement une propagation exponentielle de la désinformation, en particulier dans le domaine politique (28) avec un pic durant les élections présidentielles américaines de 2016. À cette période, de fausses informations ont été massivement partagées sur les réseaux sociaux, notamment sur Facebook, avec une influence présumée sur l'opinion publique. Jusqu'à devenir même parfois une économie à part entière, comme dans la ville de Vélés en Macédoine, où la fabrication de nouvelles fallacieuses a employé des centaines de personnes lui valant le titre de « capitale de la fake news ».

Plus récemment, la diffusion massive de fake news liées au domaine de la santé et de la pandémie de la COVID-19 a été qualifiée « d'infodémie » par l'Organisation mondiale de la Santé (31). Par ailleurs, si les infox existent via de nombreux supports, elles ont été principalement identifiées, pour 88 %, sur les plateformes de médias sociaux, contre 9 % à la télévision, 8 % dans la presse et 7 % sur les autres sites web (30). En résumé, les fake news ont une histoire longue et variée, mais leur prévalence et leur impact ont atteint de nouveaux sommets ces deux dernières décennies.

2.2.2 Diffusion des fausses nouvelles : mécanismes et canaux

Ainsi, si le phénomène de « fake news » n'est pas nouveau, il a connu ces dernières années une croissance importante, en particulier dans les domaines de la politique et de la santé (28), ce qui en fait l'un des enjeux majeurs de notre société.

Comment aider les utilisateurs à distinguer le vrai du faux ? Cette question est au cœur de nombreux débats. Là où, il y a quelques années, les discussions portaient sur des faits communément admis, actuellement les échanges portent plus volontiers sur la véracité des faits. Il est également intéressant de se pencher sur la diffusion des informations, qu'elles soient véridiques ou non, ainsi que sur les facteurs humains qui influencent leurs propagations différentielles (32).

Une étude de 2018 a analysé les informations vraies, fausses ou mixtes (partiellement vraies ou fausses) circulant sur Twitter entre 2006 et 2017 (32) à partir de 126 000 cascades de rumeurs relayées par plus de 3 millions de personnes. Les cascades de vraies informations étaient rarement diffusées auprès de plus de mille personnes, tandis que les cascades d'informations erronées étaient couramment relayées auprès de mille à cent mille personnes. Le pourcentage de « retweets » des informations fausses était supérieur de 70 % à celui des vraies. Les nouvelles vraies

mettaient en moyenne 6 fois plus de temps que les fausses nouvelles à atteindre la barre des 1500 partages (32).

Aux États-Unis, la politique de lutte contre les fakes news passe en grande partie par la lutte contre les « bots ». Un Bot ou robot est un logiciel qui contrôle un compte Twitter, il peut tweeter, retweeter, favoriser, suivre ou ne plus suivre d'autres comptes, de manière entièrement autonome. Cette étude révèle par ailleurs que ces robots (bots) partageraient autant les vraies que les fausses nouvelles. En effet, les résultats de ces recherches sont identiques, qu'ils intègrent ou non les tweets effectués par des bots, ainsi que l'ensemble de leurs interactions (32).

À l'inverse, d'autres études ont mis en évidence que le fonctionnement des réseaux sociaux via des algorithmes proposant à l'utilisateur du contenu ciblé et personnalisé en fonction de ses choix et préférences contribuait à la création et la dissémination des fake news (28).

On pourrait s'attendre à ce que des éléments intrinsèques au réseau ou aux utilisateurs impliqués dans la diffusion des informations expliquent pourquoi les fausses nouvelles se propagent avec une plus grande vélocité que la vérité. Cependant, la comparaison des utilisateurs impliqués dans les cascades de rumeurs vraies et fausses a révélé le contraire. Les utilisateurs qui propageaient de fausses informations avaient significativement moins de followers, suivaient moins de personnes, étaient moins actifs sur Twitter, étaient sur Twitter depuis significativement moins longtemps et possédaient des comptes moins fréquemment certifiés. Ainsi la fausseté se propageait plus loin et plus rapidement que la vérité malgré ces différences, et non pas à cause d'elles (32).

Mais alors comment expliquer un tel écart de rythme dans la propagation des vraies et des fausses nouvelles ?

Ce phénomène semble être dû au caractère sensationnaliste et nouveau des infos (32). Leurs titres sont étonnants, accrocheurs, sur des sujets souvent d'actualité pour lesquels nous n'avons pas toujours des réponses claires. Ces rumeurs sont souvent simples et rapides, elles satisfont notre besoin immédiat de clarifier un événement. De nombreux biais cognitifs, détaillés dans la partie 2.2.3, entrent par ailleurs en jeu, notre cerveau nous poussant à nous intéresser, si ce n'est à croire, à ces informations.

De plus, l'incertitude est l'élément clé des fake news. Le suivi d'un ensemble de 330 rumeurs (4 842 tweets) avant et après vérification, a montré que les informations dont la véracité était finalement prouvée avaient tendance à se dissiper plus rapidement que celles qui s'avéraient fausses. Une fois la véracité de la rumeur élucidée, le nombre de retweets chutait et le démenti n'était que très peu partagé (28).

En parallèle, une étude publiée en 2015 dans le journal américain de la santé publique a mis en évidence que 8 utilisateurs d'internet sur 10 recherchaient des informations de santé en ligne. Il devient manifeste que les réseaux sociaux jouent un rôle crucial dans la formation des croyances en matière de santé et qu'ils ont le potentiel d'influencer considérablement les décisions médicales prises par de nombreux patients. L'exemple de la propagation des fakes news, au travers du cas pratique de la question des fluorides aux États-Unis, analysé dans cette étude, a mis en évidence l'existence de groupes organisés d'activistes anti-fluorides partageant en masse des informations en

désaccord avec les consensus scientifiques actuels (33). Les chercheurs ont étudié les liens entre les 27 541 membres de 9 groupes Facebook « anti-fluorures » ainsi que la diffusion sociale de ces informations. Ils ont ainsi mis en évidence que dans 60 % du temps, un utilisateur devait suivre 2 à 3 liens pour arriver à la source d'information originale. De plus, un utilisateur avait 12 % de chances de ne pas réussir à revenir à la source originale. Il y avait, en moyenne, un risque élevé que les membres du groupe anti-fluorures de Facebook ayant une interaction (commentaire, mention j'aime, réponse à un commentaire) avec une publication sur un article soient contraints de naviguer sur plusieurs pages pour trouver la publication originale ou ne réussissent jamais à la localiser (33).

Les conclusions tirées de cette étude sont préoccupantes : la forte influence des réseaux sociaux sur les croyances des individus et leurs décisions en matière de traitement médical soulève des questions fondamentales sur la manière dont nous accédons et évaluons les informations présentes sur internet. En effet, les réseaux sociaux offrent une plateforme puissante pour la diffusion de l'information, mais ils exposent également les utilisateurs à un large éventail de contenus, parmi lesquels se trouvent des informations erronées et potentiellement dangereuses. De plus, la difficulté d'accès à la source initiale d'information augmente considérablement la probabilité de diffusion de la désinformation et de la représentation incorrecte du contenu d'un article scientifique. Les utilisateurs interagissant uniquement avec un résumé ou une phrase plus ou moins reformulée sans avoir lu l'intégralité de l'étude.

Par ailleurs, certains auteurs soulignent que les craintes liées aux fakes news semblent être intrinsèquement liées à une vision déterministe et toute-puissante des médias. Comme nous l'avons vu, bien que les motivations à diffuser des rumeurs soient nombreuses, il est essentiel de ne pas négliger l'aspect de la compréhension et de la réception des fakes news (29). L'exposition à une fausse nouvelle n'implique pas nécessairement des changements d'attitude ou de comportement chez les individus qui cliquent (retweet, like, tag...), ni même chez ceux qui les propagent. Le numérique permet de retracer le succès du partage de fakes news sur les réseaux sociaux, mais cela n'induit pas toujours des effets significatifs sur les croyances (29).

En fin de compte, ces recherches mettent en évidence l'importance de la responsabilité individuelle dans la recherche et la diffusion d'informations en ligne. Les utilisateurs doivent être encouragés à vérifier les sources, à remonter à l'origine de l'information et à faire preuve de discernement dans leur consommation médiatique. De plus, les plateformes de médias sociaux ont un rôle essentiel à jouer dans la limitation de la diffusion de fausses informations et dans la promotion de contenus factuels et fiables. En combinant l'éducation des utilisateurs, la régulation des contenus et la responsabilité des plateformes, nous pouvons espérer réduire l'impact des fausses informations sur la santé publique et la société en général.

2.2.3 Fondements psychologiques de l'adhésion aux fausses nouvelles

De nombreux facteurs interviennent dans le mécanisme de l'adhésion aux fausses nouvelles, mais quels sont les déterminants qui favorisent notre croyance en ces infos ?

Si la communauté scientifique a mis en lumière un certain nombre des facteurs qui nous poussent à croire aux fakes news, il semble évident que la totalité des déterminants impliqués n'ont pas encore été analysés, si ce n'est découverts. La complexité et l'importante variabilité de la psychologie humaine rendent les recherches ardues. Les mécanismes qui suivent ne sont pas indépendants de ceux évoqués dans la partie 2.1.3, ils les complètent.

Certains facteurs sont liés à l'environnement des médias et des réseaux sociaux comme l'accessibilité et la vitesse de propagation des fakes news, ou encore l'absence de sélection des informations relayées sur ces plateformes et le fait que les individus puissent être à la fois consommateurs et créateurs de contenu.

D'autres facteurs sont intrinsèques à l'individu, ils sont réunis sous le terme de « facteurs cognitifs ». On peut citer notamment le biais de confirmation, le raisonnement intuitif, l'exposition répétée aux fausses informations, l'absence de connaissances scientifiques. Les facteurs psychologiques regroupent quant à eux l'attrait de la nouveauté, l'état émotionnel des individus face au contenu émotionnel des fakes news. Enfin, des facteurs sociologiques, tels que l'appartenance à une communauté en ligne (ou chambres d'écho) ou le rôle des groupes de pression, ont été identifiés (28).

2.2.3.1 Facteurs environnementaux

Les réseaux sociaux sont un environnement particulièrement propice à la génération et à la propagation rapide des fakes news. Les internautes sont en permanence exposés à une surabondance d'informations, le plus souvent en rapport direct avec l'actualité (32). De plus, et à la différence des médias traditionnels, les informations ne sont pas sélectionnées, elles sont diffusées à partir d'un grand nombre de sources dont la fiabilité n'a pas de lien avec leur popularité. La création de ce « marché public de l'information », où chacun peut créer du contenu et le diffuser largement, remet en question le rôle des « gatekeepers » traditionnels (individus ayant une expertise reconnue tels que les scientifiques ou les journalistes) (28). Ainsi, si de nombreux créateurs de contenus sur les réseaux sociaux ont développé une expertise équivalente et réalisent leurs recherches avec le même sérieux qu'un employé d'un média considéré comme traditionnel ou fiable, d'autres individus ne s'appliquent pas cette rigueur. La variabilité dans la qualité du contenu disponible sur ces plateformes rend floue la frontière entre journalisme professionnel et amateur, entre professionnalisme et amateurisme, entre consommateurs et créateurs d'information.

De plus, comme le révèle une étude allemande réalisée en 2020 (34), la surabondance d'informations augmente la pression psychologique exercée sur les utilisateurs, entraînant alors une augmentation de la probabilité de partager une infox.

Enfin, comme exposé précédemment, l'incertitude joue un rôle essentiel dans la diffusion des fakes news, d'une part lorsqu'une information s'avère vraie, elle a

tendance à ne plus être largement partagée, et d'autre part ces démentis sont peu fréquemment relayés. La faible visibilité des démentis pourrait expliquer pourquoi les rumeurs perdurent dans le temps.

2.2.3.2 Facteurs cognitifs

Notre cerveau, bien qu'incroyablement puissant, est également sujet à une série de biais cognitifs qui peuvent altérer notre perception de la réalité. Parmi ces biais, certains jouent un rôle crucial dans notre aptitude à croire aux fakes news. Ces mécanismes psychologiques, bien que naturels, peuvent nous conduire à accepter des informations trompeuses sans les remettre en question.

Le biais de confirmation permet d'expliquer pourquoi les individus ont tendance à montrer beaucoup moins de discernement face aux fakes news issues de leurs propres systèmes de croyances (partis politique, groupe de pensées, communauté). Le biais de confirmation est notre tendance naturelle à chercher et interpréter des informations qui vont confirmer nos idées et convictions existantes tout en ignorant ou rejetant celles qui les infirmeraient (35). En d'autres termes, cela signifie que l'on peut présenter une information identique à deux individus aux croyances contradictoires et que chacun va l'interpréter comme validant son opinion.

De plus, une exposition répétée à une information favorise la facilité avec laquelle elle est traitée et ainsi la probabilité pour un individu de la juger exacte. Ce phénomène est appelé vérité illusoire (36). Une étude récente sur la familiarisation aux fakes news révélait qu'une préexposition à une infox augmentait de 92,1% la proportion de sujets la jugeant « exacte », passant sur un échantillon de 949 sujets, de 38 à 73 évaluations d'exactitude.

Néanmoins, cette étude met en avant que l'effet de la répétition intervient uniquement dans la croyance des informations douteuses. En effet, devant une information très peu plausible, les sujets ne suivaient plus leur intuition, mais leurs connaissances (36). De manière plus générale, les individus qui font appel à un raisonnement analytique plutôt qu'à une pensée intuitive sont moins susceptibles d'être influencés par les titres ou le contenu d'articles où figurent de fausses informations. Avoir un esprit critique développé et réfléchir constitue donc une défense contre les fakes news. Cependant, sur les réseaux sociaux, la pensée analytique est rarement sollicitée en raison du temps limité que les personnes consacrent à la lecture des actualités (36). De plus, nous avons tendance à croire les informations partagées, que ça soit par des personnes connues ou influentes sur les médias ou par nos amis, notre famille ou les membres de notre communauté. Ce phénomène est lié, pour les premiers, à l'argument d'autorité : on peut citer l'exemple du virologue exerçant à Marseille qui, en publiant de fausses informations sur l'hydroxychloroquine (HCQ) a déclenché une vague de fake news. Pour la seconde catégorie, on parle plutôt d'influence sociale.

2.2.3.3 Facteurs psychologiques

Notre personnalité et notre psychologie jouent un rôle crucial dans la façon dont nous traitons les informations et certains de ces aspects peuvent nous rendre plus vulnérables à la propagation des fausses informations. Comprendre ces dynamiques permet de mieux appréhender les mécanismes sous-jacents qui contribuent à la diffusion des infox.

L'utilisation des émotions pour intéresser l'audience est une stratégie bien établie dans de très nombreux domaines allant du marketing au journalisme en passant par la politique ou encore l'art. En effet, les informations qui suscitent des émotions fortes, qu'elles soient positives (comme la joie) ou négatives (comme la colère ou la peur), ont tendance à captiver davantage notre attention et à être mémorisées plus facilement. Une étude a examiné près de 7 000 articles (37), parus dans le New York Times entre le 30 août et le 30 novembre 2008, et a cherché une corrélation entre le nombre de partages effectués depuis le site du journal et l'émotion suscitée par l'article. Ces recherches ont mis en évidence que le contenu qui suscite l'admiration est plus viral que le contenu qui suscite de la tristesse. De manière générale, les émotions fortes (appelées émotions à haute activation) sont positivement associées à la viralité. Ainsi les histoires qui suscitent la joie, l'anxiété, la colère ont plus de chances de figurer sur la liste des articles les plus envoyés par email.

Des résultats similaires ont été mis en évidence par un autre groupe de chercheurs. Ils ont évalué la relation entre l'état émotionnel de 409 individus et leur perception de l'exactitude de 20 déclarations vraies et fausses. Dans l'ensemble, leurs résultats indiquent que, pour presque toutes les émotions évaluées, une émotion forte est associée à une croyance accrue dans les fausses informations. Une plus grande émotivité prédit un discernement réduit entre les actualités réelles et fausses. De plus, les participants chez qui une confiance en leurs émotions a été induite a encore plus augmenté leur vulnérabilité aux fakes news (et non aux vraies informations) (38).

Par ailleurs, des traits de personnalité tels que l'impulsivité, la prise de décision hâtive et la rigidité dans les croyances sont liés à une plus grande probabilité d'adhésion aux idées infondées (39). La confiance interpersonnelle semble jouer aussi un rôle, une moindre confiance envers les autres étant associée à une adhésion accrue aux théories du complot (40). La propension d'un sujet à utiliser un mode de pensée dite « intuitive » plutôt qu'une pensée analytique s'est révélée être un facteur prédictif de croyances aux fakes news (39). En effet, évaluer la valeur de vérité d'une proposition intuitive et la comparer à des hypothèses alternatives pour déterminer laquelle est la plus susceptible d'être vraie revient à remettre en question ses intuitions. Cette démarche nécessite des efforts métacognitifs importants. D'une part, car l'analyse critique d'une information scientifique complexe est difficile pour les individus n'ayant pas les connaissances requises. Et d'autre part, car la remise en question de ses croyances n'est pas naturelle pour l'esprit humain qui a plutôt, comme vu précédemment, une tendance naturelle à l'auto-confirmation.

En résumé, les émotions, les traits de personnalité et les modes de pensée jouent un rôle crucial dans la réception de l'information et la propension à croire en des informations erronées.

2.2.3.4 Facteurs sociologiques

Enfin, le milieu dans lequel évolue un individu, son niveau socio-culturel ainsi que d'autres variables sociologiques ont une incidence sur notre propension à adhérer aux fausses nouvelles.

L'impact de l'environnement social n'est pas négligeable. Un phénomène tel que celui de « la chambre d'écho » peut survenir : il s'agit d'un environnement au sein duquel l'opinion, l'apprentissage politique ou les croyances des utilisateurs sont renforcés par leurs interactions répétées avec des pairs ou des sources similaires (28). Dans ces espaces, virtuels ou réels, les individus sont exposés à des informations qui renforcent leurs croyances et les isolent des points de vue contradictoires (40).

Dans le cadre de la pandémie de COVID-19 plusieurs vagues de désinformations ont été successivement observées, ce qui a poussé des équipes tout autour du globe à entamer des recherches à ce sujet ; offrant une large bibliographie réunie dans une revue systématique de la littérature publiée par le journal « Social Science & Medicine » (40). Ainsi, l'impact, dans les croyances conspirationnistes liées à la COVID-19, de nombreuses différences individuelles, telles que les facteurs sociodémographiques, notamment l'âge, le genre, l'origine ethnique, le revenu et le niveau d'éducation, ont été explorées. Si ces études sont unanimes sur l'impact du revenu dans les croyances aux fausses informations liées à la COVID-19, les personnes avec un revenu plus faible ayant tendance à adhérer davantage aux théories du complot, les résultats sont contradictoires lorsqu'ils se penchent sur d'autres facteurs. Tandis que les jeunes ont tendance à accorder plus de crédit aux théories du complot liées à la COVID-19 dans certaines études, les personnes âgées le font dans d'autres. Certaines études révélaient que les femmes étaient plus susceptibles d'adopter de telles croyances, notamment des études utilisant des échantillons multi natifs, des échantillons de Turquie, de Jordanie, du Koweït, de Grèce et d'Arabie saoudite, tandis que pour un grand échantillon aux États-Unis, les hommes étaient plus susceptibles d'adhérer à ces fake news (40).

Enfin, il est important de mentionner que la communication, y compris sur les questions scientifiques, peut servir à d'autres fins que l'information, comme cultiver des relations sociales ou démontrer son appartenance à un groupe (39). La rumeur devient alors un phénomène normal de communication dans lequel les acteurs sont actifs sans être nécessairement crédules (29). Dans cette perspective, la rumeur n'est pas forcément l'objet de croyance, mais peut-être un moyen de socialiser, de donner du sens collectivement à un événement et d'envisager des versions alternatives. De même, la propagation de rumeurs peut s'effectuer dans le but de négocier sa place au sein d'un groupe (29). Dans ce contexte, l'objectif n'est plus de transmettre une information et la communication n'est alors plus nécessairement associée à une forte présomption de vérité. On observe, notamment sur les réseaux sociaux, des groupes « pro- » ou « anti- » dont la majorité des publications n'orientent pas leurs efforts de raisonnement vers la recherche de la vérité. Au lieu de cela, les partisans auront tendance soit à rassembler des arguments susceptibles de justifier leur position, soit à sociabiliser avec des membres ayant les mêmes opinions, soit à dénigrer leurs « adversaires de pensée » (39).

Ainsi, les facteurs sociologiques et environnementaux jouent un rôle significatif dans la propension des individus à adhérer à des fausses informations. Les chambres d'écho peuvent renforcer les croyances en isolant les individus des opinions contradictoires. Un niveau socio-économique faible montre quant à lui une tendance à la croyance aux fausses informations liées à la COVID-19. Enfin, la communication elle-même peut être utilisée à d'autres fins que l'information objective, ce qui peut

contribuer à la propagation des fake news, en particulier sur les plateformes de médias sociaux. Comprendre l'ensemble de ces facteurs est essentiel pour élaborer des stratégies efficaces visant à lutter contre la désinformation.

2.3 Analyse critique des controverses liées au fluor

2.3.1 Neurotoxicité du fluor et impact sur le quotient intellectuel (QI)

L'une des principales théories conspirationniste vis-à-vis du fluor concerne le fait que celui-ci serait un « répressif majeur des fonctions intellectuelles ». Elles mettent notamment en avant le fait qu'il ferait partie des ingrédients du Prozac et du gaz de Sarin, un gaz classé comme une arme de destruction massive par l'Organisation des Nations-Unies. Un autre argument mis régulièrement en avant est celui d'une prétendue fluoruration de l'eau dans les camps de concentration érigés par le régime nazi, dans le but « d'abrutir et d'assurer la docilité des prisonniers ».

Que dit la science ?

De nombreuses études mettent en relation une baisse du QI des enfants et la consommation de fluor. Deux études sont souvent mises en avant.

La première, une revue d'article de 2006, cherchait à mettre en évidence des produits chimiques pouvant jouer un rôle dans l'apparition de troubles du neurodéveloppement tels que l'autisme, le trouble du déficit de l'attention, la déficience intellectuelle et la paralysie cérébrale. Ces travaux partent de l'hypothèse que, si quelques produits chimiques industriels, comme le plomb, le méthyl-mercure, les polychlorobiphényles, l'arsenic et le toluène, sont reconnus comme des causes de troubles du neurodéveloppement et de dysfonctionnement cérébral, l'exposition à ces produits chimiques au cours du développement fœtal précoce pourrait provoquer des lésions cérébrales à des doses bien inférieures à celles nécessaires pour affecter la fonction cérébrale chez l'adulte. Cette étude inclut le fluor dans une liste de « 201 composants connus pour causer une neurotoxicité chez l'Homme » (41). Au sujet du fluor, l'article stipule que, si cette affirmation a été vérifiée chez certaines espèces animales, le fluor n'est pas répertorié dans le groupe des substances prouvées comme étant neurotoxiques chez l'Homme. Ainsi, ils évoquent trois études, l'une réalisée sur 222 enfants âgés de 8 à 13 ans exposés au fluor avec des QI « nettement plus faibles » que 290 témoins non exposés (42). L'autre, plus petite, portant sur 118 enfants du même âge avec des résultats similaires (43). La troisième portant sur 477 écoliers issus de 22 villages suggérait que des concentrations extrêmes (très élevées ou très faibles) soient associées à des déficits de QI par rapport aux enfants exposés à des concentrations « normales » (inférieures à 1 mg/L) (42). Les auteurs alertent cependant sur le fait que ces études n'ont pas pris en considération « les possibles biais ». Ils concluent en suggérant que « des recherches plus approfondies soient menées ».

La seconde étude mettant en relation la consommation de fluor et une éventuelle baisse de QI est une méta-analyse datant de 2012 qui compile 25 études chinoises (incluant les 3 études citées précédemment) et 2 études iraniennes réalisées sur une période de 22 ans. Les populations étaient toutes exposées (ou non) au fluor via

l'eau consommée, sauf pour deux cohortes qui étaient exposées (ou non) au fluor provenant de la combustion du charbon (44). La méta-analyse conclut à une association inverse entre une exposition élevée au fluor et l'intelligence des enfants. Ainsi, une exposition à des **taux élevés** de fluor pourraient avoir un impact négatif sur le neurodéveloppement des enfants, cependant les auteurs ajoutent que ces études sont de basse qualité et que des potentiels biais n'ont pas été explorés. De plus, les niveaux de fluoration de l'eau dans les groupes considérés comme « QI faible » et « QI élevé » présentaient des variations importantes.

Dans la majorité de ces études, les groupes considérés comme « groupes témoins » consommaient une eau avec un taux identique voir supérieur à ceux actuellement utilisés en Europe (44). En effet, dans des pays où la supplémentation de l'eau en fluor est pratiquée, comme au Canada ou aux États-Unis, le taux de fluor se situe entre 0,5 et 1 mg/L. En France, 85% des habitants vivent dans des communes où les eaux de distribution ont une quantité de fluorures inférieure ou égale à 0,3 mg/L et une teneur maximale autorisée fixée à 1,5 mg/L. Dans ces études, le taux de fluor dans l'eau consommée par les groupes « témoins » (c'est-à-dire « sans fluor ») analysés se situe quant à lui entre 0,34 et 2,5 mg/L.

Ainsi, ces résultats ne peuvent absolument pas être transposés aux enfants français, ni même européens, exposés au fluor dans une bien moindre mesure.

Ces résultats parfois discutables, ont ensuite été extrapolés par les individus anti-fluor et ont été tournés de sorte à dénigrer le fluor. Aucun fondement scientifique ne confirme cette théorie et les études fiables n'évoquent qu'une très légère baisse de QI, loin de la chute considérable de l'intelligence, abrutissant des populations entières (45).

Une seule étude néo-zélandaise (46) statue sur l'absence totale de lien entre la consommation de fluor (via la fluoration de l'eau, l'utilisation de dentifrice fluoré et même une consommation de fluor par voie systémique) et d'éventuels troubles cognitifs. Les scientifiques expliquent la différence de résultat par un biais que les autres études n'ont pas pris en compte : le statut rural ou urbain des participants. Le QI des populations dites « rurales » est souvent moins élevé que celui des populations dites « urbaines ». Cela peut être notamment expliqué par une quantité d'opportunités éducatives plus importantes dans les villes que dans les banlieues. En parallèle, et sans avoir de lien avec la notion de QI, la qualité de l'eau est bien souvent meilleure, car davantage contrôlée, dans les zones urbaines que rurales (16).

De plus, il est essentiel de noter que toutes ces études utilisent l'indicateur du « QI » or cette notion ne fait pas totalement consensus. David Cohen, professeur à l'université d'Amsterdam, soulevait notamment la question : « Les tests d'intelligence mesurent-ils réellement l'intelligence ? Ou bien l'aptitude à passer des tests ? »

Bien que cette notion soit relativement reproductible, elle n'est pas totalement stable. En effet, le QI de certains enfants se modifie au cours du temps, indépendamment de facteurs génétiques ou développementaux (47). Une étude de Moffitt et al. évoque les changements spontanés du quotient intellectuel. Dans le cadre de cette étude, des enfants néo-zélandais ont passé un test de QI à 7, 9, 11 et 13 ans. Si 86,5% des sujets présentaient un QI relativement stable, 13,5% des sujets ont obtenu un score avec une variation supérieure à l'écart type (15 points et plus) dont la majorité vers le haut. Si la variabilité à long terme demeure selon eux modeste, celle à court terme est plus importante. Cet écart est aujourd'hui difficile à interpréter et semble être lié à des

erreurs de mesure, une moindre motivation du sujet ou des perturbations affectives au moment du test (48).

Une revue de littérature de Grandjean publiée en 2019, prenant en compte à la fois les 27 études de la méta-analyse réalisées en 2012 et 14 nouvelles études menées depuis dans plusieurs pays dont la Nouvelle-Zélande, le Mexique et le Canada, met tout de même en évidence que le fluor, consommé via l'eau fluorée à de fortes doses, par la mère lors du développement fœtal et précocement par le jeune enfant est neurotoxique et pourrait influencer sur ses capacités intellectuelles futures (49). Leurs calculs mettent en évidence une différence moyenne standardisée (DMS) de -0,45 entre les groupes « témoins » et « exposés ». Compte tenu de l'écart type et de l'échelle du QI, qui est de 15, une DMS de -0,45 correspondrait à une perte de 6,75 points de QI (49). Plus spécifiquement, dans une étude réalisée sur 299 paires mère-enfant à Mexico, une augmentation de 0,5 mg/L de fluor dans les urines maternelles était associée à une diminution du QI de l'enfant de 2,5 points ($p=0,03$). La concentration urinaire en fluor était mesurée à chaque trimestre de la grossesse et le QI des enfants était mesuré à 4 ans, puis entre 6 et 12 ans (49).

Il est essentiel d'agir avec précaution afin de limiter toute exposition excessive chez les fœtus et les jeunes enfants, la barrière hémato-encéphalique n'étant complètement formée qu'après l'âge de 6 mois (45). Les premières années de vie sont également déterminantes pour le développement des fonctions cognitives, comme l'évoque l'étude canadienne (50) qui démontre une altération du QI chez les enfants de moins de 6 mois exposés à une augmentation du taux de fluor consommé de manière systémique de 0,5 mg/L.

Cependant, pendant les six premiers mois de vie, le brossage des dents n'est pas nécessaire car aucune dent n'est encore présente. Entre l'âge de six mois et deux ans, la quantité recommandée de dentifrice est équivalente à un grain de riz, ce qui n'est pas suffisant pour entraîner des problèmes cognitifs futurs chez l'enfant. La principale source d'exposition potentiellement nocive au fluor pour les jeunes enfants provient de l'eau potable. Or, il convient de noter que l'eau de consommation en France n'est pas fluorée artificiellement. L'exposition au fluor de la femme enceinte et du jeune enfant doit être limitée et surveillée. La prescription de fluor médicamenteux, par voie systémique, n'est recommandée ni pour l'un ni pour l'autre.

Ainsi, dans l'état actuel des connaissances, rien n'indique que le dentifrice et les produits dentaires en général, utilisés correctement, puissent être responsables de troubles cognitifs chez les enfants.

2.3.2 Fluorose dentaire et osseuse

2.3.2.1 Fluorose dentaire

Parmi les raisons invoquées par les patients pour rejeter l'utilisation du fluor, on retrouve des préoccupations concernant des « taches sur les dents » provoquées par le fluor. Des craintes quant au risque de fluorose osseuse « qui rend les os cassants » sont aussi souvent mises en avant. Ces assertions sont largement diffusées par les médias, mais se fondent-elles sur des bases solides ?

La fluorose légère se caractérise par des stries blanchâtres ou des taches sur la surface de la dent. Les fluoroses plus sévères présentent quant à elles des zones poreuses hypo-minéralisées de grande taille, des puits, des sillons et des décolorations secondaires sur la surface de l'émail (17).

Ces défauts sont dus à une hypominéralisation de subsurface de l'émail, provoquée par une ingestion trop importante de fluor au cours de la formation de l'émail. La fluorose dentaire est l'unique effet secondaire du fluor qui peut être causé, de façon certaine, par les produits utilisés en odontologie, elle apparaît principalement lors des surdosages de fluor durant les phases de sécrétion et de maturation de l'amélogénèse qui ont lieu avant 6 ans (45). Ce risque ne concerne donc que les enfants de moins de 6 ans.

Au cours de la formation de l'émail, le fluor peut interagir différenciellement avec les cellules et la matrice cellulaire selon la quantité et la durée d'exposition aux fluorures. Les principaux constituants de la matrice extracellulaire de l'émail sont les amélogénines, les améloblastines et les énamélines, qui jouent un rôle essentiel dans le processus de minéralisation de l'émail. Les amélogénines représentent la grande majorité des protéines dans cette matrice, soit environ 90 à 95% (17). Ces protéines sont ensuite hydrolysées par des enzymes matricielles, ce qui permet le remplacement de la matrice protéique par une structure minérale organisée : les cristaux d'hydroxyapatites (17). Dans la fluorose dentaire, on observe une réduction de l'activité des enzymes matricielles, ce qui entraîne une accumulation de protéines, en particulier les amélogénines, lors de la phase de maturation de l'émail. Cette accumulation est proportionnelle à la quantité de fluorures ingérée (17). La rétention d'amélogénines va retarder la phase de minéralisation finale de la matrice amélaire.

Histologiquement, la fluorose se caractérise par une hypominéralisation de subsurface de l'émail. L'émail en surface, lui, est hyperminéralisé ou dans certains cas, poreux. Cette succession de couches d'émail hypominéralisé et d'émail hyperminéralisé est caractéristique de la pathologie. Plus le cas est sévère, plus l'atteinte est proche de la jonction émail-dentine et donne un aspect d'émail « piqueté » avec la présence de puits ou sillons (51).

Dans le monde, de nombreux individus sont touchés par la fluorose dentaire. Cette pathologie était considérée jusqu'aux années 1990 uniquement comme un problème « cosmétique » (17). Selon l'étude de Ayoob et al. la fréquence de la fluorose dentaire en Asie du Sud et en Afrique est évaluée à 48% dans les régions où la concentration en fluorures dans l'eau est de 1 ppm, avec 12,5% de cas ayant un impact esthétique, comparativement à 15% dans les zones non fluorées, où 6,3% présentent un impact esthétique (52). Une seconde étude évaluait en 2005 que 23 % des personnes aux États-Unis âgées de 6 à 39 ans présentaient une fluorose de l'émail très légère ou plus prononcée (53).

Cependant, dans ces études, la fluorose dentaire peut être imputée à un excès d'apport fluoré systémique via l'eau de consommation. Cette pratique n'est encore une fois pas appliquée en France. Une revue systématique de la littérature réalisée par Cochrane a mis en évidence qu'il existe des preuves faibles et peu fiables selon lesquelles l'utilisation de dentifrice fluoré chez les enfants de moins de 12 mois puisse être associée à un risque accru de fluorose. Ils recommandent que le niveau de fluorures dans le dentifrice destiné aux jeunes enfants soit inférieur ou égal à 1 000 ppm (54).

De nombreuses études démontrent que le dentifrice fluoré est plus efficace que le dentifrice non fluoré pour lutter contre la carie. Il convient de pondérer les bénéfices apportés par un apport en fluor quotidien avec les risques de fluorose dentaire liés à cet apport. Un dentifrice trop faiblement dosé en fluor ne suffit pas à combattre les caries sans pour autant entraîner de réduction significative du risque de fluorose dentaire (55). La revue Cochrane de Wong et al. affirmait même, en 2010, que le risque de fluorose dentaire serait identique pour un dentifrice à 1 450ppm que pour un dentifrice à 400ppm tout en augmentant le risque de développer des caries (54). En revanche, un dentifrice avec un taux de fluor trop élevé augmenterait de manière considérable le risque de fluorose dentaire. Ces résultats méritent cependant d'être appuyés par de nouvelles études (55).

Bien que les produits utilisés en odontologie puissent être à l'origine d'une fluorose dentaire, il est essentiel de considérer la globalité des apports en fluor comme des causes potentielles de fluorose. Selon Carey (56) chez les enfants entre 1 et 7 ans, 40% des apports en fluor proviendraient de l'eau tandis que seulement 20% seraient issus du dentifrice, le reste provenant de la nourriture (entre 10 et 20%) et de la boisson (environ 20%). Il n'est donc pas pertinent, par peur de la fluorose dentaire, de rejeter l'utilisation des dentifrices fluorés sans considérer ni ses avantages ni les autres sources de fluor. Tout est une question de dosage.

Concernant la présence de fluor dans l'eau d'alimentation, celle-ci est principalement d'origine naturelle, en particulier dans les eaux souterraines, où il se trouve sous forme d'ions fluorures (F⁻) par dissolution au contact des roches. Les recommandations relatives à la fluoration de l'eau sont basées sur l'apport total de fluorures pour les enfants de moins de 8 ans. Comme vu précédemment, la période de sécrétion et de maturation de l'amélogénèse ayant lieu avant 6 ans, tout est mis en œuvre, en Europe, pour limiter ce risque au minimum (9). Pour rappel, l'eau de distribution, en France, n'est pas artificiellement fluorée. La concentration limite acceptée est fixée à 1,5 mg/L, au-delà la population doit être informée et conseillée sur son utilisation. Les eaux embouteillées possédant un taux de fluor élevé ont l'obligation de l'indiquer clairement sur leurs étiquettes. Afin de limiter au maximum les risques de fluorose, depuis 2006, le CDC (Center of Disease Control and Prevention) et l'ADA recommandent d'utiliser de l'eau à faible teneur en fluorures dans les préparations pour nourrissons afin d'éviter de les exposer à des quantités excessives de fluorures. Il est raisonnable d'étendre cette recommandation aux enfants de moins de 8 ans (15).

Les apports systémiques sont quant à eux uniquement réservés aux enfants avec un risque carieux élevé, après un bilan des apports fluorés. Cette prescription est faite, dans certains cas particuliers, après une évaluation minutieuse de la balance bénéfice-risque afin de permettre au mieux de préserver l'organe dentaire de la maladie carieuse tout en évitant un surdosage et la fluorose dentaire qui pourrait en découler.

Concernant les apports globaux de fluor, les recommandations sont très claires :

La dose à ne pas dépasser pour éviter tout risque de fluorose est de 0,05 mg/j par kg de poids corporel, tous apports confondus, sans dépasser 1 mg/j (donnée OMS). En pratique, les apports doivent être uniquement topiques et avec une concentration et une quantité adaptée à l'âge de l'enfant. Avant 6 ans : deux brossages par jour, sous la surveillance d'un adulte en recrachant l'excès de dentifrice sans le rincer. Le brossage doit être effectué avec une brosse adaptée à l'âge de l'enfant et en y appliquant une dose de dentifrice à 1 000 ppm équivalente à une « trace » avant 3 ans et « un petit pois » après 3 ans ou pour les enfants avec un risque carieux élevé. Après 6 ans, cette concentration pourra être augmentée progressivement afin de lutter au mieux contre la carie dentaire sans risque de fluorose. 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 (15).

2.3.2.2 Fluorose osseuse

La fluorose osseuse est une ostéopathie métabolique chronique rare caractérisée par une fixation massive de fluorures dans les os. Cette maladie résulte de l'ingestion (ou plus rarement de l'inhalation) prolongée de fortes quantités de fluor. La fluorose osseuse est souvent asymptomatique et est généralement découverte fortuitement lors d'examens radiologiques (57). Sa gravité réside dans le développement de déformations squelettiques et de complications neurologiques. Elle présente une large gamme de manifestations, notamment des douleurs osseuses diffuses, une mobilité limitée, une ostéocondensation ou une ostéopénie.

Radiographiquement, elle est principalement caractérisée par des modifications osseuses avec une ostéocondensation et ultérieurement l'ossification de nombreux ligaments et membranes interosseuses. La fluorose squelettique n'est pas cliniquement évidente et peut être confondue avec d'autres troubles rhumatologiques. Sa prise en charge se concentre généralement sur le simple traitement des symptômes (57).

À de faibles doses (environ 23 mg/jour), le fluor peut avoir une action thérapeutique et était autrefois prescrit pour le traitement de l'ostéoporose (57). Il est principalement absorbé via les tractus gastro-intestinal et respiratoire, une fois dans le squelette, il a une demi-vie longue d'environ 7 ans. De fortes expositions systémiques au fluor sur plusieurs années peuvent avoir des effets toxiques et provoquer une fluorose osseuse caractérisée par une ostéosclérose, des calcifications des ligaments et souvent une ostéoporose, une ostéomalacie ou une ostéopénie associée (53).

Peu d'études traitent des conditions d'apparition de la fluorose osseuse. Les rares articles à ce sujet proviennent de zones chaudes où l'eau contient un taux de fluor très élevé : la sévérité de la pathologie serait liée à différents facteurs tels que la teneur en fluor de l'eau, la quantité d'eau consommée, la qualité de cette eau et le statut nutritionnel de l'individu (45). De plus, les efforts visant à comprendre les actions des fluorures dans les cellules, les tissus et les organismes ont été entravés par la multiplicité des formes de fluor auxquelles nous sommes exposés, tels que les différents sels de fluorures (AlF₃, BeF₂ ou NaF) ou de fluorures organiques (53).

Les doses seuils, pouvant déclencher cette pathologie, sont d'autant plus difficiles à déterminer que plusieurs études épidémiologiques ont confirmé l'existence de polymorphismes génétiques et d'un schéma de susceptibilité à la fluorose variable d'un individu à l'autre aux mêmes expositions. Ces études ont mis en évidence que des

variants génétiques dans des gènes tels que la métalloprotéinase 2 de matrice, la glutathion S-transférase pi 1, la prolactine, le récepteur de la vitamine D et la myéloperoxydase peuvent augmenter le risque de fluorose chez les individus surexposés aux fluorures (57).

Par ailleurs, le fluor peut présenter des actions biphasiques, c'est-à-dire mitogènes à faibles concentrations et toxiques à des concentrations plus élevées, compliquant notre compréhension de ses effets physiologiques. Les effets néfastes du fluor sur les cellules dépendent de la concentration, de la durée de l'exposition et du type cellulaire. Des expositions allant jusqu'à 1 mM de NaF n'ont pas réussi à induire des ARN de réponse au stress ni à déclencher l'apoptose dans la lignée cellulaire d'odontoblastes de souris M06-G3 (58), alors que 1 mM de NaF a induit le stress oxydatif et l'apoptose dans les neurones hippocampiques primaires de rats (59). Lorsque du fluor est implanté *in vivo* aux cristaux osseux, il y a une augmentation de la formation osseuse nouvelle lorsque le pourcentage de fluorures est faible (0,5 % en poids) ; cependant, lorsque le pourcentage de fluorures est plus élevé (2,23 % en poids), la formation osseuse nouvelle améliorée est annulée (53).

Le fluor peut interagir directement avec la matrice minérale de l'os de manière physico-chimique. Environ 50 % des fluorures disponibles sont incorporés dans des cristaux d'hydroxyapatite (57). L'ion fluor remplace alors l'ion hydroxyde pour former des fluorapatites. La conversion de l'hydroxyapatite en cristaux de fluorapatite modifie ses propriétés physico-chimiques et biologiques en lui conférant une taille plus grande et une plus grande cristallinité, mais aussi une moins grande solubilité que le cristal d'origine (57) ainsi qu'une réduction des propriétés mécaniques (53). Cette modification entraîne une augmentation de la masse osseuse, cependant l'os formé semble manquer de structure et de résistance (53). Le fluor peut aussi agir sur l'activité des ostéoblastes (57) et des ostéoclastes *in vivo* et *in vitro* (53). En régulant certains facteurs, tels que Runx2 et RANKL, il influence le renouvellement osseux (57). Il influence également l'expression de l'ostéocalcine et de l'ostéoprotégérine et peut augmenter l'activité des ostéoblastes (53).

La fluorose osseuse se divise en quatre stades distincts : un stade pré-clinique et trois stades cliniques numérotés de 1 à 3 (45).

- Les stades pré-clinique et clinique 1 se caractérisent par une augmentation de la densité osseuse qui peut être observée sur des radiographies.
- Au stade 2, cette densité osseuse accrue s'accompagne de symptômes tels que des douleurs sporadiques, une raideur articulaire, une ostéosclérose touchant le bassin et la colonne vertébrale (45).
- Le stade 3 est marqué par des douleurs articulaires chroniques, de l'arthrite, des calcifications des ligaments, ainsi qu'une ostéosclérose de l'os spongieux (45).

Cependant, il est important de noter que les stades 2 et 3 sont extrêmement rares, même aux États-Unis où la concentration en fluor dans l'eau de consommation peut parfois dépasser les 2 mg/L (45).

Les premiers symptômes de la fluorose osseuse peuvent apparaître lorsque la concentration en fluor dans l'eau atteint environ 4 mg/L, tandis que son diagnostic est généralement confirmé lorsque cette concentration atteint environ 10 mg/L, avec un risque variable en fonction de l'individu et de ses habitudes (45).

Plusieurs études révèlent que la consommation d'eau fluorée à 1 ppm n'affecte pas la solidité des os, leur densité minérale ou encore le risque de fracture (60-63). Une

étude réalisée sur 473 277 sujets en Suède affirme notamment que l'eau de consommation, quelle que soit sa teneur en fluor (de moins de 0,3 mg/L à plus de 1,5 mg/L), n'est pas associée à un risque de fracture de hanche plus élevé (61). Aucune étude ne cherche à mettre en relation les fluoroses osseuses et le fluor utilisé dans le cadre de la prévention des caries dentaires, les doses utilisées n'étant pas compatibles avec une telle pathologie.

Quelques cas de fluorose osseuse liés à la consommation de dentifrice peuvent tout de même être cités :

(64) : Cas d'un homme Américain de 52 ans avec une obsession de l'hygiène orale se brossant les dents minimum 6 fois par jour avec un dentifrice fluoré.

(65) : Cas d'une femme de 53 ans consommant une quantité excessive de thé noir minimum 6 tasses par jours depuis l'âge de 6 ans associé à une utilisation de dentifrice fluoré.

(66) : Cas d'une femme de 45 ans qui se brossait les dents 18 fois par jour et avalait le dentifrice qu'elle trouvait de goût agréable. Elle consommait un tube de dentifrice tous les 2 jours, ce qui correspond à une quantité de fluor susceptible d'être avalé de 68,5 mg par jour.

Ces rares cas illustrent bien que le **dentifrice peut-être à l'origine d'une fluorose osseuse, mais uniquement lorsque celui-ci est utilisé de manière déraisonnée ne reflétant absolument pas la dangerosité réelle du produit**. De plus, la fluorose squelettique serait réversible si l'exposition au fluor était arrêtée (45).

L'Académie Nationale de Médecine des États-Unis a établi qu'une dose de 10 mg de fluor par jour pendant 10 ans ou plus peut entraîner des modifications squelettiques compatibles avec une fluorose squelettique préclinique ou de stade 1 (67). Or dans un dentifrice à 1450 ppm de fluor, il y a 1,45 milligramme de fluor par gramme de dentifrice. Un tube de 75g de dentifrice contient donc environ 108 mg de fluor. **Ainsi, il faudrait ingurgiter 1 tube en 10 jours pendant 10 ans ou plus pour entraîner une fluorose osseuse.**

2.3.3 Impact du fluor sur la thyroïde et sur le risque de développer un cancer osseux

Les détracteurs du fluor mettent souvent en avant que son ingestion entraînerait un changement de « conformation de l'architecture de base des os humains » et qu'il serait apte à « dérégler la thyroïde ».

Les impacts d'un défaut d'activité de la glande thyroïdienne sont nombreux.

L'hyperthyroïdisme est un état hypermétabolique dû à un excès d'hormone thyroïdienne active dans les tissus. Lorsque cette quantité excessive est causée par une hyperfonction thyroïdienne ou une tumeur, on parle d'hyperthyroïdisme. Les symptômes cliniques de l'hyperthyroïdisme comprennent la nervosité, des troubles menstruels, des émotions instables, de légers tremblements des mains, une peau chaude et humide, une intolérance à la chaleur, une perte de poids, une augmentation de l'appétit et une diminution de la force. Des troubles cardiopulmonaires sont souvent présents, avec notamment des difficultés respiratoires, une fréquence cardiaque élevée,

des palpitations et, dans les cas graves, une insuffisance cardiaque peut survenir.

L'hypothyroïdisme peut être classé comme un trouble primaire s'il est causé par un processus pathologique détruisant la glande thyroïde (glande thyroïde atrophiée ou absente en raison d'une chirurgie, d'une ablation par radio-isotopes, de la destruction par des anticorps auto-immuns ou de troubles de la croissance) ; ou comme un trouble secondaire s'il est dû à une déficience de la sécrétion de TSH par l'hypophyse. Les manifestations cliniques de l'hypothyroïdie chez les adultes et les jeunes comprennent la fatigue, une voix rauque, une intolérance au froid, une transpiration réduite, une peau froide et sèche, un visage enflé, un mouvement lent, une activité motrice lente, ainsi que des retards intellectuels et des réflexes lents (68).

Bien qu'aucune recherche n'ait été effectuée quant à l'impact des produits d'usage dentaire sur la thyroïde, deux revues de la littérature démontrent un lien de causalité entre consommation excessive de fluor et des troubles thyroïdiens. Le fluor, par son électronégativité supérieure à l'iode, interagirait préférentiellement avec la thyroïde, et altérerait ainsi le fonctionnement normal de la glande, perturbant les taux d'hormones sécrétés (45).

La première revue, incluant 10 articles publiés entre janvier 1981 et novembre 2015, conclut à une corrélation positive entre l'excès de fluor et l'hypothyroïdie (69). Les auteurs soulignaient que parfois, les zones endémiques à forte teneur en fluorures, peuvent entraîner une consommation excessive de celui-ci, résultant invariablement en des conséquences négatives mal définies dans ces pays aux ressources limitées et sans surveillance adéquate des eaux de distribution. Dans l'ensemble, six études ont montré une élévation significative des taux de TSH ainsi qu'une baisse des taux de T3 et T4. Dans la plupart des études, la valeur moyenne de la TSH dans le groupe surexposé au fluor était significativement plus élevée que celle du groupe témoin (69). Deux études ont quant à elles montré un état d'hyperthyroïdie plutôt qu'une hypothyroïdie (69). Les groupes « exposés » consommaient des eaux avec des concentrations entre 2 et 11 mg/L, 87 et 184 mol/L, 1 et 6,53 ppm. Les groupes « contrôles » étaient exposés à des eaux contenant entre 0,23 et 1 mg/L, 26 et 75 mol/L, 0,5 et 1 ppm de fluor. 3 études ne fournissaient pas les concentrations en fluor de l'eau consommée par les groupes contrôle.

La seconde revue de la littérature publiée en 2008 combine les résultats de recherches menées sur l'Homme et l'animal (68). Ils mettent en avant que chez 90 enfants exposés à une eau fluorée de 1,1 à 14,3 ppm, les taux de fluor dans le sang et dans les urines variaient. De plus, chez 49 de ces enfants, les taux d'hormones TSH, T3 et T4 présentaient une variation significative par rapport à la norme. Mettant en évidence que les enfants exposés à un excès de fluorures peuvent connaître des modifications du taux d'hormones thyroïdiennes avec, en moyenne, un taux de TSH plus élevé, de T4 normal et des variations des niveaux de T3. Ensuite, chez 32 jeunes porcs, répartis en trois groupes de 8, traités avec un régime aux fluorures contenant 100, 250 et 400 mg/kg de NaF pendant 50 jours, la comparaison avec les témoins montre une diminution de poids et du taux de T4 sécrété, ainsi qu'une augmentation du TSH (sans changement des taux de T3). Enfin, chez 288 rats mâles soumis à 9 types d'eau potable différents pendant 100 et 150 jours, l'expérience révèle, en présence de fluor, une tendance à l'inhibition de la sécrétion de l'hormone T3, ainsi qu'une stimulation de la sécrétion de T4. Les fluorures montrent des effets contraires sur l'absorption de l'iode

en fonction de la durée de l'expérience. Après 100 jours de traitement, elle était augmentée, après 150 jours, elle est inhibée à même dose. Révélant des effets divers des fluorures sur l'absorption d'iode pour la sécrétion thyroïdienne en fonction des variations de concentration et de la durée du traitement. Les auteurs concluent à la grande toxicité du fluor, en particulier des fluorures de sodium, et ce, malgré son pouvoir anti cariogène (68). Ils ne suggèrent pas que de plus amples recherches sur l'Homme soient menées et extrapolent leurs conclusions des études réalisées sur les rats ou les cochons à l'Homme.

D'autres études mettent en évidence le rôle que pourrait jouer le fluor dans l'apparition de troubles thyroïdiens. Parmi celles-ci, des études cas-témoins réalisées en Chine, en Inde et en Iran évoquent des dysfonctions thyroïdiennes causées par le fluor, à savoir une altération de TSH, T3 et T4. Des études transversales, réalisées en Angleterre en 2015, au Canada en 2018 et en Chine en 2020, indiquent qu'une consommation trop importante de fluor serait associée à des troubles de la thyroïde. L'étude réalisée au Canada évoque le rôle que pourrait jouer un déficit sévère en iode dans l'apparition de pathologies thyroïdiennes provoquées par un excès de fluor (45).

Cependant, il semblerait que le régime alimentaire et le statut nutritionnel de l'individu ait un impact sur la prévalence de désordres hormonaux (70). Par exemple, une déficience importante en iode entraînerait une susceptibilité plus importante aux problèmes thyroïdiens lorsqu'elle est associée à une consommation excessive de fluor (70).

Une étude canadienne (71), transposable en France du fait de l'exposition moindre, affirme notamment que le fluor, à des doses raisonnables et contrôlées, ne cause pas de troubles thyroïdiens. Les échantillons urinaires et sanguins de 5 234 Canadiens âgés de 7 à 79 ans ont été analysés afin d'explorer les associations entre l'exposition au fluor et la fonction thyroïdienne, en tenant compte de divers facteurs potentiels de confusion, de la source d'exposition au fluor et de la population canadienne dans son ensemble. Les résultats de la régression logistique multinomiale avec les niveaux de TSH (bas/normaux/élevés) en fonction du fluor urinaire ($\mu\text{mol/L}$) et de la concentration de fluor dans l'eau du robinet (mg/L), non ajustés et ajustés pour les covariables révèlent que ni le fluor urinaire, ni la concentration de fluor dans l'eau du robinet, ne sont associés à un niveau anormal (bas ou élevé) de TSH par rapport à un niveau normal. Le fluor urinaire ($\mu\text{mol/L}$) ne différait pas entre les individus classés comme ayant une hypothyroïdie primaire (moyenne = $31,78 \mu\text{mol/L}$, IC à 95 % : $11,63$ à $51,93 \mu\text{mol/L}$) par rapport à ceux qui ne l'avaient pas (moyenne = $29,23 \mu\text{mol/L}$, IC à 95 % : $25,97$ à $32,49 \mu\text{mol/L}$). De même, la concentration de fluor dans l'eau du robinet (mg/L) ne différait pas entre les individus classés comme ayant une hypothyroïdie primaire (moyenne = $0,36 \text{mg/L}$, IC à 95 % : $0,16$ à $0,57 \text{mg/L}$) par rapport à ceux qui ne l'avaient pas (moyenne = $0,22 \text{mg/L}$, IC à 95 % : $0,15$ à $0,30 \text{mg/L}$).

Une autre étude réalisée au Canada en 2018, auprès de 6 914 124 adultes âgés de 18 à 79 ans ne prenant aucun médicament lié à la thyroïde, soutient que le fluor peut être à l'origine de problèmes thyroïdiens. Cependant, deux conditions doivent absolument être réunies pour entraîner des pathologies thyroïdiennes : des urines avec un taux de fluor très élevé, reflet d'une exposition très importante, et un déficit sévère en iode (72).

Même si les résultats de la majorité des études orientent vers l'existence d'un lien entre fluor et thyroïde, les conclusions sont tout de même à nuancer puisque ces études sont toutes rétrospectives et comportent donc de très nombreux biais. De plus, ces articles se focalisent majoritairement sur l'exposition au fluor présent dans l'eau de consommation ou sur l'exposition globale au fluor. Cette seconde alternative semble être la plus adaptée à l'étude des effets néfastes du fluor. Cependant, aucune étude ne s'intéresse uniquement à l'exposition au fluor via les produits utilisés en odontologie. Il est donc impossible de savoir précisément quel rôle jouent ceux-ci dans le développement de désordres thyroïdiens (45).

Les fluorides ont par ailleurs été mis en cause dans le cas de l'ostéosarcome. Cette forme particulière de cancer survient lorsque les ostéoblastes mutent en cellules cancéreuses qui se divisent jusqu'à former une tumeur. Ces accusations se basent en partie sur le fait que le fluor est absorbé par les os et y est stocké, ainsi que sur un ensemble de données, recueillies à la fois in vitro, suggérant que les fluorures pourraient agir comme un mitogène sur les ostéoblastes (73) et in vivo, sur des rats, ayant reçu des quantités extrêmement élevées de fluorures. L'étude sur les rats, menée à la fin des années 1980, a conclu que l'incidence de l'ostéosarcome était augmentée chez les rats mâles lorsqu'ils étaient nourris avec des doses très élevées de fluorures de sodium (100 mg/L et 175 mg/L) pendant 2 ans (6). À la suite de la publication de ces résultats, de nombreuses études descriptives et études de cas ont été réalisées. L'exposition aux fluorures provenant de l'eau potable était déterminée par des données autodéclarées ou de niveau écologique. Aucune association entre la consommation de fluorures via l'eau et l'incidence des ostéosarcomes n'a pu être mise en évidence. Une analyse exploratoire a tout de même signalé un risque accru parmi un sous-ensemble d'hommes recrutés parmi les cas existants d'ostéosarcome dans 11 hôpitaux aux États-Unis entre 1989 et 1992 et exposés à de l'eau fluorée pendant leur enfance. L'étude a estimé l'exposition aux fluorures dans l'eau à partir de questionnaires, d'histoires résidentielles et du type d'eau potable utilisée (74). Cependant, il convient de faire preuve de prudence lors de l'interprétation des résultats de cette étude en raison du manque de cohérence avec des cohortes ultérieures étudiées dans des contextes similaires (75). Plus récemment, une cohorte de 137 cas d'ostéosarcomes et de 51 témoins de tumeurs identifiés dans 9 hôpitaux aux États-Unis entre 1993 et 2000 a été réalisée. L'exposition aux fluorures était mesurée directement dans des échantillons d'os prélevés à côté de la tumeur ou de la crête iliaque, de sorte à limiter toute erreur de classification dans l'exposition aux fluorures. En effet, la teneur en fluorures des os augmente avec l'âge, l'augmentation est plus rapide chez les jeunes pendant les périodes de croissance mais, à mesure que l'équilibre du fluorure est atteint, l'absorption ralentit et finit par atteindre un état stable, lorsque l'apport en fluorures est constant (6). Aucune association significative entre les niveaux de fluorures dans les os et le risque d'ostéosarcome n'a été démontrée. La principale force de cette étude réside dans l'utilisation de la concentration directe de fluorures dans les os comme mesure de l'exposition au fluorure, plutôt que dans l'utilisation de l'apport estimé en fluorures (6). Une étude irlandaise (76) n'a trouvé aucune différence significative entre les zones fluorées et non fluorées, que ce soit en termes de taux d'incidence spécifiques à l'âge ou standardisés selon l'âge de l'ostéosarcome.

Ainsi, sur la base des revues récemment publiées et des publications examinées par des pairs, **il n'existe aucune preuve que les niveaux de fluorures dans l'eau potable, à des concentrations visant à contrôler les caries dentaires, soient associés à un risque**

accru d'ostéosarcome ou de tout autre type de cancer des os chez l'Homme (6).

En somme, les préoccupations concernant les effets du fluor sur la thyroïde et le risque d'ostéosarcome sont des sujets débattus qui ont fait l'objet de nombreuses études. Bien que certaines études aient suggéré un lien entre une exposition excessive au fluor et des problèmes thyroïdiens, d'autres ont contredit ces résultats qui ne semblent pas applicables à la population française. La question reste cependant controversée. Quant à l'ostéosarcome, les données disponibles ne confirment aucune association avec le fluor dans l'eau potable à des concentrations utilisées pour la prévention des caries.

La recherche se poursuit pour apporter des réponses plus précises, et il reste des incertitudes quant à l'impact spécifique des produits dentaires contenant du fluor.

En fin de compte, des inquiétudes subsistent. La recherche se poursuit pour mieux comprendre ces questions complexes et définir plus efficacement des doses seuils à ne pas dépasser.

Actuellement, il n'existe pas de preuves démontrant l'existence de risques pour la santé liés à l'utilisation **contrôlée** du fluor dans les produits dentaires ou l'eau potable. Un usage raisonné reste cependant essentiel.

2.3.4 Toxicité générale du fluor sur l'organisme

Les appréhensions vis-à-vis du fluor sont souvent associées à des inquiétudes quant à sa toxicité et à la possibilité d'une intoxication aiguë. Ces craintes peuvent inciter certains patients à éviter l'usage de dentifrices fluorés ou à refuser tout traitement impliquant l'utilisation de produits fluorés, que ce soit pour eux-mêmes ou pour leurs enfants. Les intoxications aiguës au fluor sont une réalité, mais peut-on réellement redouter de telles situations avec l'utilisation des produits à usage dentaire ?

L'intoxication aiguë au fluor présente un risque élevé pour la santé humaine lors d'expositions professionnelles et accidentelles à l'acide fluorhydrique, aux bifluorures d'ammonium ou aux fluorures de sodium (77). Elle se manifeste d'abord par des effets locaux : irritation de la muqueuse buccale et digestive avec une sensation de soif, de goût savonneux et salé. Puis apparaissent des douleurs abdominales, des hémorragies digestives, des nausées et vomissements, des diarrhées, une tétanie par hypocalcémie, des atteintes neurologiques (tremblements, paresthésies) et une arythmie cardiaque. La mort peut survenir par arrêt cardiorespiratoire dans les 2 à 4 heures suivant l'exposition. Une dose de fluorures de sodium de 5 à 10 g est considérée comme létale (78).

La physiopathologie cardiaque de l'intoxication aiguë par le fluor est complexe et résulte de déséquilibres électrolytiques. En cas de surdosage, le fluor entraîne une augmentation du calcium intracellulaire ainsi que des arythmies ventriculaires associées à une hypocalcémie et une hyperkaliémie. Des études ont été réalisées sur des cas humains (79,80) mais aussi sur des modèles expérimentaux (77)(81)(82) afin de mieux appréhender ces mécanismes.

Chez le rat, les fluorures altèrent le potentiel membranaire mitochondrial dans les cellules H9c2, une lignée cellulaire de cardiomyocytes d'origine embryonnaire et inhibent la phosphorylation oxydative dans les mitochondries cardiaques (77).

L'intoxication aiguë au fluor provoque aussi l'augmentation des oxydants myocardiques, l'inhibition de la machinerie antioxydante, l'induction d'un stimulus apoptotique et nécrotique, l'altération des cytosquelettes myocardiques et l'épuisement du niveau d'ATP, conduisant à l'activation des molécules de signalisation AMPK dans le cœur des rats (82).

Enfin, l'exposition aux fluorures à dose létale entraîne une surexpression de la protéine de choc thermique (Heat Shock Proteins) Hsp60 et une sous-expression de Hsp27, qui sont des indicateurs de la détection du stress oxydatif et de l'apoptose, dans le foie de rat (77). Cependant, l'état de l'expression des protéines de choc thermique dans la cardiotoxicité aiguë induite par les fluorures doit encore être étudié (77).

Pour des raisons évidentes, ces mécanismes n'ont pas pu être analysés en profondeur chez l'Homme. La priorité étant de traiter, si possible, l'intoxication du patient. Les recherches sur l'Homme sont quasi uniquement effectuées en post mortem.

Serait-il concevable, par le biais de l'utilisation des produits utilisés pour la prévention de la carie dentaire, de s'exposer à une intoxication aiguë au fluor ? Comme évoqué précédemment, une dose de fluorures de sodium de 5 à 10 g est considérée comme létale pour l'Homme (78).

Quelle quantité de dentifrice devrait être ingérée afin d'atteindre les 5 g de la fourchette inférieure ?

Pour calculer la quantité de dentifrice à 1 450 ppm qu'il faudrait ingérer pour consommer 5 g de fluor, on peut utiliser la formule suivante :

$$\text{Quantité de dentifrice (g)} = \frac{\text{Quantité de fluor désirée (g)}}{\text{Concentration de fluor (ppm)}}$$

En remplaçant les valeurs dans la formule :

$$\text{Quantité de dentifrice (g)} = \frac{5}{1450}$$

Pour convertir les ppm en g, on divise par 1 000 000 :

$$\text{Quantité de dentifrice (g)} = \frac{5}{0,00145}$$

Calculons maintenant la quantité de dentifrice nécessaire :

$$\text{Quantité de dentifrice} \approx 3448,28 \text{ g}$$

Ainsi, il serait nécessaire d'ingérer approximativement 3 448,28 grammes de dentifrice contenant 1 450 ppm de fluor pour atteindre une quantité de 5 grammes de fluor. En général, un tube de dentifrice avec son emballage pèse 120 grammes. Par conséquent, il faudrait au minimum consommer 28,7 tubes de dentifrice pour courir le risque d'une intoxication aiguë. Étant donné la fourchette de la dose létale, qui varie du simple au double, la consommation de 28,7 à 57,4 tubes de dentifrice d'un coup, peut être considérée comme potentiellement mortelle. A titre d'information, les Français consomment, en moyenne, 4 tubes de dentifrices par an.

De la même manière, il faudrait pour un enfant de 20 kg consommant de l'eau fluorée à 0,7 ppm, ce qui est déjà bien plus élevé que le fluor présent dans 97% de l'eau de distribution en France (7), ingérer 143 litres d'eau pour risquer une intoxication aiguë au fluor (45).

Ainsi, le risque d'une intoxication aiguë au fluor demeure rare et peu probable dans des circonstances normales d'utilisation de produits à usage dentaire. Une telle issue ne peut être imputée qu'à un mésusage extrême de ces substances.

2.3.5 Perturbateur endocrinien

D'après la définition de l'OMS, un perturbateur endocrinien est une substance ou un mélange de substances, qui altère les fonctions du système endocrinien et de ce fait induit des effets néfastes dans un organisme intact, chez sa progéniture ou au sein de (sous-) populations. Ils ont plusieurs modes d'action : effet mimétique, blocage du récepteur, perturbation de la production, de la régulation, de la dégradation ou du transport d'une hormone ou de son récepteur (83).

En règle générale, le corps est apte à se défendre contre les substances chimiques qu'il rencontre. En dessous d'un certain niveau d'exposition, l'élément étranger est éliminé par l'organisme sans impact négatif ou effet sanitaire. On parle alors d'effet à seuil (83). Pour certaines substances dangereuses, comme des molécules cancérogènes, on n'observe parfois pas cet effet de seuil. De plus, traditionnellement, les effets nocifs sont proportionnels à la dose ingérée. Ainsi, une faible dose ne produit pas d'effet, une dose intermédiaire produit de faibles effets toxiques alors qu'une forte dose induit des effets plus prononcés ou plus délétères. Bien que l'impact des perturbateurs endocriniens sur l'organisme ne soit pas encore compris dans sa globalité, il semblerait qu'ils ne suivent pas les règles classiques puisque qu'ils ne présentent pas d'effet seuils et ne semblent pas être dose-dépendant. On parle même de dose-réponse non monotone (83), c'est-à-dire qu'ils peuvent avoir des effets plus importants à faible dose que ceux observés à fortes doses. Il est essentiel, lorsque l'on évoque le sujet des perturbateurs endocriniens, de mentionner que la sensibilité d'un individu peut varier selon les périodes de la vie. Les périodes les plus à risques étant celle du développement foeto-embryonnaire, de la petite enfance, et de la puberté (83). Enfin, ils peuvent présenter un « effet cocktail », les substances peuvent interagir entre elles et induire des effets différents lorsqu'elles sont mélangées (83). La connaissance des effets des perturbateurs endocriniens sur l'organisme se heurte aux limites de la toxicologie classique et aux méthodes habituelles d'évaluation des risques. De nombreux organismes ont entrepris des recherches pour mieux comprendre leur fonctionnement et élaborer de nouveaux modèles pour, d'une part, les classer et d'autre part, quantifier le niveau de risques lié à l'exposition des usagers.

On en retrouve dans les pesticides, de nombreux plastiques, revêtement de sol, médicaments, produits d'hygiène ...

En 2020, l'ANSES (l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail) a été saisie pour rendre disponible une liste de substances « perturbateurs endocriniens » (PE) classées en trois catégories « avérées, présumées, suspectées ». Afin de créer cette liste, il a été nécessaire de développer une méthodologie de catégorisation. Ces critères sont, à ce jour, en cours d'élaboration au niveau européen. L'objectif étant l'obtention d'un consensus sur le niveau de preuve requis pour l'inscription des substances dans cette liste. Cette liste comprend 906 substances d'intérêt nécessitant des recherches plus approfondies (84).

Du fait de leur large utilisation, du nombre important de recherches antérieures et des réglementations actuelles, 16 substances ont été sélectionnées pour une évaluation approfondie immédiate, parmi elles : le fluorure de sodium.

L'objectif premier est de parvenir à catégoriser ces substances selon la probabilité qu'elles soient des perturbateurs endocriniens (84) :

- **Avéré** : les substances pour lesquelles la probabilité qu'elles soient PE est forte (plus de 90%.)
- **Présumé** : les substances pour lesquelles on ne peut pas affirmer qu'elles sont un PE, mais pour lesquelles la suspicion est forte (probabilité entre 66% et 90%.)
- **Suspecté** : les substances pour lesquelles il y a des informations préoccupantes, mais pas assez pour permettre un jugement approfondi (probabilité entre 5% et 66%.)

Par ailleurs, les polluants environnementaux, tels que les produits chimiques perturbateurs endocriniens, ont souvent été proposés comme contribuant à de nombreuses maladies générales comme les cancers hormono-dépendants, le diabète, l'obésité ou à la diminution de la fertilité au cours des 50 dernières années. Ils ont aussi été mis en cause dans les pathologies dentaires et notamment dans la MIH (hypominéralisation molaire-incisive). Cette pathologie est diagnostiquée par la présence de lésions opaques, blanches à brunes, sélectivement présentes sur l'émail des premières molaires permanentes humaines, associées ou non à des lésions sur les incisives permanentes. Une étude in vitro a été réalisée en 2016 par Jedeon et al sur des rats Wistar. Elle avait pour but d'étudier les MIH et l'impact de deux perturbateurs endocriniens potentiels : le bisphénol A (BPA) et le fluorure de sodium (NaF)(85). Les rats ont été exposés de manière chronique à 5 mg/kg/jour de BPA du premier jour de gestation au jour 65 après la naissance (P65) et, ou non, à 5 mM de fluorures de P21 à P65. Une hypominéralisation de l'émail typique d'un surdosage en fluorures a été observée chez les rats traités par 5 mM de NaF avec des bandes blanches et oranges alternatives. Un phénotype modéré a été observé à P65 chez les rats exposés au BPA seul, avec une dégradation de l'émail de 12,5 %(85). Les rats exposés à la fois au NaF et au BPA ont cependant montré un phénotype plus sévère que ceux exposés au NaF seul. Ils présentaient une décoloration plus prononcée des incisives. L'analyse de l'expression différentielle des gènes impliqués dans l'amélogénèse a par ailleurs révélé que la combinaison de NaF et de bisphénol A affectait de manière plus marquée l'expression des gènes des améloblastes, notamment l'expression d'Amelx et d'Enam (85).

D'autre part, une étude cherchant à déterminer la prévalence de la MIH dans le nord de l'Angleterre et à étudier une potentielle relation avec la fluoration, ou non, de l'eau de consommation n'a pas mis en évidence de différence significative entre les zones avec et les zones sans fluoration artificielle de l'eau (86). Plus étonnant même, une étude réalisée auprès de 3 233 enfants de 12 ans en Angleterre a mis en évidence que la prévalence de la MIH dans la zone fluorée était inférieure à celle dans les zones non fluorées, passant de 11% à 17% (86). Ces recherches remettent en question l'impact seul du fluor dans ces pathologies. Elles mettent cependant en évidence la possibilité d'un « effet cocktail » et la nécessité de réaliser des recherches complémentaires.

En résumé, en attendant les résultats des recherches en cours, la prudence reste de mise. Le fluor est un atout majeur dans la lutte contre la carie dentaire et il doit

être utilisé avec prudence sans négliger cette dimension. **En l'état actuel des connaissances il n'y a aucune preuve d'un impact du fluor sur le système endocrinien et donc aucune contre-indication à l'utilisation du dentifrice fluoré.** Il est essentiel de respecter le concept de balance bénéfice risque, d'éviter tout apport fluoré lors de la période pré et périnatale, de prévenir l'effet cocktail en éliminant, autant que possible, les autres perturbateurs potentiels, notamment le bisphénol A.

2.3.6 Impact environnemental du fluor

Dans les cercles où le fluor est discuté, il est régulièrement mis en avant que le fluor aurait un impact environnemental important et qu'il conviendrait, dans le cadre d'une démarche écologiquement responsable, de s'en éloigner.

Le fluor peut être effectivement considéré comme un déchet dangereux pour l'environnement lorsqu'il est présent à des concentrations élevées et qu'il est rejeté de manière inappropriée. Les composés fluorés peuvent être toxiques, à forte doses, pour certaines formes de vie. Aujourd'hui, des réglementations environnementales strictes sont en place dans de nombreux pays, dont la France (87), pour contrôler les émissions de fluor et minimiser leurs impacts négatifs sur les écosystèmes. Si aucune étude actuelle ne semble évaluer ou comparer l'impact du fluor à usage dentaire par rapport à celui des déchets fluorés de l'industrie, il semble que leurs proportions ne soient pas comparables. Les secteurs seuls de la protection incendie, haute-tension et solvants mettaient sur le marché français 6 660 tonnes de gaz fluorés en 2020 (88). Et ce n'est qu'un exemple d'utilisation du fluor industriel parmi tant d'autres. En parallèle, ce sont environ 3000 tonnes de dentifrice fluoré et non fluoré qui sont consommées par an au niveau mondial.

Il est fréquent de rencontrer, sur divers sites ou articles opposés au fluor, l'affirmation selon laquelle le fluor serait un déchet issu des industries de l'aluminium ou du nucléaire, dont le traitement coûterait trop cher. D'après ces théories, pour éviter les dépenses liées à l'élimination du fluor, les industriels auraient cherché une manière de valoriser ce déchet et d'en faire, non plus une dépense, mais une source de profit. Cependant, il semble peu judicieux de se focaliser sur cette question. En effet, que le fluor soit, ou non, produit par les fabricants de dentifrice ne change rien à son efficacité. Quand bien même le fluor utilisé dans le domaine de la santé proviendrait de divers secteurs industriels, cela ne constituerait pas un argument écologiquement valable pour exclure son utilisation. L'utilisation d'un déchet revalorisé, autrement dit d'une matière première secondaire (MPS) ou d'un déchet transformé en vue d'obtenir un produit utilisable dans un autre procédé de fabrication, est un mode de production durable.

L'impact écologique des produits utilisés au quotidien devient un critère de choix pour de nombreux consommateurs soucieux de l'environnement. Cependant, il est essentiel pour chacun d'observer la situation dans son ensemble et de s'interroger sur les actions les plus efficaces et avec le plus de sens.

D'une part, l'efficacité préventive des fluorures n'est plus à prouver : son utilisation régulière, en petite quantité, permet de lutter efficacement contre la carie dentaire. D'autres composés chimiques ont, quant à eux, pu démontrer un effet positif dans la prévention de la carie, soit en favorisant la minéralisation (théobromine, phosphopeptide de caséine) ou en perturbant l'adhésion, la cohésion ou le métabolisme du biofilm et en particulier des bactéries impliquées dans la cariogenèse (polyols,

extraits de plantes). Cependant, aucun n'a encore fait la preuve d'une supériorité ou même seulement d'une équivalence par rapport aux fluorures, et aucune étude ne compare leur impact environnemental à celui du fluor (89).

D'autre part, s'il nous semble important de réduire nos déchets, peu de patients feront le choix, pour des raisons écologiques, de ne pas soigner, par exemple, une carie douloureuse. Pourtant, ce soin génère, lui aussi, des déchets et nécessite l'utilisation de produits dont la fabrication et le transport ont, aussi, un impact écologique.

Comme nous le verrons par la suite, l'utilisation d'un dentifrice fluoré permet de réduire la prévalence de la carie dentaire par rapport à l'utilisation d'un dentifrice non fluoré et par conséquent d'éviter un nombre important de soins avec un impact écologique significatif.

Ainsi, une prévention efficace ne serait-elle pas le premier moyen de réduire l'impact écologique des soins dentaires ?

Finalement, il semble qu'il n'y ait aucune raison, sur le plan environnemental, de se priver du bénéfice des fluorures (89). Il existe d'autres leviers permettant aux consommateurs de lutter plus efficacement, à leur échelle, pour préserver notre planète. Il est possible, par exemple, de s'informer et de s'impliquer pour encourager et orienter les débats et actions politiques en faveur de la protection de l'environnement, de sensibiliser son entourage sur l'amélioration des réseaux de collecte et de traitement de l'eau ou des déchets (89). Ou encore de mettre en œuvre les bonnes pratiques pour utiliser et jeter son dentifrice. En moyenne, les Français consomment 4,4 tubes par an, soit 309 millions de tubes. Une fois vide, bien jeter son tube est essentiel. Depuis le 1^{er} janvier 2023, tous les emballages plastiques peuvent aller dans la poubelle de tri. Ainsi, les tubes de dentifrices, qu'ils soient en plastique ou en métal souple vont dans le bac de recyclage.

Ces gestes simples, comme le fait de presser son dentifrice jusqu'à la dernière goutte ou de permettre son recyclage, peuvent avoir un impact positif sur la préservation de notre environnement, sans impacter négativement notre santé.

3. Réalisation d'une plaquette informative

3.1 Enjeux de la transmission scientifique en santé publique

3.1.1 Communication scientifique en santé : stratégie et défis

La diffusion de l'information scientifique au grand public est essentielle pour éclairer les citoyens sur les avancées de la science, notamment sur les questions de santé publique. Cependant, il est essentiel de reconnaître que la simple transmission d'une information scientifique, aussi exacte ou précise qu'elle puisse être, ne suffit généralement pas à modifier les comportements de manière significative (90). Jusqu'à récemment, on considérait que si les gens étaient informés des risques liés à des comportements néfastes, cela les amènerait à adopter un mode de vie plus sain. Cependant, des investissements importants en faveur de l'éducation à la santé, corroborés à des retours relativement faibles, ont montré que ce n'était pas le cas (91). Les croyances et les comportements des individus, ne se basent pas simplement sur ce qu'on leur dit de croire ou de faire.

Seule, l'annonce d'un diagnostic médical ou la connaissance des risques associés à un comportement ne provoque que rarement un changement de comportements en santé (91). Par exemple, après un infarctus du myocarde, uniquement la moitié des personnes parviennent avec succès à arrêter de fumer (92). De plus, environ 40% de tous les patients ayant besoin de prendre des antibiotiques ne le font pas de manière appropriée, et à peu près le même pourcentage (38%) de personnes ayant besoin de médicaments pour traiter la tuberculose ne les prennent pas selon les recommandations (93). À cet égard, la communication entre le monde de la recherche et la société ne peut pas se limiter à un objectif d'information du public, aussi fiable cette information soit-elle (94). Des stratégies de communications efficaces doivent être développées et mises en œuvre afin d'impacter les comportements de santé.

Les comportements sont l'ensemble des réactions objectivement observables d'un sujet face à une situation. Chaque comportement résulte de l'interaction entre les croyances et les ressentis du sujet. Ainsi, pour obtenir un changement de comportement, il est nécessaire de modifier à la fois les croyances et les sentiments sous-jacents liés à ce comportement (91). L'Homme est une créature d'habitude, le changement comportemental intentionnel est extrêmement difficile à réaliser et encore plus difficile à maintenir. De nombreux facteurs en influencent la réussite, parmi lesquels le niveau de motivation, l'intention de changer, la force des croyances sous-jacentes, la valeur attribuée au comportement, les coûts et les avantages perçus du changement, les obstacles au changement, la confiance du sujet en sa capacité à effectuer le changement et enfin, le soutien reçu par autrui (90).

Dans cette optique, des techniques de communication et de sensibilisation sont apparues. On peut citer l'entretien motivationnel, une technique cognitive comportementale relativement récente qui vise à aider les patients à identifier et à changer les comportements qui peuvent les exposer à des risques de développer des problèmes de santé ou qui peuvent entraver la gestion optimale d'une affection

chronique (91). Il s'agit d'une thérapie verbale relativement simple visant à aider le patient à :

- comprendre ses processus de pensée,
- identifier et mesurer ses réactions émotionnelles,
- identifier comment les pensées et les émotions interagissent pour produire des schémas de comportement,
- remettre en question les schémas de pensée et mettre en place des comportements alternatifs.

L'entretien motivationnel est une mise en pratique du « modèle des stades de changement », une théorie développée par Prochaska et Di Clémente (90). Ce modèle identifie un cycle au travers duquel les individus peuvent passer jusqu'à sept fois avant d'obtenir un changement permanent. Ces stades comprennent la pré-contemplation, lorsque l'individu ne considère pas le changement ; la contemplation, lorsqu'il est enclin au changement, mais n'a pas encore fait de plans concrets ou adopté d'action ; la planification, lorsque des stratégies ont été sélectionnées, mais pas encore mises en œuvre ; et l'action, lorsque des tentatives ont été faites, par exemple, pour arrêter de fumer, perdre du poids ou suivre d'autres conseils de santé. Enfin, il y a la phase de maintien, lorsque l'individu fournit des efforts délibérés pour maintenir le changement. Le modèle fait également la distinction entre une rechute temporaire au comportement et une rechute permanente (91).

D'autres recherches ont mis en évidence des grands principes permettant de favoriser la communication en matière de prévention (95). D'après le premier principe, une communication pertinente doit avant tout rester accessible. Le professionnel de santé et le bénéficiaire du programme ne partagent pas toujours le même point de vue. Le professionnel de santé peut anticiper aisément les conséquences à long terme, alors que le patient accorde souvent plus d'importance aux répercussions immédiates (95). En conséquence, le médecin doit avancer au rythme de son patient et s'efforcer d'établir une compréhension mutuelle. Le message se doit de saisir l'intérêt et l'attention du récepteur : sa motivation. Et ainsi susciter ou réactiver une motivation suffisante au changement. Enfin, la communication doit soutenir les vecteurs de l'action : valoriser la confiance de la personne en ses capacités à mettre en œuvre la recommandation (95).

Cependant, même avec des programmes de santé personnalisés et efficaces, les résultats à court terme ne garantissent pas nécessairement une amélioration durable des comportements de santé. Par exemple, un programme de promotion de la santé en milieu de travail dans lequel des fruits étaient offerts gratuitement sur le lieu de travail a entraîné une augmentation de la consommation de fruits et de légumes chez les employés et leur famille ayant un faible statut économique et social, mais seulement à court terme (12 semaines). De plus, une revue systématique a montré que les programmes de promotion de la santé en milieu de travail axés sur l'activité physique peuvent être modestement efficaces pour les employés (96). Cependant, une récente méta-analyse des données individuelles des participants n'a montré aucun effet à long terme (6 à 12 mois) sur les résultats comportementaux tels que l'activité physique, les comportements alimentaires et le tabagisme (97).

Les individus peuvent être confrontés à divers obstacles compliquant le maintien des changements de comportement dans le temps. Ces défis comprennent la fatigue liée à la prise de médicaments, la difficulté à maintenir des régimes alimentaires ou des

routines d'hygiène buccodentaire, la tentation de revenir à d'anciens comportements. Dans le cas de patients anciennement convaincus de la nocivité du fluor, il est possible que leur entourage ou leurs lectures sèment à nouveau le doute. De ce fait ou pour d'autres raisons, une fois le nouveau tube terminé, le patient peut en racheter un sans fluor. Ainsi, il est essentiel de reconnaître l'importance de la relation entre le patient et le praticien de santé. Cette relation de confiance offre un espace propice à la réouverture régulière des discussions sur les objectifs de santé, permettant ainsi de maintenir la motivation et d'ajuster les approches au fil du temps. Pour espérer favoriser des changements de comportement durables en matière de santé, il est essentiel de porter une attention constante aux besoins et aux objectifs des individus.

La motivation et l'engagement du patient jouent un rôle essentiel dans la modification des comportements, son efficacité est dépendante de la conviction profonde du patient. Dans ce contexte, la notion de décision médicale partagée est cruciale, en particulier avec des patients qui peuvent être méfiants envers le corps médical. En tant que professionnel de la santé, il est essentiel de s'assurer de ne pas adopter une approche paternaliste aujourd'hui désuète.

Le concept de décision médicale partagée a été largement diffusé en Europe par l'Organisation mondiale de la Santé en 2008 (98). Mais cette notion est apparue dans les textes législatifs Français dès la loi du 4 mars 2002 relative aux droits des malades et à la qualité du système de santé. Ainsi, l'article L1111-4 du Code de la santé publique stipule (99) : « Toute personne prend, avec le professionnel de santé et compte tenu des informations et des préconisations qu'il lui fournit, les décisions concernant sa santé ». Certaines décisions médicales sont particulièrement complexes. Pour palier à ces difficultés de nombreux outils d'aide à la décision ont été élaborés. Destinés aux médecins et aux patients, ces outils permettent de préciser les avantages et les inconvénients de chaque option et de les mettre en perspective avec les besoins, les valeurs prioritaires et les soutiens disponibles de chaque patient (98). Une méta-analyse regroupant 85 essais contrôlés, publiée en 2011 par la Cochrane Database révèle que ces outils permettent une augmentation de la participation du patient dans la décision, une augmentation du niveau de connaissance du patient sur les différentes options médicales, et une meilleure communication patient-médecin (100). Alors même qu'aucune réduction des symptômes ou amélioration de la qualité de vie n'est constatée, les patients présentent un niveau d'anxiété plus bas, ainsi qu'une plus grande confiance dans la décision médicale. Avant la consultation médicale, le médecin décide des différentes options de soins puis la discussion avec le patient permet à ce dernier de s'exprimer (98). En somme, la décision médicale partagée place le patient au cœur du processus, permettant à chacun de s'exprimer en se basant sur des éléments objectifs, tout en prenant en compte sa vision subjective.

La présente thèse s'inscrit dans une démarche visant à fournir aux patients les outils nécessaires pour prendre des décisions de santé éclairées, tant pour eux-mêmes que pour leurs enfants. En tant que chirurgiens-dentistes, nous aimerions idéalement encourager tous les patients à adopter des pratiques d'hygiène bucco-dentaire optimales, selon les données actuelles de la science, telles que le brossage biquotidien des dents avec un dentifrice fluoré associé à des habitudes alimentaires favorables à la prévention des caries. Toutefois, la réalité est que certains parents peuvent avoir des préoccupations ou des convictions fortes, incompatibles avec nos recommandations. Dans de tels cas, il est de notre devoir de respecter leur choix et de les accompagner au

mieux pour minimiser les risques de caries malgré l'absence de certains outils de prévention. Face à ces situations, il est envisageable d'explorer d'autres approches et d'actionner d'autres leviers. Par exemple, en mettant davantage l'accent sur l'importance du facteur alimentaire. Nous pouvons encourager les patients à adopter une alimentation faiblement cariogène, sans grignotage.

Cette réflexion devient d'autant plus cruciale en prenant du recul et en se rappelant que la science est intrinsèquement sujette à l'incertitude, la pratique scientifique contemporaine est fondamentalement ancrée dans le paradigme de la « médecine basée sur les preuves » (evidence-based medicine). Cette approche reconnaît que la connaissance scientifique est évolutive et sujette à révision, remettant ainsi en question la notion d'une vérité scientifique absolue et inaltérable.

La pratique de la médecine fondée sur des preuves consiste à rechercher la preuve du meilleur niveau pouvant bénéficier au patient. Cette preuve doit être recherchée dans la littérature, aussi bien dans les bases de données bibliographiques ou analytiques que dans des journaux spécialisés. Secondairement, la documentation trouvée doit être analysée et observée avec un regard critique afin de tester sa validité et son applicabilité (101). Le niveau de preuve est déterminé par la méthodologie des études publiées. Les études randomisées et contrôlées présentant un faible risque de biais, reproductibles et (ou non) reproduites à plusieurs reprises par différentes équipes ont le niveau de preuve le plus élevé. Les informations ainsi acquises peuvent être réunies sous le terme de consensus scientifique. Cependant, une vérité scientifique a besoin, pour rester une vérité, de contradicteurs qui la confrontent régulièrement à de nouvelles épreuves. Cette confrontation, si elle est réalisée selon un protocole qui obéit aux exigences du raisonnement scientifique, peut aboutir à renforcer cette vérité, à l'infléchir en la modifiant à la marge, ou bien entraîner sa remise en question complète. Dans ce dernier cas, un changement de paradigme opère et aboutit à abolir une vérité ancienne pour en forger une nouvelle (102).

Ainsi, la science est en constante évolution. Les recommandations médicales sont basées sur les connaissances et les preuves disponibles à un moment donné et peuvent évoluer à mesure que de nouvelles données et recherches deviennent disponibles.

3.1.2 La prévention en santé : approches, obstacles et solutions

D'après la définition de l'Organisation mondiale de la Santé adoptée en 1946 et inchangée depuis, « la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité » (103). Le concept de santé est une réalité complexe et multifactorielle, influencée à la fois par les actions entreprises par l'individu pour préserver son bien-être en minimisant les risques, et par les mesures prises par la société pour prévenir, promouvoir et assurer la santé de tous. Notre système de santé doit faire face à des défis considérables, tels que le vieillissement de la population, la prévalence croissante des maladies chroniques, les disparités dans la répartition des professionnels de santé et les problèmes d'accessibilité aux soins, ainsi que les évolutions technologiques (104). Ces défis fragilisent le système et requièrent la mise en œuvre d'innovations organisationnelles ainsi que la mise en

place d'une politique nationale de prévention et de dépistage à laquelle participent l'ensemble des acteurs de la santé (104).

La prévention regroupe la somme de toutes les mesures prises pour empêcher l'apparition, l'aggravation ou l'extension d'un danger, d'un risque, d'un accident, d'une maladie ou, plus généralement, de toute situation dommageable. L'Organisation mondiale de la Santé a élaboré une classification de la prévention en trois niveaux : primaire, secondaire et tertiaire (104).

- La prévention primaire englobe l'ensemble des mesures visant à réduire l'incidence d'une maladie au sein d'une population donnée, c'est-à-dire à ralentir la survenue de nouveaux cas de la maladie. Ces actions interviennent en amont de l'apparition de la maladie et via des initiatives telles que l'augmentation de la couverture vaccinale et la mise en place de campagnes visant à modifier les comportements de la population, notamment la réduction de la consommation de tabac et d'alcool, ainsi que la lutte contre le surpoids et l'obésité (104).
- La prévention secondaire vise quant à elle à réduire la prévalence d'une maladie, c'est-à-dire le nombre de cas sur une période donnée. Les actions de prévention secondaire doivent intervenir à un stade précoce de l'évolution de la maladie et comprennent des mesures telles que le dépistage précoce et l'accès aisé au traitement (104).
- La prévention tertiaire a pour objectif de minimiser les complications et les risques de récurrence de la maladie une fois qu'elle s'est déjà manifestée (104).

La prévention peut être réalisée à grande échelle via des dépistages de masse, des campagnes de vaccination ou de manière plus ciblée au travers de prises de décisions informées avec un professionnel de santé ou d'actions communautaires.

Le cas de la lutte contre la désinformation liée aux produits fluorés utilisés en dentisterie et à leur impact sur la prévalence des caries exige des actions à de multiples niveaux.

D'une part, cela inclut des interventions directes dans le domaine dentaire, telles que la prestation de soins et de conseils d'hygiène bucco-dentaire pour tous les enfants : ceux qui n'ont pas encore de caries, mais présentent des comportements à risque (par exemple, fratrie avec un historique de caries, habitudes de grignotage, absence de brossage, etc.), ceux qui présentent des premiers signes de déminéralisation de l'émail, lésions carieuses stades ICDAS 1 et 2, et ceux qui présentent déjà des caries, à des stades plus avancés.

D'autre part, il est essentiel d'informer les parents de manière claire et pertinente, à la fois avant qu'ils ne soient exposés à des informations erronées et ou après qu'ils aient déjà été influencés par des désinformations. Il est important de maintenir le dialogue, même face à des parents convaincus de fausses informations, afin de favoriser des décisions de santé éclairées. C'est dans cette optique que s'inscrit le projet porté par cette thèse : la réalisation d'un support informatif rétablissant les faits et sa diffusion aussi largement que possible. À son échelle, cette initiative s'inscrit dans la lignée des campagnes d'information.

Une campagne d'information en santé est une initiative planifiée et coordonnée visant à diffuser des messages, des connaissances et des conseils spécifiques dans le but d'éduquer, de sensibiliser et d'informer le public sur des questions de santé, de promouvoir des comportements sains, de prévenir les maladies, ou de fournir des directives pour une meilleure gestion de la santé. Ces campagnes sont généralement conçues pour atteindre un large éventail de personnes et peuvent être menées par des organismes gouvernementaux, des organisations de santé, des institutions médicales ou des groupes communautaires. Elles s'inscrivent dans un objectif d'éducation, de promotion de la santé qui vise, au sens de la charte d'Ottawa de 1986, à permettre aux personnes « d'exercer un plus grand contrôle sur leur propre santé et de faire des choix favorables à celle-ci » (105). Les campagnes de communication semblent offrir une solution rapide pour répondre à un problème de santé publique à un moment donné. Elles présentent trois avantages clés : la visibilité, la réactivité immédiate et la simplicité de mise en œuvre. On relèvera d'ailleurs, que la décision de réaliser une communication publique sur un sujet donné a pour effet quasi mécanique de légitimer l'existence d'un problème de santé (105).

Cependant, de telles initiatives ne vont pas nécessairement entraîner, chez les destinataires, de suivi des recommandations. La principale source de résistance semble sociétale, il semblerait que les adultes aient tendance à percevoir négativement l'idée qu'un tiers cherche à les éduquer, à leur prodiguer des conseils, voire à les blâmer (95). Une étude réalisée en 2008 auprès de 2 000 Français relevait que, si 82% des sondés pensent que ces campagnes donnent des informations fiables, 68% des individus les trouvent moralisatrices et 36% les jugent infantilisantes (106). 28% des interrogés déclarent même que ces messages les énervent. Cette réticence est d'autant plus marquée dans le contexte de la culture occidentale, avec ses valeurs d'autonomie, d'hédonisme (recherche du plaisir et évitement de la souffrance) et d'urgence liée au temps (95). Actuellement, la prévention est souvent perçue par le public comme un obstacle à la satisfaction immédiate de ses besoins (107).

Globalement, face aux campagnes de prévention en santé, on distingue 5 « profils » types (106) :

- Les réceptifs, représentant 36 % de la population, sont en majorité des femmes et sont généralement plus jeunes et plus diplômés. Ils ont tendance à privilégier des choix orientés vers le futur.
- Les angoissés, qui constituent 13 % de la population, sont généralement des individus plus âgés, plus précaires sur le plan économique, moins diplômés et pour qui la santé est une priorité majeure, bien qu'ils reconnaissent que son maintien ne dépende pas uniquement de leurs actions individuelles.
- Les indifférents, qui représentent 23 % de la population, sont majoritairement de sexe masculin et plus jeunes. Ils ont tendance à croire que leur santé dépend principalement de leurs propres actions et sont enclins à privilégier des choix axés sur le présent.
- Les méfiants, constituant 13 % de la population, sont généralement des individus plus âgés, moins diplômés et appartiennent à des catégories socioprofessionnelles à bas revenus. Ils ont tendance à privilégier des choix orientés vers le présent.

- Les hostiles, représentant 15 % de la population, présentent un profil indifférencié. Ils ne considèrent pas la santé comme une priorité et ont une préférence marquée pour des choix orientés vers le présent.

Bien que la dimension moralisatrice des messages de prévention, telle qu'identifiée dans des recherches antérieures, soit perçue par une grande majorité de la population française, cela ne semble pas nécessairement entraver leur efficacité. En réalité, les messages moralisateurs sont largement reconnus comme efficaces par les individus dits « réceptifs » et par ceux dits « anxieux ».

Pour qu'une campagne de santé ait un impact sur un individu, trois croyances ou attitudes sont nécessaires : l'individu doit considérer sa santé comme importante dans sa vie, l'individu doit estimer que son comportement impacte sa santé et enfin l'individu doit être prêt à se priver de certains plaisirs pour améliorer sa santé (106). Seul 1 Français sur 8 réunit ces trois facteurs (106). De plus, ces campagnes s'inscrivent généralement dans le cadre de la prévention dite « primaire ». Elles ciblent en premier lieu les individus jeunes et en bonne santé afin de préserver leur bien-être. Il est intéressant de noter que ceux qui placent leur santé en tête de leurs préoccupations sont souvent des personnes de plus de cinquante ans (tout comme celles prêtes à faire des sacrifices pour vivre quelques années de plus). De plus, ces individus ont tendance à estimer que leur santé n'est pas bonne (106). Une campagne de communication doit reposer sur une connaissance précise de l'opinion du public auquel elle s'adresse.

Par ailleurs, la manière dont l'information est délivrée au grand public est une composante cruciale de son impact (106). Dans cette optique, les recherches ont mis en évidence que, pour favoriser le processus d'appropriation des messages de prévention délivrés, il est essentiel de chercher à développer les compétences individuelles plutôt que d'imposer des normes de comportement externes (105). Pour ce faire, les messages de prévention doivent respecter trois principes : ils doivent être ouverts et ainsi inciter à la réflexion personnelle ; ils doivent être responsabilisants ; et ils doivent proposer des solutions (105).

Une communication efficace se doit, en outre, de prévenir autant que possible la circulation de désinformation. Pour ce faire, il faut adopter une stratégie éloignée de l'adage « plus il y en a, mieux c'est ». En effet, éviter la surcharge d'informations émise permet de libérer la capacité cognitive des consommateurs et, par conséquent, de favoriser une meilleure conceptualisation de l'information et de réduire la probabilité de partage de fausses informations (34). En pratique, pour y parvenir, il est nécessaire, au lieu de fournir une information excessive sur de multiples canaux, de centraliser l'information sur une seule plateforme ou un seul document de confiance. Il est également important de garder une information simple, pertinente et claire (34). Par ailleurs, concevoir des communications qui suscitent l'imagination des consommateurs permet d'encourager un traitement plus efficace de l'information (34).

En ce qui concerne l'impact de la communication publique sur la réduction des inégalités en santé, il est évident que les campagnes de prévention sont principalement reçues par des populations qui sont déjà conscientes de leur santé et sensibilisées aux enjeux de santé publique. Cela est dû en partie à la complexité des campagnes en France, qui ciblent un public relativement averti. Cependant, la tendance évolue vers une communication plus simple, visant les populations vulnérables (105).

L'influence de ces campagnes est non négligeable. Par exemple, une étude menée en 2008 a révélé que, au cours des douze mois précédant cette période, un Français sur huit avait déclaré avoir réduit sa consommation d'alcool, tandis que 26 % avaient apporté des changements durables à leur régime alimentaire (et 14 % des changements temporaires) (106). En ce qui concerne les fumeurs, outre quelques tentatives réussies d'arrêt au cours de l'année, les deux tiers avaient réduit leur consommation de tabac ou avaient fait des efforts pour arrêter pendant au moins une semaine (106).

En dehors de leur impact sur les comportements, il est observé que les messages de prévention suscitent des discussions, que ce soit avec un professionnel de santé (pour près de la moitié des enquêtés) ou avec un proche jugé concerné (pour 70 % des enquêtés). Cette proportion varie de 58 % parmi les « méfiants » à 80 % parmi les « réceptifs » (106). Il est donc possible que les réceptifs puissent servir de puissants relais pour la diffusion des messages préventifs. Cependant, il reste à évaluer dans quelle mesure ce relais peut effectivement améliorer l'efficacité des campagnes de prévention (106). Il est également nécessaire de réfléchir au développement de nouvelles stratégies de prévention qui s'ajustent de manière plus précise aux caractéristiques, aux besoins et aux réticences des groupes de population qui semblent les moins réceptifs aux campagnes de prévention, tels que les « indifférents », les « méfiants », voire les « hostiles ».

Pour conclure, même si les campagnes de santé publique présentent des limites, elles sont indispensables car elles modifient en profondeur les représentations et les connaissances au sein de la population. Elles interpellent et permettent de maintenir les recommandations de santé en bruit de fond dans l'espace public (105). Mais seules, elles ne peuvent influencer durablement les comportements. Autrement dit, elles ne sont réellement efficaces que si elles s'adossent à de réelles politiques d'éducation pour la santé. Des politiques qui s'intéressent au rôle des milieux d'acquisition des connaissances en santé : l'école et les différents lieux de soins, mais aussi les entreprises, les collectivités locales, etc. (105). Pour une meilleure efficacité, les campagnes doivent aussi être utilisées comme de véritables outils par les professionnels de santé pour délivrer un message aux patients. Associer les professionnels à la démarche permet d'amplifier l'impact de ces campagnes (105).

3.1.3 Biais cognitifs influençant les perceptions et les prises de décisions

Les individus sont le produit de leur interaction avec la société, formant ainsi leur propre perspective du monde. Tout au long de sa vie, un individu collecte des informations, les filtre et les interprète à travers le prisme de sa construction sociale. Ses croyances, opinions et convictions sont influencées par son groupe social, son affiliation religieuse, politique et ses origines. Par conséquent, il ne peut pas aborder les événements de manière purement objective, rationnelle et réfléchie, car il a inconsciemment une inclination envers les informations qui renforcent son identité de manière positive.

Le cerveau a développé ces mécanismes pour réduire la dissonance cognitive, un état de tension interne ressenti lorsque nous sommes confrontés à des informations qui

contredisent nos croyances, opinions ou perceptions du monde. Il utilise alors des moyens détournés pour minimiser cet état désagréable, sans forcément prendre en compte la qualité ou la fiabilité de l'information. Les psychologues ont identifié pas moins de 180 biais cognitifs, plusieurs d'entre eux peuvent expliquer notre vulnérabilité aux fakes news et notre difficulté à remettre en question nos croyances. La connaissance de ces biais peut permettre au praticien de les reconnaître lors d'échange avec des patients, et ainsi, peut-être de mieux comprendre certaines réactions.

3.1.3.1 Biais de confirmation

Le biais de confirmation est une erreur qui consiste à sélectionner et à accorder de l'importance aux éléments confirmant nos croyances en ignorant celles qui, au contraire, les contredisent. Un individu aura alors tendance à ne pas vérifier l'information qui va dans le sens de ses croyances ou à les partager plus facilement auprès de son entourage. Ce phénomène a été mis en évidence par John W. McHoskey. Dans son expérience, des participants aux opinions divergentes lisent un même texte ambigu. Par la suite, il leur est demandé d'expliquer ce qu'ils ont lu. La majorité des individus interprètent les informations de manière à soutenir leurs convictions. En d'autres termes, ils voient ce qu'ils veulent voir (28).

3.1.3.2 Le biais d'ancrage

Ce biais se manifeste par une tendance à accorder une importance excessive au tout premier élément ou à la première impression que nous avons eue sur un sujet donné (108). Les premières réactions à propos de ce sujet s'ancrent dans l'esprit et sont souvent difficiles à modifier par la suite. Il peut entraîner une généralisation inexacte.

Par exemple, une personne peut affirmer que les médicaments génériques sont inefficaces simplement parce que c'est la première information qu'elle a reçue sur ce sujet.

3.1.3.3 Le biais du zéro risque

Le biais du risque zéro se manifeste lorsque l'on préfère une option qui élimine complètement tout risque, même au détriment d'une autre solution qui pourrait comporter un risque mais qui s'avérerait finalement plus bénéfique. Par exemple, si on donne à une personne le choix entre deux options : l'une réduisant un risque de 40% à 20% et l'autre de 10% à 0%, cette personne aura tendance à opter pour la deuxième option. Même si la réduction du risque est moindre, le fait qu'il soit complètement éliminé attire davantage son attention (108).

Cela signifie que les individus ont tendance à se sentir plus confiants et sécurisés lorsque le risque est réduit à zéro ou nul. C'est le reflet de l'aversion de l'esprit pour le danger et l'incertitude (108).

Il est couramment observé dans le domaine de la santé. Dans le contexte d'un traitement préventif pour une personne en bonne santé, ce biais peut amener l'individu à ne pas choisir le traitement en raison de la possibilité d'effets secondaires. En éliminant tout risque potentiel, cette personne peut croire qu'elle prend la décision la plus favorable pour sa santé, même si l'évaluation bénéfice-risque penche en réalité en faveur du bénéfice, le traitement prévenant l'apparition d'une maladie préjudiciable.

3.1.3.4 Le biais d'omission

La tendance naturelle à craindre davantage les conséquences négatives d'une action (utiliser du dentifrice fluoré) plutôt que les conséquences de l'abstention, de sorte que les risques liés au fluor sont surestimés par rapport aux risques liés à la carie dentaire (109).

3.1.3.5 Le biais de négativité

Le cerveau a une prédisposition à retenir davantage les expériences négatives. Il leur attribue une plus grande importance qu'à leurs homologues positives. En effet, les expériences négatives déclenchent des émotions plus fortes. Elles exercent un impact plus prononcé sur notre comportement et notre bien-être psychologique. Par conséquent, nous sommes souvent enclins à diriger notre attention vers des informations « négatives » telles que celles véhiculant des sentiments de peur ou de colère, et à leur accorder une importance accrue (108).

3.1.3.6 L'effet de faux consensus

Ce biais se manifeste lorsque nous exagérons le nombre de personnes partageant notre point de vue, ce qui peut entraîner un phénomène de « faux consensus ». En conséquence, une personne aura tendance à extrapoler son opinion ou à penser que ses croyances correspondent à la norme. Ce qui peut rendre difficile la remise en question. Par exemple, une personne convaincue que l'État collabore avec l'industrie pharmaceutique pourrait avoir la perception que l'opinion publique partage ses convictions (108).

3.1.3.7 La régression fallacieuse

La régression fallacieuse fait référence au phénomène d'un état de santé qui revient à sa condition de départ ou à un état initial (108). Certaines affections connaissent des fluctuations naturelles, passant par des phases d'inconfort avant de revenir à un état plus stable.

Si un traitement est administré à un moment où l'état de santé est très mauvais et que l'amélioration est inévitable, il est courant de tirer des conclusions erronées sur l'efficacité du traitement.

Ceci explique pourquoi certaines personnes promeuvent des remèdes non scientifiquement fondés. Si ces remèdes ont été administrés lors de la phase la plus aiguë d'une affection bénigne, on peut incorrectement leur attribuer l'amélioration de l'état de santé, alors qu'il s'agit en réalité de l'évolution naturelle de la maladie.

3.1.3.8 L'effet Placebo

L'effet placebo est l'efficacité d'une thérapeutique sur un symptôme, bien que celle-ci soit dépourvue de propriétés pharmacodynamiques ou de propriétés spécifiques pour le problème pour lequel il est administré. Les effets sont obtenus uniquement par les sentiments positifs et l'espoir de guérison que ces remèdes suscitent.

3.1.3.9 La confusion entre causalité et corrélation

La confusion entre causalité et corrélation : les individus auraient tendance à déduire de la succession temporelle d'événements, c'est-à-dire de la coïncidence, une relation de cause à effet (109). Ce biais peut intervenir dans le cas où une maladie se manifesterait dans les jours-semaines-mois suivant une vaccination.

La corrélation se base uniquement sur une association statistique, c'est-à-dire lorsque deux phénomènes coïncident dans le temps ou l'espace. Cette association peut être positive si les variations des deux phénomènes vont dans la même direction ou négative si elles vont dans des directions opposées. En revanche, la causalité implique qu'un événement est directement causé par un autre événement, et cette relation peut être soutenue par des arguments logiques.

3.1.3.10 Biais d'excès de confiance ou effet Dunning – Kruger

Pour réduire leur anxiété face à des situations difficiles, les individus ont tendance à surestimer leurs connaissances dans un domaine (110). Ce biais a été mis en évidence en 1999 par les psychologues D.Dunning et J.Kruger. Leur recherche a révélé que les individus ont souvent une vision trop positive de leurs compétences dans de nombreux domaines sociaux et intellectuels. Cette surestimation des compétences s'explique en partie par le fait que les personnes non qualifiées dans ces domaines rencontrent un défi double : elles tendent à tirer des conclusions erronées et à faire des choix inappropriés, tout en étant incapables de reconnaître leurs lacunes par manque de compétence métacognitive.

D'une manière paradoxale, lorsque les participants ont amélioré leurs compétences, ce qui a renforcé leur capacité métacognitive, ils ont été en mesure de mieux discerner les limites de leurs compétences (111).

3.1.3.11 Effet des coûts immobilisés

Ce biais fait référence à la tendance qu'ont les personnes à continuer à investir (du temps, de l'argent, de l'énergie) dans une action pour laquelle leur contribution a été significative. Les décisions de poursuivre un investissement se font sans tenir compte du passif, c'est-à-dire en analysant uniquement les « dépenses » supplémentaires (110).

Plus simplement, c'est la difficulté pour l'esprit à abandonner, à faire marche arrière, surtout lorsque l'investissement est important. Changer d'avis, cesser de croire en une idée à laquelle on s'est consacré est très difficile.

3.1.3.12 Biais de focalisation

Le biais de focalisation, également connu sous le nom de biais de l'attention, est une tendance cognitive à accorder une attention excessive à un aspect spécifique d'une situation, tout en négligeant d'autres éléments pertinents. Cela peut entraîner une perception déformée de la réalité, car l'individu se concentre de manière disproportionnée sur un élément particulier, souvent au détriment d'une vision plus équilibrée (112).

3.1.3.13 Effet de rétention

Tendance à se rappeler de manière sélective les informations qui confirment nos croyances, tandis que l'on oublie les informations qui les contredisent.

3.1.3.14 Biais de statu quo

Le biais de statu quo est la tendance à préférer le maintien de la situation actuelle plutôt que d'opter pour un changement, parfois sans considération rationnelle (113). Il a été identifié pour la première fois en 1988 par les économistes Samuelson et Zeckhauser lors d'expériences liées aux choix de gestion d'héritage. Dans la santé, ce biais peut s'illustrer lorsque des individus refusent de prendre des mesures préventives, préférant maintenir leur comportement actuel plutôt que d'entreprendre un changement, même s'il pourrait être favorable.

En conclusion, la compréhension des biais cognitifs qui influencent nos perceptions et décisions est essentielle. Face à la complexité des mécanismes mentaux qui façonnent nos convictions, la création d'un outil de communication clair et scientifique semble essentielle. Une plaquette d'information bien étayée peut servir de guide, permettant aux praticiens d'adopter une approche éducative, informée par la psychologie cognitive, afin de dépasser les barrières des biais individuels et d'encourager des choix fondés sur des faits scientifiques. En présentant de manière transparente les informations sur les soins dentaires, cette plaquette contribue à créer un environnement propice à la prise de décision éclairée et à la promotion de la santé bucco-dentaire.

3.2 Choix du support informatif et de la méthode de diffusion la plus appropriée

3.2.1 Choix du support

Pour optimiser la diffusion des informations que nous souhaitons transmettre, notre choix s'est naturellement porté sur un support type « plaquette ». Une plaquette est un support de communication imprimé constitué de 2 ou 3 volets, voire de plusieurs pages. Cet outil, facilement utilisable par les praticiens, a l'avantage d'être pratique, peu coûteux et peu encombrant.

La plaquette, composée d'une dizaine de questions-réponses accompagnées d'illustrations, permet d'informer les patients de manière concise, fournissant des réponses simples à des questions parfois complexes. C'est un support idéal pour faciliter les discussions entre les praticiens et les patients. Conscient des préoccupations

environnementales actuelles, nous avons délibérément limité le nombre de plaquettes imprimées. En effet, nombre de documents similaires finissent à la poubelle sans même avoir été lus, ainsi notre plaquette ne se destine pas à être remise directement au patient, mais a vocation à rester au cabinet dentaire ; le praticien n'ayant qu'un ou deux exemplaires de « démonstration », servant d'outil de communication. En complément, nous avons fait le choix d'intégrer un QR code permettant aux patients d'accéder à la version web de la plaquette. Cela permet ainsi d'avoir accès à l'ensemble des informations d'un simple clic. La documentation sera par ailleurs facilement accessible sur le site de notre partenaire, Colgate. Dans le cas où un patient n'aurait pas accès à Internet, le praticien aura toujours la possibilité de lui fournir une impression de la version web de la documentation.

Le choix du format de « vrais faux » pour répondre aux questions fréquemment posées s'est révélé idéal. Il favorise l'engagement des patients dans le processus et permet ainsi une meilleure appropriation du contenu. Cette approche ludique encourage l'imagination du patient tout en évitant les discours moralisateurs qui pourraient être contre-productifs. Par ailleurs, la brièveté et la simplicité des réponses contribue à minimiser la surcharge d'information, facilitant ainsi la compréhension et l'adhésion au message transmis.

Malheureusement, en raison de contraintes de taille, le format de la plaquette ne permet pas d'intégrer les nombreuses sources utilisées pour rédiger son contenu. Toutefois, pour les patients qui souhaiteraient accéder à l'ensemble des ressources, un second QR code a été intégré à la plaquette. Celui-ci renvoie vers cette thèse complète, offrant un accès exhaustif aux sources utilisées, ainsi que vers des discussions et des argumentations plus approfondies.

Enfin, le praticien, en tant qu'intermédiaire, peut expliquer aux patients l'utilisation des QR codes et fournir les liens nécessaires à un patient qui ne serait pas familier avec cette technologie.

3.2.2 Point éthique sur l'implication de Colgate dans cette thèse

Assurer une diffusion aussi large que possible de notre message fait partie intégrante du projet entrepris lors de la rédaction de cette thèse. Comme nous l'avons vu précédemment, le fluor, bien qu'il ne soit pas inoffensif, est un outil précieux dans la lutte contre la carie dentaire. Cette molécule fait l'objet, depuis plusieurs années, d'une large désinformation, des craintes souvent fondées sur des études non applicables à la France sont largement diffusées sans les explications nécessaires. Ces messages, trompeurs, peuvent pousser certains parents à refuser l'utilisation de cette molécule. Or, s'il est essentiel que chacun ait le droit de choisir la manière dont il souhaite être soigné, il est du devoir des professionnels de santé de favoriser la prise de décisions éclairées par des informations justes et fondées en l'état actuel des connaissances. Ainsi, cette thèse, et la plaquette qui en découle, ont pour but de favoriser le dialogue et de diffuser aussi largement que possible des informations objectives.

Cet objectif n'aurait pas pu être atteint sans l'aide de notre partenaire sur le projet : l'entreprise Colgate. Leur contribution a été précieuse à plusieurs niveaux.

L'expertise de Colgate dans le domaine de la communication a grandement contribué à perfectionner le contenu de la plaquette. Leurs suggestions ont permis d'affiner les formulations pour en maximiser l'efficacité, créant ainsi une plaquette compréhensible de tous. Leurs équipes de graphistes ont permis d'obtenir un résultat esthétique et attrayant avec un design graphique soigné.

Leurs équipes informatiques ont joué un rôle essentiel dans la réalisation de la version web de la plaquette. En assurant son hébergement et en optimisant sa visibilité en ligne. Ils ont, notamment grâce à l'importance de leur site web, facilité l'accès aux informations pour un public plus large. Le choix de créer une plaquette imprimée et une version web assure une diffusion maximale, couvrant ainsi différents canaux d'information.

Le statut et le vaste réseau de contacts de Colgate ont facilité une diffusion à grande échelle, en exploitant notamment les réseaux sociaux. Cette visibilité étendue permettra d'atteindre un public diversifié, maximisant ainsi l'impact du message.

Colgate a également financé l'impression des plaquettes, permettant ainsi une distribution physique dans de nombreux cabinets. Cette contribution financière a considérablement renforcé notre capacité à atteindre les communautés locales, où l'accès à l'information peut parfois être limité.

Face à toute interrogation éthique concernant un potentiel conflit d'intérêts par l'implication d'une entreprise vendant des dentifrices fluorés, il est crucial de noter que l'entreprise, par l'intermédiaire de ses représentants avec lesquels nous avons échangé, n'a jamais exercé un droit de regard sur le contenu de la thèse. De plus, lorsqu'ils ont eu accès aux différentes versions de la plaquette, leurs suggestions se sont limitées à des recommandations, chacune étant justifiée par un argument et laissée à notre appréciation personnelle. Par exemple, ils ont suggéré des simplifications sur certains passages ou des reformulations pour éviter toute confusion. Cette liberté éditoriale totale a préservé l'intégrité de notre travail, assurant que le contenu reflète fidèlement les conclusions de la recherche, sans aucune influence externe.

En outre, il convient de mentionner que la plaquette élaborée dans le cadre de cette thèse a été soumise à l'évaluation et à la validation de l'Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire (UFSBD) ainsi que du Président de la Société Française d'Odontologie Pédiatrique (SFOP). Leur approbation formelle est un témoin supplémentaire de la rigueur scientifique et de la pertinence des informations contenues dans ce document.

3.3 Recommandations et utilisation du fluor en chirurgie dentaire

3.3.1 Intérêt préventif du fluor

De nombreuses études ont prouvé l'efficacité du fluor dans la lutte contre la maladie carieuse. En effet, la carie est une maladie infectieuse multi factorielle qui se traduit par une déminéralisation successive (16) des tissus durs de la dent. Les facteurs principaux entrant en jeu dans le processus carieux sont le sujet (la qualité de son tissu dentaire, sa composition salivaire), sa flore buccale, son alimentation, mais aussi ses habitudes d'hygiène (entraînant une modification du temps de contact entre les trois précédents facteurs) (7). La carie ne se manifeste que lorsque tous ces facteurs sont présents. En revanche, elle peut être inactivée par l'absence d'un seul des facteurs (16). Ainsi, la prévention de la carie passe à la fois par l'éducation : l'hygiène orale et alimentaire, les consultations précoces et régulières chez le chirurgien-dentiste et enfin par l'utilisation des fluorures. Quel que soit le niveau de risque carieux d'un enfant, la mesure la plus efficace de prévention des lésions carieuses est un brossage au minimum biquotidien des dents avec un dentifrice fluoré ayant une teneur en fluor adaptée à l'âge. En effet, les nombreuses revues systématiques de la littérature ont montré que l'utilisation d'un dentifrice fluoré à 1 000-1 500 ppm réduisait de 24 à 29% l'incidence des caries sur les dents permanentes par rapport à un brossage avec un dentifrice non fluoré (114). On parle de fraction préventive.

Les fluorures limitent la déminéralisation et favorisent la reminéralisation des surfaces dentaires. Pendant la phase de déminéralisation, les ions fluor peuvent s'insérer au cœur des cristaux d'hydroxyapatite qui constituent l'émail et lui confèrent ainsi une plus grande stabilité et une plus grande résistance aux attaques acides (7). À plus haute concentration, les ions fluors peuvent précipiter en microcristaux de fluorures de calcium qui constituent une réserve de fluor disponible en cas de diminution du pH buccal (7).

Les fluorures ont aussi la capacité d'inhiber le métabolisme des bactéries cariogènes. En effet, lors d'une baisse du pH buccal, la sensibilité des bactéries aux ions fluor augmentent. Ceux-ci pénètrent plus facilement au sein des bactéries, entraînant une inhibition partielle de la pompe à proton et ainsi une diminution de l'activité bactérienne et de sa tolérance aux environnements acides.

L'efficacité cario-protectrice maximale est obtenue grâce à des apports faibles mais réguliers de fluorures dans la cavité buccale assurant la présence continue d'ions fluorures à la surface de l'émail (7).

Dans un rapport mis à jour en 2008, l'Afssaps a mis au point des recommandations relatives à l'utilisation du fluor dans la population générale :

- Le fluor doit être administré de préférence par voie topique.
- La dose délivrée doit respecter l'âge des patients et doit être continue tout au long de la vie dès l'apparition des dents en bouche (et non en pré-éruptif).
- En cas de risque carieux individuel élevé, des apports complémentaires au brossage peuvent être prescrits.

- Les prescriptions médicamenteuses de fluor doivent obligatoirement être précédées d'un bilan personnalisé des apports quotidiens afin d'éviter tout risque de surdosage.
- Un apport de fluorures est recommandé dès l'apparition des premières dents (à environ six mois) à l'aide d'une brosse à dents imprégnée d'une quantité très faible de dentifrice fluoré inférieur ou égal à 500 ppm.

Les recommandations relatives au dosage du dentifrice ont depuis été mises à jour. Il est désormais indiqué de :

- Réaliser un brossage dès l'apparition des premières dents (à environ six mois) à l'aide d'une brosse à dents imprégnée d'une quantité faible de dentifrice fluoré à 1000 ppm.

3.3.2 Synthèse des recommandations relatives au fluor administré par voie systémique

3.3.2.1 Tablettes ou gouttes fluorées

Depuis 2008, il n'est plus recommandé de prescrire du fluor avant l'apparition des dents, c'est-à-dire avant l'âge de six mois. De même, après l'âge de six mois, l'ANSM (Agence Nationale de Sécurité du Médicament) ne préconise plus la prescription systématique de gouttes ou comprimés fluorés pour tous les enfants.

Désormais, la prescription de fluor médicamenteux, complémentaire aux mesures d'hygiène bucco-dentaire, est réservée aux enfants de plus de 6 mois présentant un risque carieux élevé (9). Cette prescription s'accompagne obligatoirement d'un bilan personnalisé des apports en fluor (eaux de boissons, sels fluorés).

Une seule source de fluorures par voie systémique doit être administrée. En effet, lorsque l'eau consommée a une teneur en fluor supérieure à 0,3 mg/L, les comprimés ou gouttes fluorés ne doivent pas être prescrits. La prescription de fluor médicamenteux ne pourra se faire, dans ce cas, qu'une fois l'utilisation de cette eau proscrite pour l'alimentation et remplacé par la consommation d'une eau embouteillée ayant une teneur en fluor inférieure ou égale à 0,3 mg/L mise en œuvre (115).

La prescription de comprimés ou gouttes fluorés ne doit pas avoir lieu si la famille utilise du sel de table fluoré (115).

La supplémentation peut commencer dès l'apparition des premières dents (environ 6 mois). La posologie recommandée est de 0,05 mg de fluor/jour et par kg de poids corporel, sans dépasser 1 mg par jour, tous apports fluorés confondus, afin d'éviter la survenue d'une fluorose (115).

3.3.2.2 Sel

Le niveau de preuve est jugé insuffisant par la HAS pour conclure sur l'efficacité du sel fluoré. Cependant, l'institution note tout de même que le sel est un vecteur de fluor qui permet de respecter le libre choix de l'utilisateur et de toucher une large population, sa consommation étant quasi universelle et son coût faible (115). Aux vues de ces informations, la HAS recommande donc l'utilisation du sel iodé et fluoré plutôt que du sel non fluoré. La concentration en fluor du sel doit respecter la réglementation

(en vigueur depuis 1985), et les étiquetages doivent être clairement lisibles. Après l'âge de 2 ans, il est estimé que les enfants absorbent en moyenne environ 0,25 mg/jour de fluor à travers le sel fluoré pendant les repas (7). Rappelons que la dose à ne pas dépasser pour éviter tout risque de fluorose est de 0,05 mg/j par kg de poids corporel, tous apports confondus, sans dépasser 1 mg/j.

Aussi, la HAS recommande que les établissements de restaurations collectives (cantines scolaires et restaurations collectives pour adultes) intègrent du sel fluoré dans leurs préparations (dans le respect de la réglementation) et en informent les usagers (115).

Les directives émises par les autorités préconisent un apport systémique en fluor unique. Ainsi, si la famille opte pour du sel de table enrichi en fluor, aucune supplémentation fluorée additionnelle ne pourra être mise en œuvre (115).

3.3.2.3 Eau

En France, dans les années 80, à la suite d'un avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), la fluoration artificielle de l'eau de distribution a été exclue. À la fois pour des raisons de faisabilité, en effet le nombre très élevé (environ 20 000) de sources ou de points de prélèvement qui alimentent le réseau de distribution d'eau nécessiterait autant de points de fluoration et rendrait la mesure très difficile à mettre en œuvre ou alors à un coût extrêmement élevé et irréaliste. Mais aussi pour des raisons écologiques, seul environ 1% de l'eau du réseau est utilisée dans l'alimentation, par conséquent la diffusion dans la nature des fluorures contenus dans les 99% restant ne serait pas rationnelle et pourrait avoir des conséquences, non évaluées, sur l'environnement. Enfin, la consommation d'eau du robinet est extrêmement inégale dans la population (9). Ainsi en France la fluoration artificielle des eaux de distribution ne sont pas recommandées.

Cependant, l'eau peut être naturellement riche en fluor. Pour avoir une idée de la concentration de fluor dans l'eau du réseau, il suffit de vérifier auprès de la mairie ou de consulter sa facture d'eau. En effet, la directive de la CEE fixe à 1,5 mg/L la teneur maximale en fluor autorisée dans les eaux de distribution. Actuellement, environ 65% de la population préfère l'eau du robinet, et la majorité des Français, soit environ 85%, résident dans des communes où la quantité de fluorures dans les eaux de distribution est égale ou inférieure à 0,3 mg/L (8).

En ce qui concerne les eaux minérales en bouteille, les étiquettes offrent des indications importantes. Si la teneur en fluor est inférieure à 0,5 mg/L, l'étiquetage indique que l'eau est appropriée pour la préparation des aliments pour nourrissons. En revanche, pour des dosages de fluor compris entre 1 et 5 mg/L, les étiquettes mentionnent que l'eau est « fluorée » ou « contient du fluor » (7). Les eaux minérales embouteillées présentent des niveaux de fluor variables, allant de moins de 0,1 à 5 mg/L (6).

Ces informations doivent être prises en compte dans le cadre du bilan des apports fluorés et être considéré comme un apport systémique de fluor. Pour rappel, une seule source de fluorures par voie systémique doit être administrée. Si l'eau consommée a une teneur en fluor supérieure à 0,3 mg/L, aucune supplémentation

fluorée ne doit être prescrite. La prescription de fluor médicamenteux ne pourra se faire, qu'une fois l'utilisation de cette eau proscrite pour l'alimentation et la consommation d'une eau embouteillée ayant une teneur en fluor inférieure ou égale à 0,3 mg/L mise en œuvre.

3.3.3 Synthèse des recommandations relatives au fluor administré par voie topique

Les topiques fluorés, dentifrices, bains de bouche, vernis, gels, sont des moyens efficaces de prévention de la carie en denture permanente chez les enfants et les adolescents. De nombreuses études avec un niveau de preuve élevé le mettent en évidence (115).

3.3.3.1 Dentifrice fluoré

La HAS recommande le brossage des dents au minimum deux fois par jour avec un dentifrice fluoré à l'ensemble de la population (115).

Les recommandations relatives au dentifrice fluoré sont les suivantes (16,116) :

- Pour les enfants de 0 à 3 ans avec un risque carieux faible : Il est recommandé de brosser les premières dents temporaires dès leur éruption 2 fois par jour avec un dentifrice à 1 000 ppm. Le brossage doit être réalisé par un adulte. La quantité de dentifrice doit être adaptée à l'âge et au risque carieux : une trace dans la largeur de la brosse à dents jusqu'à 3 ans (16,116).
- Pour les enfants de 0 à 3 ans avec un risque carieux élevé : Il est recommandé de brosser les premières dents temporaires dès leur éruption 2 fois par jour avec un dentifrice à 1 000 ppm de fluor. Le brossage doit être réalisé par un adulte. La quantité de dentifrice doit être adaptée à l'âge et au risque carieux : un **petit pois de dentifrice** peut être utilisé à partir de l'âge de 2 ans (16,116).
- Pour les enfants de 3 à 6 ans avec un risque carieux faible : il est recommandé de brosser les dents au moins deux fois par jour, après le petit-déjeuner et avant l'endormissement, en appliquant l'équivalent d'un petit pois d'un dentifrice à 1 000 ppm de fluor. Le brossage est toujours réalisé par un adulte puis, en fonction du niveau d'acquisition motrice des enfants, vers 5 ans, il est progressivement supervisé (16,116).
- Pour les enfants de 3 à 6 ans avec un risque carieux à risque carieux élevé : Un brossage bi quotidien est aussi recommandé. Un dentifrice à **1 450 ppm** peut être proposé, en communiquant des informations aux parents, notamment sur la quantité à utiliser, équivalente à un petit pois. Jusqu'à 5 ans et en fonction du niveau d'acquisition motrice des enfants, le brossage est réalisé par un adulte, puis il est progressivement supervisé (16,116).
- À partir de 6 ans et jusqu'à l'âge adulte pour les patients avec un risque carieux faible : il est recommandé de se brosser les dents au moins deux fois par jour en appliquant un dentifrice dosé à 1 450 ppm de fluor sur le tiers à

la moitié de la longueur de la surface de brossage de la brosse à dents junior ou adulte. Le brossage est supervisé et contrôlé par un adulte jusqu'à l'âge de 8 ans, ou jusqu'à l'acquisition de l'écriture en attaché (16,116)(117).

- **À partir de 6 ans et jusqu'à l'âge adulte pour les patients avec un risque carieux élevé** : il est recommandé de se brosser les dents au moins deux fois par jour en appliquant des dentifrices à haute teneur en fluor avec une efficacité significativement supérieure à celle des dentifrices standards. Ils feront alors l'objet d'une prescription à la posologie de :
 - 1 450 ppm de 6 ans jusqu'à 10 ans.
 - 2 500 ppm de fluor de 10 ans à 16 ans.
 - 5 000 ppm après l'âge de 16 ans (16,116).

L'utilisation d'un dentifrice dosé à 1 450 ppm de fluorures permettrait une réduction de 39% (IC 95% : 28% à 49%) du nombre de caries dentaires par rapport à l'utilisation d'un dentifrice non fluoré chez les enfants et les adolescents (118).

3.3.3.2 Vernis fluoré

Pour les enfants présentant un risque carieux élevé, la HAS préconise la mise en place préventive de vernis fluorés à raison de deux applications par an. Cette démarche doit être combinée avec des pratiques d'hygiène bucco-dentaire et le scellement des sillons des premières et deuxièmes molaires permanentes (115).

Les vernis fluorés se distinguent en tant que moyens topiques à concentration élevée avec le plus faible risque d'effets secondaires indésirables, ce qui en fait une option privilégiée (119). Leur application par le chirurgien-dentiste peut avoir lieu tous les 3 à 6 mois, et ce, dès l'âge de 1 an et dès que nécessaire, en denture temporaire comme en denture permanente (115).

La fraction préventive de l'application biannuelle d'un vernis fluoré d'au moins 22 600 ppm, en comparaison à l'absence de traitement ou à l'utilisation d'un placebo est de 43% (IC 95% : 30 à 57%) sur les dents permanentes. Sur les dents lactéales, elle est de 65% (IC 95% : 48% à 82%), en référence à l'indice CAOD, et de 37% (IC 95% : 24% à 51%) en référence à l'indice CAOF (120).

3.3.3.3 Gel fluoré

L'usage des gels fluorés n'est pas recommandé chez les enfants de moins de 6 ans. Pour les enfants âgés de plus de 6 ans, en cas d'indisponibilité de vernis chez le chirurgien-dentiste, les gels fluorés pourraient être envisagés comme solution de remplacement. Les recherches actuelles soulignent un risque substantiel d'ingestion, ce qui pourrait rendre les effets indésirables supérieurs aux bénéfiques attendus. Néanmoins, des études plus approfondies demeurent nécessaires pour clarifier cette question (119).

Une revue systématique de la littérature réalisée en 2015 mettait néanmoins en évidence que l'utilisation d'un gel fluoré permettrait une diminution de 28% (IC 95% : 19% à 36%) des surfaces dentaires cariées, et une diminution de 32% (IC 95% : 19% à 46%) du nombre de dents cariées en comparaison à un placebo et à l'absence de traitement (121).

3.3.3.4 Bains de bouche fluorés

Bien que la HAS ne recommande pas l'utilisation des bains de bouche fluorés, il est possible de les utiliser au domicile sous la surveillance parentale.

Cependant, le risque d'ingestion étant élevé chez les enfants de moins de 6 ans, il est déconseillé pour les plus jeunes. Pour optimiser l'efficacité du fluor, il est recommandé de l'utiliser à distance du brossage, permettant ainsi des apports répétés tout au long de la journée (16).

Ils peuvent être utilisés lorsque aucun topique professionnel n'est appliqué au cabinet et restent une alternative intéressante pour les patients avec un traitement orthodontique rendant le brossage difficile ou souffrant d'hyposialie (6).

Il convient de noter que certains de ces bains de bouche contiennent de l'éthanol, ce qui nécessite une attention particulière lors de la prescription, surtout pour les enfants et les patients qui évitent l'alcool.

Les études mettent en avant des avantages qui prévalent sur les risques chez les enfants âgés de 6 ans ou plus, ainsi que chez les adultes (119).

Seule la fraction préventive de l'utilisation d'un bain de bouche fluoré sur dents définitive a été évaluée, aucune étude n'ayant été réalisée sur les dents temporaires. Ainsi, l'utilisation d'un bain de bouche fluoré permettrait une réduction du nombre de dents cariées de 23% (IC 95% : 18% à 29%) et une réduction du nombre de surfaces dentaires cariées de 27% (IC 95% : 23% à 30%) (122).

3.4 Affirmations présentes dans la plaquette

3.4.1 Affirmation 1 : Le fluor permet d'éviter les caries

Vrai ! La carie est une destruction de l'émail puis de la dentine des dents avec formation d'une cavité. Elle est causée par les bactéries présentes naturellement dans la bouche et favorisée par la consommation de sucres et certains comportements. **Le fluor agit à la fois sur les bactéries, mais aussi sur l'email des dents qu'il renforce.** Il favorise aussi la fixation du calcium sur les dents. S'il est d'une grande aide pour lutter contre les caries dentaires, malheureusement, il ne permet pas de toutes les éviter. Son utilisation doit être associée à de bonnes pratiques d'hygiène et d'alimentation. Les études révèlent que **l'utilisation d'un dentifrice fluoré permet de réduire l'apparition des caries.**

3.4.2 Affirmation 2 : Je n'utilise pas de dentifrice fluoré avant 2 ans

Faux ! Les dentifrices fluorés peuvent être utilisés dès l'apparition de la première dent. Ils doivent être choisis **en fonction de l'âge de l'enfant.** Avant 2 ans il est recommandé de réaliser 2 brossages par jour, réalisés par un adulte, avec une trace de dentifrice à 1000 ppm de fluor appliqué dans la largeur de la brosse à dents.

3.4.3 Affirmation 3 : Le fluor donne des taches sur les dents

Faux ! Les taches de fluorose apparaissent uniquement lors de surdosage chez les enfants de moins de 6 ans. **Ces surdosages sont essentiellement liés à des comprimés ou des eaux de boisson très fluorées.**

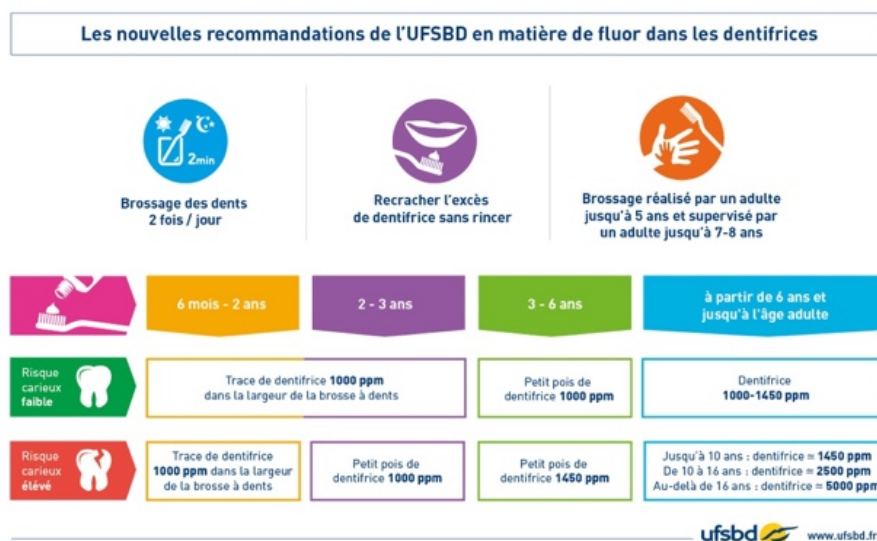
3.4.4 Affirmation 4 : Je dois choisir un dentifrice adapté à l'âge de mon enfant

Vrai ! Il est important de choisir un dentifrice adapté à l'âge de votre enfant (teneur en fluor et abrasivité adaptée) **et à son risque carieux.** En fonction de l'âge indiqué sur le tube, la concentration en fluor doit correspondre aux recommandations de l'UFSBD (Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire) et du CEOP (Collège des Enseignants en Odontologie Pédiatrique) et par les directives européennes.

De plus, les dents de lait sont fragiles, car moins minéralisées que les dents définitives et les dentifrices pour adultes, trop abrasifs, peuvent entraîner une usure exagérée des tissus dentaires.

Votre chirurgien-dentiste pourra vous aider à le choisir et à le doser correctement en suivant ces recommandations :

Tableau 2 Les nouvelles recommandations de l'UFSBD en matière de fluor dans les dentifrices



3.4.5 Affirmation 5 : Le fluor est un perturbateur endocrinien

C'est encore incertain ! D'après la définition de l'OMS, un perturbateur endocrinien est une substance ou un mélange de substances, qui altère les fonctions du système endocrinien. Les perturbateurs endocriniens sont encore méconnus. En 2020 le fluorure de sodium, un type de fluor couramment retrouvé dans les dentifrices, est apparu sur une liste de 906 substances nécessitant des études plus approfondies.

L'ANSES* l'a classé parmi les 16 substances prioritaires du fait du nombre important de données préexistantes et de sa large utilisation.

En l'état actuel des connaissances, il n'y a aucune preuve d'un impact du fluor sur le système endocrinien et donc aucune contre-indication à l'utilisation du dentifrice fluoré.

*Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

3.4.6 Affirmation 6 : Je dois brosser les dents de mon enfant avec un dentifrice fluoré

Vrai ! Le fluor permet de **lutter efficacement contre la carie dentaire**. Des apports réguliers, directement sur les dents, c'est-à-dire topiques, renforcent l'émail. Si le dentifrice est adapté à l'âge de l'enfant et que les doses consommées ne sont pas excessives, le dentifrice fluoré comporte de nombreux bénéfices. **C'est aujourd'hui le meilleur outil de prévention à domicile.**

3.4.7 Affirmation 7 : Le fluor présent dans le sel est suffisant pour combler les besoins en fluorures de mon enfant

Faux ! Le sel fluoré permet un apport régulier à la fois topique et systémique de fluor, bien que peu d'études évaluent son impact sur la carie dentaire, c'est un outil de prévention. **Mais la consommation de sel fluoré ne peut se substituer à l'utilisation d'un dentifrice fluoré, c'est un complément.**

3.4.8 Affirmation 8 : Mon enfant peut utiliser un bain de bouche fluoré

Vrai ! Les bains de bouches fluorés peuvent être utilisés au domicile, **à distance des heures de brossage pour plus d'efficacité, sous la surveillance des parents**. Le risque d'ingestion étant élevé, **ils sont déconseillés aux enfants avant 6 ans**. Ils sont un complément essentiel **pour les patients avec un traitement orthodontique**, rendant le brossage difficile, ou **pour les patients souffrant d'hyposialie** (manque de salive).

3.4.9 Affirmation 9 : Le chirurgien-dentiste peut me proposer de poser un vernis fluoré sur les dents de mon enfant

Vrai ! Les vernis fluorés sont hautement concentrés en fluor, ils sont applicables sans risque sur les dents des enfants dès l'âge de 1 an et ce 2 à 4 fois par an, en fonction du risque carieux. D'après des études récentes, ils permettraient une **réduction de la fréquence des caries de 43% sur les dents permanentes et de 37% sur les dents temporaires**. C'est donc un **outil très intéressant pour prévenir les caries chez les enfants**.

L'application de vernis fluorés est remboursée chez les 3-24 ans en cas de risque carieux élevé.

3.4.10 Affirmation 10 : Le fluor est dangereux pour le cerveau de mon enfant

Faux ! De nombreuses études ont cherché à mettre en relation une baisse du QI des enfants et la consommation de fluor. Ces études, pour la majorité, n'y sont pas parvenues et les rares études concluant à une baisse du QI (de quelques points) étaient biaisées et ne sont pas applicables à la consommation française, les doses reçues par le groupe « témoin, peu de fluor » étant supérieures ou égales aux doses maximales recommandées en France.

La période où le cerveau est le plus à risque se situe dans les 6 premiers mois. Ainsi, par mesure de précaution et pour éviter toute exposition excessive chez les jeunes, il est conseillé **d'utiliser une eau de boisson adaptée aux nourrissons, pauvre en fluor.** Les enfants de cet âge n'ayant pas de dents, **aucun dentifrice n'est nécessaire.**

Au-delà de cet âge, il est conseillé de respecter les recommandations de 0,05 mg/j par kg de poids corporel, tous apports confondus, sans dépasser 1 mg/j. **Dans l'état actuel des connaissances, à ces concentrations, le fluor ne comporte aucun risque pour le cerveau des enfants.**

3.4.11 Affirmation 11 : Mon médecin doit donner à mon enfant des gouttes de fluor

Faux ! Aujourd'hui, la prescription de fluor, en gouttes ou en comprimé, est indiquée uniquement pour certains enfants.

Il peut, par exemple, être prescrit pour des enfants de plus de 6 mois avec un risque carieux élevé ou en situation de handicap et ce, après un bilan des apports fluorés.

De manière générale, on préférera les apports directement sur la dent (apports topiques), via un dentifrice ou un vernis dès la première dent.

3.4.12 Affirmation 12 : Il est important de bien vider son tube de dentifrice

Vrai ! Il est essentiel de vider totalement le tube de dentifrice pour **éviter le gaspillage et réduire nos déchets.** Une fois vide, depuis le 1^{er} janvier 2023, tous les tubes de dentifrice, qu'ils soient en plastique ou en métal souple, **peuvent être jetés dans le bac de tri, généralement jaune.** De plus en plus de tubes dentifrice en plastique recyclable sont commercialisés depuis que les grands acteurs du marché ont annoncé en 2021 leur conversion à cette technologie*.

* le premier tube de dentifrice PEDH monomatériaux recyclable a été lancé en 2019 par Colgate – Palmolive

3.4.13 Affirmation 13 : Le fluor n'est pas écologique

Faux ! Le fluor peut être considéré comme un déchet dangereux pour l'environnement **quand il est présent à des concentrations élevées et qu'il est rejeté de manière inappropriée dans la nature.** En France des réglementations strictes sont en place quant à son élimination et au traitement des eaux usées. De plus, **le fluor à usage dentaire ne constitue qu'une infime portion des fluorures utilisés en France tous secteurs confondus et aucune étude n'évalue son impact écologique.** Enfin, du fait de leur efficacité pour prévenir les caries, les fluorures permettent de réduire considérablement l'impact écologique des soins dentaires.

3.5 Visuel de la plaquette

Le fluor, démêlons le VRAI du FAUX !

Le fluor est un outil essentiel dans la lutte contre la carie dentaire. Cependant il suscite parfois des interrogations quant à ses éventuels effets néfastes sur la santé.

Mais alors, information ou désinformation ?

Ce VRAI/FAUX permet de rétablir les faits en présentant les connaissances scientifiques disponibles sur des questions fréquemment posées.

Le fluor permet d'éviter les caries

VRAI

La carie est une destruction de l'émail puis de la dentine des dents avec formation d'une cavité. Elle est causée par les bactéries présentes naturellement dans la bouche et favorisée par la consommation de sucres et certains comportements. **Le fluor agit à la fois sur les bactéries, mais surtout sur l'émail des dents qu'il renforce. Il favorise aussi la fixation du calcium sur les dents.** S'il est d'une grande aide pour lutter contre les caries dentaires, malheureusement, il ne permet pas de toutes les éviter. Son utilisation doit être associée à de bonnes pratiques d'hygiène et d'alimentation. Les études révèlent que **l'utilisation d'un dentifrice fluoré permet de réduire l'apparition des caries**¹.

Je n'utilise pas de dentifrice fluoré avant 2 ans

FAUX

Les dentifrices fluorés peuvent être utilisés dès l'apparition de la première dent. Ils doivent être choisis en fonction de l'âge de l'enfant. Avant 2 ans il est recommandé de réaliser 2 brossages par jour, réalisés par un adulte, avec une trace de dentifrice à 1000 ppm de fluor appliqué dans la largeur de la brosse à dents.

Le fluor donne des taches sur les dents

FAUX

Les taches de fluorose apparaissent uniquement lors de surdosage chez les enfants de moins de 6 ans.


Ces surdosages sont essentiellement liés à des comprimés fluorés ou des eaux de boisson très fluorées.

Figure 1 plaquette page 1


Je dois choisir un dentifrice adapté à l'âge de mon enfant

Il est important de choisir un dentifrice adapté à l'âge de votre enfant (teneur en fluor et abrasivité adaptée) **et à son risque carieux**. En fonction de l'âge indiqué sur le tube, la concentration en fluor doit correspondre aux recommandations de l'UFSBD (Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire) et du CEOP (Collège des Enseignants en Odontologie Pédiatrique) et par les directives européennes. De plus, les dents de lait sont fragiles, car moins minéralisées que les dents définitives et les dentifrices pour adultes, trop abrasifs, peuvent entraîner une usure exagérée des tissus dentaires.


Votre chirurgien-dentiste pourra vous aider à le choisir et à le doser correctement en suivant ces recommandations :



**Brossage des dents
2x/jour**





**Recracher l'excès de
dentifrice sans rincer**




**Brossage réalisé par un adulte jusqu'à 5 ans
et supervisé par un adulte jusqu'à 7 - 8 ans**

ufsbdb	6 mois - 2 ans	2 - 3 ans	3 - 6 ans	à partir de 6 ans et jusqu'à l'âge adulte
Risque carieux faible	Trace de dentifrice 1000 ppm dans la largeur de la brosse à dents		Petit pois de dentifrice 1000 ppm	Dentifrice 1000 - 1450 ppm
Risque carieux élevé	Trace de dentifrice 1000 ppm dans la largeur de la brosse à dents	Petit pois de dentifrice 1000 ppm	Petit pois de dentifrice 1450 ppm	Jusqu'à 10 ans : dentifrice ≈ 1450 ppm De 10 à 16 ans : dentifrice ≈ 2500 ppm Au-delà de 16 ans : dentifrice ≈ 5000 ppm


Le fluor est un perturbateur endocrinien



C'est encore incertain ! D'après la définition de l'OMS, un perturbateur endocrinien est une substance ou un mélange de substances, qui altère les fonctions du système endocrinien. Les perturbateurs endocriniens sont encore méconnus. En 2020 le fluorure de sodium, un type de fluor couramment retrouvé dans les dentifrices, est apparu sur une liste de 906 substances nécessitant des études plus approfondies. L'ANSES* l'a classé parmi les 16 substances prioritaires du fait du nombre important de données préexistantes et de sa large utilisation.

En l'état actuel des connaissances il n'y a aucune preuve d'un impact du fluor sur le système endocrinien et donc aucune contre-indication à l'utilisation du dentifrice fluoré.

*Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail



Je dois brosser les dents de mon enfant avec un dentifrice fluoré

Le fluor permet de **lutter efficacement contre la carie dentaire**. Des apports réguliers, directement sur les dents, c'est-à-dire topiques, renforcent l'email. Si le dentifrice est adapté à l'âge de l'enfant et que les doses consommées ne sont pas excessives le dentifrice fluoré comporte de nombreux bénéfices. **C'est aujourd'hui le meilleur outil de prévention à domicile.**







Figure 2 plaquette page 2

Le fluor présent dans le sel est suffisant pour combler les besoins en fluorures de mon enfant

Le sel fluoré permet un apport régulier à la fois topique et systémique de fluor, bien que peu d'études évaluent son impact sur la carie dentaire, c'est un outil de prévention. **Mais la consommation de sel fluoré ne peut se substituer à l'utilisation d'un dentifrice fluoré, c'est un complément.**


FAUX



Mon enfant peut utiliser un bain de bouche fluoré

VRAI


Les bains de bouches fluorés peuvent être **utilisés au domicile, à distance des heures de brossage pour plus d'efficacité, sous la surveillance des parents.** Le risque d'ingestion étant élevé, ils sont **déconseillés aux enfants avant 6 ans.** Ils sont un complément essentiel **pour les patients avec un traitement orthodontique**, rendant le brossage difficile, ou **pour les patients souffrant d'hyposialie** (manque de salive).



Le chirurgien-dentiste peut me proposer de poser un vernis fluoré sur les dents de mon enfant

VRAI

Les vernis fluorés sont hautement concentrés en fluor, ils sont applicables sans risque sur les dents des enfants dès l'âge de 1 an et ce 2 à 4 fois par an en fonction du risque carieux. D'après des études récentes, ils permettraient une **réduction de la fréquence des caries de 43% sur les dents permanentes et de 37% sur les dents temporaires.** C'est donc un **outil très intéressant pour prévenir les caries chez les enfants**.
L'application de vernis fluorés est remboursée chez les 3-24 ans en cas de risque carieux élevé.



Le fluor est dangereux pour le cerveau de mon enfant

FAUX

De nombreuses études ont cherché à mettre en relation une baisse du QI des enfants et la consommation de fluor. Ces études, pour la majorité, n'y sont pas parvenues et les rares études concluant à une baisse du QI (de quelques points) étaient biaisées et ne sont pas applicables à la consommation française, les doses reçues par le groupe « témoin, peu de fluor » étant supérieures ou égales aux doses maximales recommandées en France.

La période où le cerveau est le plus à risque se situe dans les 6 premiers mois. Ainsi par mesure de précaution et pour éviter toute exposition excessive chez les jeunes, il est conseillé d'**utiliser une eau de boisson adaptée aux nourrissons, pauvre en fluor.** Les enfants de cet âge n'ayant pas de dents, **aucun dentifrice n'est nécessaire.**

Au-delà de cet âge, il est conseillé de respecter les recommandations de 0,05 mg/j par kg de poids corporel, tous apports confondus, sans dépasser 1 mg/j. **Dans l'état actuel des connaissances, à ces concentrations, le fluor ne comporte aucun risque pour le cerveau des enfants.**




Figure 3 plaquette page 3

Mon médecin doit donner à mon enfant des gouttes de fluor

Aujourd'hui, la prescription de fluor, en gouttes ou en comprimé, est indiquée **uniquement pour certains enfants**. Il peut, par exemple, être prescrit pour des enfants de plus de 6 mois avec un risque carieux élevé ou en situation de handicap et ce, après un bilan des apports fluorés.

De manière générale, on préférera les apports directement sur la dent (apports topiques), via un dentifrice ou un vernis dès la première dent.

FAUX



Il est important de bien vider son tube de dentifrice

VRAI

Il est essentiel de vider totalement le tube de dentifrice pour **éviter le gaspillage et réduire nos déchets**. Une fois vide, depuis le 1^{er} janvier 2023 et la couverture nationale de l'extension des consignes de tri, tous les tubes de dentifrice, qu'ils soient en plastique ou en polymatériaux, doivent être **jetés dans le bac de tri, généralement jaune**. De plus en plus de tubes de dentifrice en plastique recyclable sont commercialisés depuis que les grands acteurs du marché ont annoncé en 2021 leur conversion à cette technologie*.

* le premier tube de dentifrice en PEHD monomatériaux recyclable a été lancé en 2019 par Colgate-Palmolive.

Le fluor n'est pas écologique

Le fluor peut être considéré comme un déchet dangereux pour l'environnement **quand il est présent à des concentrations élevées et qu'il est rejeté de manière inappropriée dans la nature**. En France, des réglementations strictes sont en place quant à son élimination et au traitement des eaux usées. De plus, **le fluor à usage dentaire ne constitue qu'une infime portion des fluorures utilisés en France tous secteurs confondus et aucune étude n'évalue son impact écologique**. Enfin, du fait de leur efficacité pour prévenir les caries, les fluorures permettent de réduire considérablement l'impact écologique des soins dentaires.

FAUX



Plaquette « **Le fluor, démêlons le VRAI du FAUX !** » réalisée dans le cadre de la thèse de doctorat en chirurgie dentaire du Docteur Ninon DUYCK, sous la direction du Docteur Thomas TRENTESAUX, MCU-PH Odontologie pédiatrique, UFR3S-Odontologie, Université de Lille / Vice-président de la Société Française d'Odontologie Pédiatrique (SFOP).

1. Marinho et al. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev 2003;(1): CD002278 • 2. Marinho VC, Worthington HV, Walsh T, Clarkson JE. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev. 2013 Jul 11;2013(7):CD002279. doi: 10.1002/14651858.CD002279.pub2. PMID: 23846772; PMCID: PMC10758998.

Avec le soutien institutionnel **elmex**

Accéder à la brochure digitale téléchargeable et à la thèse qui en est à l'origine :



Figure 4 plaquette page 4

Conclusion :

Bien que le fluor ait prouvé à de multiples reprises son efficacité dans la lutte contre la carie dentaire, il demeure sujet à de nombreuses controverses. Celles-ci sont bien souvent le fruit d'interprétations et de déformations des résultats d'études scientifiques souvent menées dans des conditions non représentatives de l'usage français de cette molécule.

La diffusion de fausses informations est amplifiée par leur circulation sur Internet, en particulier sur les réseaux sociaux. De nombreux articles de presse exploitent la méconnaissance du public, suscitant ainsi la confusion quant à l'utilisation du fluor et poussant certains patients à remettre en question, voire à rejeter complètement son usage.

Les chirurgiens-dentistes sont fréquemment confrontés aux interrogations des patients. Afin de les soutenir dans leur rôle crucial de rétablissement d'une information factuelle sur ces sujets, nous avons entrepris la création d'un outil pédagogique de prévention sous la forme d'une plaquette. Cette dernière propose une série d'affirmations « vraies » ou « fausses » visant à répondre aux questions fréquemment posées.

Pour élaborer cet outil, nous avons d'abord approfondi notre compréhension du fluor, explorant son histoire, ses principales utilisations et son impact sur l'organe dentaire. Nous nous sommes également penchés sur les phénomènes de « théories du complot » et de « fake news », ainsi que sur les mécanismes psychologiques sous-jacents à l'adhésion à ces idées.

Ensuite, nous avons minutieusement analysé, controverse par controverse, les données scientifiques pour rétablir les faits.

Enfin, après une analyse des défis, des stratégies et des missions de prévention en santé publique, nous avons synthétisé l'ensemble des recommandations actuelles concernant le fluor en odontologie. L'ensemble de ces données nous a permis d'établir une liste d'affirmations plus ou moins vraies offrant la possibilité aux patients de réévaluer leurs connaissances et leurs croyances.

Avec le soutien de notre partenaire, Colgate, nous avons concrétisé notre vision en créant une plaquette graphique et esthétique, que nous pourrions ensuite diffuser à grande échelle.

Table des figures et des tableaux

Tableau 1 propriétés et utilisations des différents types de fluorures	20
Tableau 2 Les nouvelles recommandations de l'UFSBD en matière de fluor dans les dentifrices	73
Figure 1 plaquette page 1	76
Figure 2 plaquette page 2	77
Figure 3 plaquette page 4	79
Figure 4 plaquette page 3	78

Bibliographie

1. Société Chimique de France (SCF) [Internet]. 2006 [cité 16 janv 2023]. N°301-302 - octobre-novembre 2006 - L'Actualité Chimique, le journal de la SCF. Disponible sur: <https://new.societechimiquedefrance.fr/numero/n301-302-octobre-novembre-2006/>
2. Uranium - ce qu'il faut retenir | Orano [Internet]. [cité 20 janv 2023]. Disponible sur: <https://www.orano.group/fr/decodage/tout-savoir-sur-l-uranium>
3. Vincent Maisonneuve. Agence nationale de la recherche. 2012 [cité 16 janv 2023]. Batteries tout solide à ions fluorure. Disponible sur: <https://anr.fr/Projet-ANR-12-PRGE-0009>
4. Jojiu C. Le fluor dans les dispositifs de stockage et de conversion électrochimique de l'énergie. *Actual Chim.* nov 2006;(301-302):135-43.
5. CNRS [Internet]. [cité 16 janv 2023]. De nouveaux traceurs radiomarqués au fluor 18 pour l'imagerie médicale | INC. Disponible sur: <https://www.inc.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/de-nouveaux-traceurs-radiomarques-au-fluor-18-pour-limagerie-medicale>
6. O'Mullane DM, Baez RJ, Jones S, Lennon MA, Petersen PE, Rugg-Gunn AJ, et al. Fluoride and Oral Health. *Community Dent Health.* juin 2016;33(2):69-99.
7. Anne CASTOT, Alice ROULEAU-QUENETTE, Ophélie BROCA, Ingrid REBIERE. Utilisation du fluor dans la prévention de la carie dentaire avant l'âge de 18 ans [Internet]. France: Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé; 2009 [cité 17 mai 2023] p. 235-40. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0987798309000681>
8. Seghir A. Le fluor en odontologie pédiatrique : réalisation d'un manga [Internet] [thèse d'exercice. odontologie]. [Lille]: Université de Lille; 2021 [cité 29 sept 2022]. Disponible sur: <https://pepite.univ-lille.fr/ori-oai-search/notice/view/univ-lille-34605>
9. Fluor et sante bucco dentaire situation en France.pdf [Internet]. [cité 23 août 2023]. Disponible sur: https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/Fluor_et_sante_bucco-dentaire_situation_en_France.pdf
10. Tubert-Jeannin S, Auclair C, Amsallem E, Tramini P, Gerbaud L, Ruffieux C, et al. Fluoride supplements (tablets, drops, lozenges or chewing gums) for preventing dental caries in children. *Cochrane Oral Health Group*, éditeur. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 7 déc 2011 [cité 23 août 2023];2019(11). Disponible sur: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD007592.pub2>
11. R. Assathiany , C. Salinier, S. Opsahl-Vital, F. Courson. Connaissance et application par les pédiatres ambulatoires des recommandations de l'Afssaps sur la prescription de fluor. *Société Fr Pédiatrie SFP.* juin 2010;17(6):778-80.
12. Brun A. La supplémentation fluorée chez les enfants de 0 à 6 ans: enquête sur les pratiques d'un échantillon de médecins généralistes dans les départements de Paris et de l'Essonne [Thèse d'exercice, médecine]. [Paris, France]: Université Paris Descartes, faculté de médecine; 2014.
13. Coulibaly D. La supplémentation fluorée chez les jeunes enfants quand elle n'est plus donnée dès la maternité [Thèse d'exercice, pharmacie]. [Rouen, France]: Université de pharmacie de Rouen; 2019.
14. Whelton HP, Ketley CE, McSweeney F, O'Mullane DM. A review of fluorosis in the European Union: prevalence, risk factors and aesthetic issues. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2004;32(s1):9-18.
15. Guilbert PC. Controverses odontologiques sur les matériaux et pratiques dentaires [thèse d'exercice. odontologie]. [Lille, France]: Odontologie Lille; 2022.
16. Droz D, Sixou JL, Delfosse C, Vital S, Muller-Bolla M. Le fluor en prévention primaire. *RFOP Rev Francoph Odontol Pédiatrique.* 2021;16(1):1-10.

17. Nicolas A. La fluorose dentaire : Étiologies, diagnostics et prise en charge au cabinet dentaire [thèse d'exercice. odontologie]. [Lille, France]: Université de Lille; 2014.
18. Wagner-Egger P, Delouée S. 10. Les croyances conspirationnistes. In: Des têtes bien faites [Internet]. Paris cedex 14: Presses Universitaires de France; 2019 [cité 20 janv 2023]. p. 159-78. (Hors collection). Disponible sur: <https://www.cairn.info/des-tetes-bien-faites--9782130816126-p-159.htm>
19. Dico en ligne Le Robert. In [cité 18 janv 2023]. Disponible sur: <https://dictionnaire.lerobert.com/>
20. Taguieff PA. Les Théories du complot. 2021. 126 p. (Que sais-je ?).
21. Complotisme : si loin, si proche - Méta de Choc [Internet]. [cité 20 janv 2023]. (Méta de choc; vol. 24). Disponible sur: <https://metadechoc.fr/podcast/complotisme-si-loin-si-proche/>
22. Treels J. L'opinion publique vis-à-vis de l'industrie pharmaceutique en France [Internet] [Memoire de fin d'étude de master 2]. [Lille, France]; 2018. Disponible sur: https://pepite-depot.univ-lille.fr/LIBRE/Mem_ILIS/2018/LILU_SMIS_2018_064.pdf
23. Favereau E. Libération. [cité 23 janv 2023]. Laboratoires Servier, anatomie d'un système. Disponible sur: https://www.liberation.fr/france/2019/09/20/laboratoires-servier-anatomie-d-un-systeme_1752695/
24. Libération.fr [Internet]. [cité 23 janv 2023]. L'affaire Mediator : la chronologie. Disponible sur: <https://www.liberation.fr/apps/2019/09/affaire-mediator/>
25. Moscovici S. The Conspiracy Mentality. In: Graumann CF, Moscovici S, éditeurs. Changing Conceptions of Conspiracy [Internet]. New York, NY: Springer; 1987 [cité 20 janv 2023]. p. 151-69. (Springer Series in Social Psychology). Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4618-3_9
26. Swami V, Voracek M, Stieger S, Tran US, Furnham A. Analytic thinking reduces belief in conspiracy theories. *Cognition*. déc 2014;133(3):572-85.
27. Shahi GK, Dirkson A, Majchrzak TA. An exploratory study of COVID-19 misinformation on Twitter. *Online Soc Netw Media*. mars 2021;22:100104.
28. Beauvais C. Pourquoi croyons-nous aux fake news ? *Rev Rhum*. déc 2022;89(6):555-61.
29. Dauphin F. Les Fake News au prisme des théories sur les rumeurs et la propagande. *Études Commun Lang Inf Médiations*. 15 déc 2019;(53):15-32.
30. Pennycook G, Rand DG. The Psychology of Fake News. *Trends Cogn Sci*. mai 2021;25(5):388-402.
31. Zarocostas J. How to fight an infodemic. *The Lancet*. févr 2020;395(10225):676.
32. Vosoughi S, Roy D, Aral S. The spread of true and false news online. *Science*. mars 2018;359(6380):1146-51.
33. Seymour B, Getman R, Saraf A, Zhang LH, Kalenderian E. When Advocacy Obscures Accuracy Online: Digital Pandemics of Public Health Misinformation Through an Antifluoride Case Study. *Am J Public Health*. mars 2015;105(3):517-23.
34. Bermes A. Information overload and fake news sharing: A transactional stress perspective exploring the mitigating role of consumers' resilience during COVID-19. *J Retail Consum Serv* [Internet]. juill 2021 [cité 20 sept 2023];61. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969698921001211>
35. Nickerson RS. Confirmation Bias: A Ubiquitous Phenomenon in Many Guises. *Rev Gen Psychol*. 1198;2(2):175-220.
36. Pennycook G, Cannon TD, Rand DG. Prior exposure increases perceived accuracy of fake news. *J Exp Psychol Gen*. déc 2018;147(12):1865-80.
37. Berger, J., Milkman, K. L. What Makes Online Content Viral ? *J Mark Res*. 2012;49(2):192-205.
38. Martel C, Pennycook G, Rand DG. Reliance on emotion promotes belief in fake news. *Cogn Res Princ Implic*. 7 oct 2020;5(1):47.

39. Morisseau T, Branch TY, Origgi G. Stakes of Knowing the Truth: A Motivational Perspective on the Popularity of a Controversial Scientific Theory. *Front Psychol.* 9 sept 2021;12:708751.
40. Van Mulukom V, Pummerer LJ, Alper S, Bai H, Čavojová V, Farias J, et al. Antecedents and consequences of COVID-19 conspiracy beliefs: A systematic review. *Soc Sci Med.* mai 2022;301:114912.
41. Grandjean P, Landrigan P. Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. *The Lancet.* 2006;368:2167-78.
42. Xiang Q, Liang Y, Chen L, Wang C, Chen BCX, Shanghai MZ, et al. Effect of fluoride in drinking water on children's intelligence. *Int Soc Fluoride Res.* 2003;36(2):84-94.
43. Lu Y, Sun Z, Wu L, Wang X, Lu W, Tianjin SL. Effect of high-fluoride water on intelligence in children. *Int Soc Fluoride Res.* 2000;33(2):75-7.
44. Choi AL, Sun G, Zhang Y, Grandjean P. Developmental Fluoride Neurotoxicity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environ Health Perspect.* oct 2012;120(10):1362-8.
45. Hamon B, Rinvet T. Fluor, radiologie en odontologie: danger ou légendes urbaines ? Rennes, France: Rennes 1; 2021.
46. Broadbent JM, Thomson WM, Ramrakha S, Moffitt TE, Zeng J, Foster Page LA, et al. Community Water Fluoridation and Intelligence: Prospective Study in New Zealand. *Am J Public Health.* janv 2015;105(1):72-6.
47. Larivée S. Le quotient intellectuel : ses déterminants et son avenir [Internet]. Editions MultiMondes; 2011 [cité 21 août 2023]. 728 p. Disponible sur: <https://univ-scholarvox-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/book/88816184>
48. Moffitt TE, Caspi A, Harkness AR, Silva PA. The natural history of change in intellectual performance: who changes? How much? Is it meaningful? *J Child Psychol Psychiatry.* mai 1993;34(4):455-506.
49. Grandjean P. Developmental fluoride neurotoxicity: an updated review. *Environ Health.* déc 2019;18(1):110.
50. Till C, Green R, Flora D, Hornung R, Martinez-Mier EA, Blazer M, et al. Fluoride exposure from infant formula and child IQ in a Canadian birth cohort. *Environ Int.* janv 2020;134:105315.
51. CHARLET A. La prise en charge des lésions blanches de l'émail dans le secteur antérieur chez l'adulte : Du diagnostic à la thérapeutique. [thèse d'exercice. odontologie]. [Lille, France]: Université de Lille; 2016.
52. Ayoob S, Gupta AK. Fluoride in Drinking Water: A Review on the Status and Stress Effects. *Crit Rev Environ Sci Technol.* 1 déc 2006;36(6):433-87.
53. Everett ET. Fluoride's Effects on the Formation of Teeth and Bones, and the Influence of Genetics. *J Dent Res.* mai 2011;90(5):552-60.
54. Wong MCM, Glenny AM, Tsang BWK, Lo ECM. Topical fluoride as a cause of dental fluorosis in children - Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley Sons Ltd [Internet]. 2010 [cité 24 oct 2023];(1). Disponible sur: <https://www-cochranelibrary-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD007693.pub2/full/fr?highlightAbstract=fluor>
55. Buzalaf MAR, Cardoso C de AB, Magalhães AC. Low-fluoride Toothpastes May Not Lead to Dental Fluorosis But May Not Control Caries Development. Standard Fluoride Toothpastes Can Control Caries Development But May Lead to Dental Fluorosis. *J Evid Based Dent Pract.* déc 2013;13(4):148-50.
56. Carey CM. Focus on Fluorides: Update on the Use of Fluoride for the Prevention of Dental Caries. *J Evid Based Dent Pract.* juin 2014;14:95-102.
57. Sellami M, Riahi H, Maatallah K, Ferjani H, Bouaziz MC, Ladeb MF. Skeletal fluorosis: don't miss the diagnosis! *Skeletal Radiol.* 1 mars 2020;49(3):345-57.
58. Wurtz T, Houari S, Mauro N, MacDougall M, Peters H, Berdal A. Fluoride at

- non-toxic dose affects odontoblast gene expression in vitro. *Toxicology*. 10 juill 2008;249(1):26-34.
59. Turner CH, Hasegawa K, Zhang W, Wilson M, Li Y, Dunipace AJ. Fluoride reduces bone strength in older rats. *J Dent Res*. août 1995;74(8):1475-81.
60. Jones G, Riley M, Couper D, Dwyer T. Water fluoridation, bone mass and fracture: a quantitative overview of the literature. *Aust N Z J Public Health*. 1999;23(1):34-40.
61. Näsman P. Fluoride and health : epidemiological studies of fluoride exposure and hip fracture, myocardial infarction and osteosarcoma [Internet] [thèse d'exercice. odontologie]. [Stockholm, Sweden]: Karolinska Institutet; 2016 [cité 5 oct 2023]. Disponible sur: <http://openarchive.ki.se/xmlui/handle/10616/45266>
62. Näsman P, Ekstrand J, Granath F, Ekblom A, Fored CM. Estimated drinking water fluoride exposure and risk of hip fracture: a cohort study. *J Dent Res*. nov 2013;92(11):1029-34.
63. Cury JA, Ricomini-Filho AP, Berti FLP, Tabchoury CP. Systemic Effects (Risks) of Water Fluoridation. *Braz Dent J*. 2019;30(5):421-8.
64. Kurland ES, Schulman RC, Zerwekh JE, Reinus WR, Dempster DW, Whyte MP. Recovery From Skeletal Fluorosis (an Enigmatic, American Case). *J Bone Miner Res*. 2007;22(1):163-70.
65. Joshi, S, Hlaing, T, Whitford, G M, Compston, J E. Skeletal fluorosis due to excessive tea and toothpaste consumption. *Osteoporos Int Lond*. sept 2011;22(9):2557-60.
66. Roos J, Dumolard A, Bourget S, Grange L, Rousseau A, Gaudin P, et al. Ostéose fluorée due à une consommation excessive de dentifrice fluoré. *Presse Médicale*. 1 nov 2005;34(20, Part 1):1518-20.
67. Michael Connett. Fluoride Action Network. 2012 [cité 17 mai 2023]. Estimated "Threshold" Doses for Skeletal Fluorosis. Disponible sur: https://fluoridealert.org/studies/skeletal_fluorosis04/
68. Mz EAI, Wihardja R. Adverse effects of fluoride towards thyroid hormone metabolism. *Padjadjaran J Dent [Internet]*. 31 mars 2008 [cité 29 sept 2023];20(1). Disponible sur: <http://jurnal.unpad.ac.id/pjd/article/view/14151>
69. Chaitanya N, Karunakar P, Allam N, Priya Mh, Alekhya B, Nauseen S. A systematic analysis on possibility of water fluoridation causing hypothyroidism. *Indian J Dent Res*. 1 mai 2018;29:358-63.
70. Shaik N, Shanbhog R, Nandlal B, Tippleswamy H. Fluoride and thyroid function in children resident of naturally fluoridated areas consuming different levels of fluoride in drinking water: An observational study. *Contemp Clin Dent*. 2019;10(1):24.
71. Barberio AM, Hosein FS, Quiñonez C, McLaren L. Fluoride exposure and indicators of thyroid functioning in the Canadian population: implications for community water fluoridation. *J Epidemiol Community Health*. oct 2017;71(10):1019-25.
72. Malin AJ, Riddell J, McCague H, Till C. Fluoride exposure and thyroid function among adults living in Canada: Effect modification by iodine status. *Environ Int*. 1 déc 2018;121:667-74.
73. Savage SA, Mirabello L. Using Epidemiology and Genomics to Understand Osteosarcoma Etiology. *Hindawi Publ Corp Sarcoma [Internet]*. 2011 [cité 29 sept 2023];2011. Disponible sur: <https://www.hindawi.com/journals/sarcoma/2011/548151/>
74. Bassin EB, Wypij D, Davis RB, Mittleman MA. Age-specific fluoride exposure in drinking water and osteosarcoma (United States). *Cancer Causes Control CCC*. mai 2006;17(4):421-8.
75. Eyre R, Feltbower RG, Mubwandarikwa E, Eden TOB, McNally RJQ. Epidemiology of bone tumours in children and young adults. *Pediatr Blood Cancer*. 2009;53(6):941-52.

76. Comber H, Deady S, Montgomery E, Gavin A. Drinking water fluoridation and osteosarcoma incidence on the island of Ireland. *Cancer Causes Control*. 1 juin 2011;22(6):919-24.
77. Panneerselvam L, Raghunath A, Perumal E. Differential expression of myocardial heat shock proteins in rats acutely exposed to fluoride. *Cell Stress Chaperones*. sept 2017;22(5):743-50.
78. Biomis. eurofins biomnis : Fluor. PRÉCIS DE BIOPATHOLOGIE ANALYSES MÉDICALES SPÉCIALISÉES [Internet]. 2012. Disponible sur: <https://www.eurofins-biomnis.com/referentiel/liendoc/precis/FLUOR.pdf>
79. Takase I, Kono K, Tamura A, Nishio H, Dote T, Suzuki K. Fatality due to acute fluoride poisoning in the workplace. *Leg Med*. 1 juill 2004;6(3):197-200.
80. Kumar A. Fatality due to Sodium Fluoride Ingestion—Suicide or Accident? *Can Soc Forensic Sci J*. 1 janv 2009;42(1):69-74.
81. Shan YX, Liu TJ, Su HF, Samsamshariat A, Mestril R, Wang PH. Hsp10 and Hsp60 modulate Bcl-2 family and mitochondria apoptosis signaling induced by doxorubicin in cardiac muscle cells. *J Mol Cell Cardiol*. sept 2003;35(9):1135-43.
82. Kanagaraj VV, Panneerselvam L, Govindarajan V, Ameeramja J, Perumal E. Caffeic acid, a phyto polyphenol mitigates fluoride induced hepatotoxicity in rats: A possible mechanism. *BioFactors Oxf Engl*. 2015;41(2):90-100.
83. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. 2019 [cité 20 juin 2023]. Travaux et implication de l'Anses sur les perturbateurs endocriniens. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/travaux-et-implication-de-lanses-sur-les-perturbateurs-endocriniens>
84. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. 2021 [cité 21 sept 2023]. Accélérer l'évaluation des perturbateurs endocriniens. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/acc%C3%A9l%C3%A9rer-l%E2%80%99%C3%A9valuation-des-perturbateurs-endocriniens>
85. Jedeon K, Houari S, Loiodice S, Thuy TT, Le Normand M, Berdal A, et al. Chronic Exposure to Bisphenol A Exacerbates Dental Fluorosis in Growing Rats. *J Bone Miner Res*. 2016;31(11):1955-66.
86. Balmer R, Toumba J, Godson J, Duggal M. The prevalence of molar incisor hypomineralisation in Northern England and its relationship to socioeconomic status and water fluoridation. *Int J Paediatr Dent*. 2012;22(4):250-7.
87. Arrêté du 30/12/02 relatif au stockage de déchets dangereux | AIDA relatif à l'article L. 541-25 [Internet]. code de l'environnement déc 30, 2002. Disponible sur: <https://aida.ineris.fr/reglementation/arrete-301202-relatif-stockage-dechets-dangereux>
88. Alice D, Beatriz BERTHOUX, Marie PASQUIER. Gaz fluorés données 2020 - Rapport annuel [Internet]. France: ADEME; 2021 p. 81. Disponible sur: www.librairie.ademe.fr
89. Fusellier D, Baudet A, Clement C, Yasukawa K. Impacts environnementaux du dentifrice [thèse d'exercice. odontologie]. [Nancy]: Université Lorraine; 2021.
90. Laurin C, Lavoie KL. L'entretien motivationnel et les changements de comportements en santé. *Perspect Psy*. 2011;50(3):231-7.
91. Bundy C. Changing behaviour: using motivational interviewing techniques. *J R Soc Med*. 2004;97(44):43-7.
92. Rea TD, Heckbert SR, Kaplan RC, Smith NL, Lemaitre RN, Psaty BM. Smoking status and risk for recurrent coronary events after myocardial infarction. *Ann Intern Med*. sept 2002;137(6):494-500.
93. Philip Ley. Improving patients' understanding, recall, satisfaction and compliance | SpringerLink. In: *Health Psychology - Process and applications* [Internet]. Boston: Annabel Broome Associates, Weymouth, UK; 1995 [cité 27 oct 2023]. p.

- 75-98. (Springer). Disponible sur: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-3226-6_5
94. Namur D, Paillard S. Science et communication : promettre ou éclairer. In: Shafer V, éditeur. Information et communication scientifique à l'heure du numérique [Internet]. Paris: CNRS Éditions; 2019 [cité 27 oct 2023]. p. 117-23. (Les essentiels d'Hermès). Disponible sur: <http://books.openedition.org/editions-cnrs/20026>
95. Broc G, Edjolo A. Communiquer plus efficacement en prévention. Modèle intégratif et recommandations à l'usage des professionnels de la santé publique. *Rev D'Épidémiologie Santé Publique*. avr 2017;65(2):149-58.
96. Cairns JM, Bambra C, Hillier-Brown FC, Moore HJ, Summerbell CD. Weighing up the evidence: a systematic review of the effectiveness of workplace interventions to tackle socio-economic inequalities in obesity. *J Public Health Oxf Engl*. déc 2015;37(4):659-70.
97. Robroek SJW, Oude Hengel KM, van der Beek AJ, Boot CRL, van Lenthe FJ, Burdorf A, et al. Socio-economic inequalities in the effectiveness of workplace health promotion programmes on body mass index: An individual participant data meta-analysis. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes*. nov 2020;21(11).
98. Bouleuc C, Poisson D. La décision médicale partagée. *Laennec*. 2014;62(4):4-7.
99. Légifrance. Article L1111-4 [Internet]. Code de la santé publique. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000041721056
100. Stacey D, Légaré F, Lewis K, Barry MJ, Bennett CL, Eden KB, et al. Decision aids for people facing health treatment or screening decisions. *Cochrane Database Syst Rev*. 12 avr 2017;4(4):CD001431.
101. Rosenheim M. La médecine fondée sur des preuves : principes. *EMC - Médecine*. 1 déc 2004;1(6):487-93.
102. Géoconfluences - ENS Lyon [Internet]. École normale supérieure de Lyon; 2021 [cité 1 nov 2023]. Consensus scientifique et vérité en science. Disponible sur: <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/consensus-scientifique-et-verite-en-science>
103. OMS [Internet]. [cité 2 nov 2023]. Constitution de l'OMS. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/about/accountability/governance/constitution>
104. Intérêt de la prévention, de la promotion de la santé et du dépistage. *Rev Francoph Orthopt*. 1 déc 2019;12(4):158-62.
105. Lamoureux P. Campagnes de communication en santé publique et éducation à la santé. *Trib Santé*. 2005;9(4):35-42.
106. Peretti-watel P, Seror Valérie, Du roscoät Enguerrand, Beck François. La prévention en question : attitudes à l'égard de la santé, perceptions des messages préventifs et impact des campagnes. *Evolutions* [Internet]. juill 2009 [cité 2 nov 2023];(18). Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/notices/la-prevention-en-question-attitudes-a-l-egard-de-la-sante-perceptions-des-messages-preventifs-et-impact-des-campagnes>
107. Anna Collins, Barbara Mullan. An extension of the theory of planned behavior to predict immediate hedonic behaviors and distal benefit behaviors. *Food Qual Prefer*. oct 2011;22(7):638-46.
108. Benchekroun S. Les « “fake news” » dans le domaine de la santé à l'ère du digital [Thèse d'exercice, pharmacie]. [Amien, france]: Université de Picardie Jules Vernes; 2021.
109. Ward JK, Peretti-Watel P. Comprendre la méfiance vis-à-vis des vaccins : des biais de perception aux controverses. *Rev Fr Sociol*. 2020;61(2):243-73.
110. Lebraty JF, ASTORELLI-NEGRE, Ivan. Biais cognitifs : quel statut dans la prise de décision assistée ? *Systèmes Inf Manag*. janv 2004;9(3):87-115.
111. Kruger J, Dunning D. Unskilled and Unaware of It: How Difficulties in Recognizing One's Own Incompetence Lead to Inflated Self-Assessments. *J Pers Soc Psychol*. 1999;77(6).

112. Gollier C, Hilton D, Raufaste É. Daniel Kahneman et l'analyse de la décision face au risque. *Rev Déconomie Polit.* 2003;113(3):295-307.
113. Duarte A, Bru S. Outil 35. Le biais de statu quo. In: *La boîte à outils de la gamification* [Internet]. Paris: Dunod; 2021 [cité 3 nov 2023]. p. 106-7. (BàO La Boîte à Outils). Disponible sur: <https://www.cairn.info/la-boite-a-outils-de-la-gamification--9782100816903-p-106.htm>
114. dos Santos APP, Nadanovsky P, de Oliveira BH. A systematic review and meta-analysis of the effects of fluoride toothpastes on the prevention of dental caries in the primary dentition of preschool children. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2013;41(1):1-12.
115. Jeanblanc G, Poullie A. RECOMMANDATIONS EN SANTÉ PUBLIQUE : Stratégies de prévention de la carie dentaire [Internet]. Haute Autorité de Santé; 2010 mars [cité 25 août 2023] p. 26. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-10/corriges_synthese_carie_dentaire_version_postcollege-10sept2010.pdf
116. UFSBD. FICHE CONSEIL DENTIFRICE FLUOR. 2020.
117. Liran Levin, Peter Day, Lamar Hicks, Anne O'Connell. Less directives de l'Association Internationale de la Traumatologie Dentaire pour la prise en charge des blessures traumatiques dentaires : Introduction Générale. [Internet]. FSOP; 2020 [cité 21 sept 2023]. Disponible sur: <https://sfop.asso.fr/recommandations/>
118. Walsh T, Worthington HV, Glenny AM, Marinho VC, Jeroncic A. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries. *Cochrane Oral Health Group*, éditeur. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 4 mars 2019 [cité 21 sept 2023]; Disponible sur: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD007868.pub3>
119. Weyant RJ, Tracy SL, Anselmo T (Tracy), Beltrán-Aguilar ED, Donly KJ, Frese WA, et al. Topical fluoride for caries prevention. *J Am Dent Assoc.* nov 2013;144(11):1279-91.
120. Marinho VC, Higgins JP, Logan S, Sheiham A. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2002;(3):CD002279.
121. Marinho VC, Worthington HV, Walsh T, Chong LY. Fluoride gels for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Oral Health Group*, éditeur. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. juin 2015 [cité 20 sept 2023];2021(2). Disponible sur: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD002280.pub2>
122. Marinho VC, Chong LY, Worthington HV, Walsh T. Fluoride mouthrinses for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Oral Health Group*, éditeur. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 29 juill 2016 [cité 20 sept 2023];2021(2). Disponible sur: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD002284.pub2>

Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille : Année 2024 – N°

Fluor : entre controverses et recommandations, réalisation d'une plaquette informative à l'usage des parents / **DUYCK Ninon**. p. (89) ; ill. (6) ; ref. (122)

Domaines : Odontologie pédiatrique, prévention

Mots clés libres : Fluor, risque, prévention, effets indésirables, fake news, plaquette

Résumé de la thèse en français

Le fluor est largement utilisé en odontologie pour son efficacité dans la lutte contre la carie dentaire.

Cependant, le fluor suscite de plus en plus d'interrogations et d'inquiétudes de la part des patients quant à ses éventuels effets néfastes sur la santé. Cela rend la prise en charge buccodentaire de ces patients et de leurs enfants complexe.

Il est de notre devoir, en tant que chirurgien-dentiste, d'accompagner les patients dans leur prise de décision éclairée. Cet éclairage, portant aussi bien sur les bénéfices que sur les risques, doit s'appuyer sur des connaissances scientifiques solides.

L'objectif de cette thèse est de réaliser une plaquette, destinée aux chirurgiens-dentistes et aux parents, pour rétablir les faits en présentant les connaissances scientifiques disponibles, et ainsi permettre aux professionnels de santé d'accompagner au mieux les familles dans leurs choix de prise en charge.

Jury

Président : Madame le Professeur Caroline DELFOSSE

Assesseurs : Monsieur le Docteur Thomas TRENTESAUX
Monsieur le Docteur Maxime BEDEZ
Madame le Docteur Margaux FAUQUEUX